ПЛАТОНОВ П. Н. и др.

ЭЛЕВАТОРЫ И СКЛАДЫ

1954 г.

664.7/075
П

П. Н. ПЛАТОНОВ, Б. Г. ЛЯТОРОВСКИЙ,
П. Н. РЕКАЙКИН

ОНАХТ 10.11.09
Элеваторы и склады [
131803

ЭЛЕВАТОРЫ И СКЛАДЫ

Под редакцией инж. Б. Н. ХОРЦЕВА

Допущено
Главным управлением высшего образования
Министерства культуры СССР
в качестве учебного пособия для пищевых вузов

По счет 19[illegible] г.
ПЕРЕОБЛІК
20 09 р.
131803
Одесский Технологический
Институт
им И. В. Сталина
БИБЛИОТЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ПО ВОПРОСАМ ЗАГОТОВОК
МОСКВА—1954

ОТ АВТОРОВ

Государственные ресурсы зерна хранятся в широко развитой сети зернохранилищ различного типа и назначения.

Правильная эксплуатация этих зернохранилищ, а также проектирование и строительство новых рациональных типов хранилищ всецело зависят от квалификации инженерно-технических кадров, обслуживающих элеваторно-складское хозяйство.

Такие кадры готовят технологические и механические факультеты пищевых вузов Министерства культуры СССР и средние технические учебные заведения Министерства заготовок СССР. На этих факультетах и в учебных заведениях в настоящее время читается специальный профилирующий курс «Элеваторы и склады», который в прежних учебных планах носил название «Элеваторно-складское хозяйство».

Первый учебник по курсу «Элеваторно-складское хозяйство» был написан основоположником этой дисциплины — профессором Дмитрием Васильевичем Шумским в 1939—1941 гг.

Со времени выхода в свет этого учебника советская наука и техника далеко шагнули вперед в области изучения зерна, технологии его переработки, механизации перемещения и индустриализации строительства.

Все это нашло отражение в работе элеваторно-складского хозяйства, в проектировании и строительстве новых зернохранилищ.

В настоящем учебном пособии авторы попытались обобщить накопившийся за последние годы опыт эксплуатации и строительства зернохранилищ, основываясь на материалах и результатах исследований научных и проектных организаций. Книга составлена коллективом преподавателей Одесского технологического института имени И. В. Сталина по программе курса «Элеваторы и склады», утвержденной Министерством культуры СССР для технологических факультетов пищевых вузов.

Введение, главы I, IV, VI, VII, IX, XI, XIV и XVI написаны П. Н. Платоновым; главы III и XII — Б. Г. Ляторовским; главы V, XIII и XV — П. Н. Рекайкиным; главы II и X — П. Н. Платоновым и П. Н. Рекайкиным, а глава VIII — Б. Г. Ляторовским и П. Н. Рекайкиным совместно.

При составлении книги существенную помощь авторам оказали инженеры Промзернопроекта Б. В. Эпштейн, Д. А. Кожаткин, И. П. Кащеев.

Авторы выражают свою признательность инж. П. П. Брунь и работникам Промзернопроекта за оказанную помощь в подборе необходимого материала, а также инженерам К. П. Григорьеву, О. С. Воронцову и коллективам преподавателей кафедр элеваторно-складского хозяйства Московского технологического института пищевой промышленности, руководимой доц. О. Д. Шумским, и Одесского технологического института имени И. В. Сталина за сделанные ими замечания и указания.

Отзывы о книге просим направлять в издательство.

ВВЕДЕНИЕ

Распределение в обществе продуктов потребления и в особенности одного из важнейших — хлеба — находится в непосредственной зависимости от того, каков экономический строй общества, каков его базис на данном этапе развития.

Во всех досоциалистических общественных формациях — рабовладельческой, феодальной и капиталистической — соответствующая базису надстройка с помощью политических, правовых и других учреждений всегда обеспечивала распределение продуктов потребления в интересах господствующего класса, а не трудящихся масс.

Только с завоеванием трудящимися власти и созданием подлинно народного социалистического государства вопрос распределения продуктов потребления, в том числе хлеба, стал решаться в интересах трудящихся по принципу: «Кто не работает, тот не ест» [1].

Проблема обеспечения трудящихся хлебом на всех этапах строительства социалистического государства решалась партией и правительством как жизненно важная государственная задача.

«Хлеб,— говорил И. В. Сталин,— нельзя рассматривать как простой товар. Хлеб не хлопок, который нельзя есть и который нельзя продать всякому. В отличие от хлопка, хлеб в наших нынешних условиях есть такой товар, который берут все и без которого нельзя существовать» [2].

Исключительные затруднения с заготовками хлеба, испытывавшиеся советским государством в первые годы своего существования, были устранены благодаря решительным мерам, принятым партией и правительством.

Подчеркивая всю важность для существования молодого советского государства проводившейся в то время борьбы за хлеб, В. И. Ленин говорил: «Кажется, что это борьба только за хлеб; на самом деле это — борьба за социализм» [3].

Принятые советской властью декреты о «хлебной монополии», о «продовольственной диктатуре» и другие мероприятия, а также организация Народного комиссариата продовольствия намного улучшили снабжение страны хлебом. Однако рост городского населения в связи с успехами, достигнутыми в индустриализации страны, настоятельно требовал увеличения производства хлеба.

Удовлетворить этим требованиям не могли мелкие, отсталые и распыленные индивидуальные крестьянские хозяйства, составлявшие основу тогдашнего сельского хозяйства. Особенно сильно отставало зерновое хозяйство, товарная продукция которого не превышала уровня 1913 г. Дви-

---

[1] История ВКП(б). Краткий курс, 1951, стр. 122.
[2] И. В. Сталин. Соч., т. XII, стр. 87—88.
[3] В. И. Ленин. Соч., т. XXVII, изд. 4-е, стр. 433.

нуться вперед по пути развернутого социалистического строительства возможно было, только объединив мелкие крестьянские хозяйства в крупные коллективные хозяйства, снабженные машинами, вооруженные передовой советской наукой, способные производить наибольшее количество товарного хлеба. Партия и правительство успешно разрешили эту задачу в предельно короткие сроки, реконструировав сельское хозяйство на социалистической основе.

Победа колхозного строя, успешное выполнение пятилетних планов развития страны позволили полностью решить вопрос обеспечения населения хлебом. Умело используя оказываемую партией и правительством постоянную помощь сельскому хозяйству, колхозники, работники МТС и совхозов добились устойчивых, высоких урожаев. В 1952 г. валовой урожай зерна достиг 8 миллиардов пудов; зерновая проблема, считавшаяся ранее наиболее острой и серьезной, решена с успехом окончательно и бесповоротно.

Успехи сельского хозяйства создали условия для решения новых задач, обеспечивающих интересы народного хозяйства и дальнейшее повышение благосостояния советского народа. Эти задачи с предельной ясностью указаны в директивах XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 гг., в речи товарища Г. М. Маленкова на V сессии Верховного Совета Союза ССР и в решениях сентябрьского (1953 г.) Пленума ЦК КПСС.

Предусмотренный в директивах XIX съезда рост за пятилетие валового урожая зерна на 40—50%, в том числе пшеницы на 55—65%, завершение механизации основных полевых работ и работ по транспортированию, погрузке и разгрузке сельскохозяйственной продукции требуют в свою очередь дальнейшего развития и совершенствования элеваторно-складского хозяйства, назначение которого принимать, хранить и отгружать по назначению основной продукт питания — хлеб. Для выполнения перечисленных задач элеваторно-складское хозяйство должно располагать широко разветвленной сетью хранилищ.

Сжатые сроки уборки все увеличивающихся урожаев социалистических полей и необходимость создания запасов зерна для планового распределения его среди потребителей требуют строительства хранилищ большой емкости, способных вместить зерно не только нового урожая, но и государственных запасов.

Погрузочно-разгрузочные операции хранилищ тесно связаны с правильным использованием железнодорожного, водного и автомобильного транспорта. Поэтому хранилища должны быть оборудованы специальными устройствами, позволяющими выполнять с минимальными затратами погрузочно-разгрузочные операции в установленные сроки.

Для создания рациональных типов хранилищ, обеспечивающих выполнение перечисленных основных требований, необходимо изучать производственные процессы хранилищ, конструкции хранилищ, специальные устройства (приемные, отгрузочные и др.) и рациональное размещение зданий и сооружений на участке.

Изучение этих вопросов, а также других непосредственно вытекающих из них составляет предмет курса «Элеваторы и склады».

Исходя из этого, можно дать следующее определение предмета курса «Элеваторы и склады» как самостоятельной научной дисциплины:

«Элеваторы и склады» — дисциплина, изучающая производственные процессы и конструкции сооружений и устройств, обеспечивающих организованный и рентабельный прием, хранение и отпуск зерна и продуктов его переработки в условиях социалистического хозяйства.

Как самостоятельная дисциплина «Элеваторы и склады» была разработана и создана после Великой Октябрьской социалистической революции.

Задача данного курса заключается в том, чтобы на основе анализа и обобщения накопившегося опыта в элеваторно-складском хозяйстве страны показать процесс создания и непрерывного совершенствования рациональных способов приема, отпуска и хранения зерна и обеспечить усвоение учащимися производственных процессов хранилищ, которые по своим технико-экономическим показателям полностью отвечали бы возрастающим требованиям народного хозяйства.

В соответствии с этим в курсе излагаются методы и способы организации производственных процессов, основные требования, предъявляемые к отдельным устройствам, обеспечивающим проведение этих процессов, увязка отдельных этапов производственного процесса в одно целое. На конкретных примерах различных звеньев элеваторно-складского хозяйства излагается характеристика основных типов хранилищ СССР.

ГЛАВА I

КРАТКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕРНОВЫХ СКЛАДОВ И ЭЛЕВАТОРОВ

Техника хранения зерна и строительства зернохранилищ тесно связана с развитием земледелия и на различных этапах производственных отношений общества решалась в зависимости от его базиса.

Появление и развитие земледелия относится к рабовладельческому строю. В этот период «...появилось скотоводство, земледелие, ремесла, разделение труда между этими отраслями производства, появилась возможность обмена продуктов между отдельными лицами и обществами, возможность накопления богатства в руках немногих, действительное накопление средств производства в руках меньшинства, возможность подчинения большинства меньшинством и превращения членов большинства в рабов» [1].

Среди материальных богатств рабовладельческого строя хлеб занимал значительный удельный вес. Сезонность производства, необходимость создания запасов для удовлетворения нужд потребления и как посевного материала заставляли хранить значительные количества хлеба длительное время.

Обмен продуктами, в том числе и хлебом, между отдельными лицами, обществами способствовал концентрации хлебных запасов в крупных торговых центрах. Для их хранения требовались также соответствующие зернохранилища.

1. ЗЕРНОХРАНИЛИЩА ДОКАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Дошедшие до нашего времени памятники древности, а также рукописи и книги позволяют получить представление о том, какими способами человек стремился сохранить жизненно важные запасы зерна.

Так, при раскопках поселений Трипольской культуры (конец IV — начало II тысячелетия до н. э.), расположенных на территории теперешней Киевской, Кировоградской областей и Краснодарского края, были обнаружены большие сосуды высотой до 1 *м,* предназначенные для хранения зерна.

Памятники старины на территории правобережной Украины, относящиеся к середине и второй половине I тысячелетия до н. э. (Ольвия), также дают представление о способе хранения зерна. Для этой цели здесь устраивали специальные глубокие ямы, в которые помещали сосуды с зерном. Вход в ямы — погреба — закрывался каменной плитой.

Полученные материалы при раскопках на месте быв. Боспорского царства, в районе современной Керчи дают довольно полное представление о хранении зерна за период с VI в. до н. э. по IV в. н. э. Хлебное зерно хранилось в ямах либо в больших глиняных сосудах. Подземные зерновые ямы (рис. 1) встречались при раскопках в значительном ко-

[1] История ВКП(б), Краткий курс, стр. 119, изд. 1945 г.

личестве, что свидетельствует о довольно большом распространении этого способа хранения зерна.

Эти зерновые ямы имели широкое распространение не только в самом Боспоре, но и в земледельческих районах Кубани и Придонья того времени, ведших торговлю хлебом с Боспорским государством.

Исторические данные, относящиеся к материальной культуре восточных славян и их предшественников антов (IV—VII вв. н. э.) указывают на довольно высокий уровень техники хранения зерна.

Славяне, жившие в эту эпоху патриархальными семейными общинами, занимались главным образом пашенным земледелием и скотоводством. Поселения их обычно размещались на возвышенных местах, огороженных рвом и валом с частоколом. В каждом поселении выделялось строение для хранения продовольственных запасов, в том числе и для хранения общинного зерна.

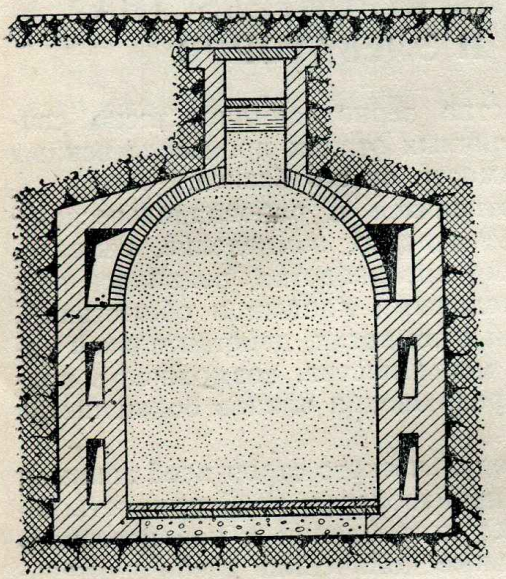


Рис. 1. Яма для хранения зерна

Такие зернохранилища представляли собой круглую выкопанную в материковой глине яму со сводчатым верхом и докрасна обожженными стенами. Доступ в яму осуществлялся через отверстия, расположенные в верхней сводчатой части.

Источники, освещающие способы хранения зерна в других странах в тот же период времени, указывают на распространение в этих странах способов хранения, аналогичных описанным.

При рабовладельческом строе наряду с описанными способами зерно хранили в специальных помещениях— амбарах, сооружаемых из глины, дерева или камня.

Строительство зернохранилищ — амбаров — было связано с возникновением крупного товарного хозяйства, а также вследствие разделения труда и развития хлебной торговли. Кроме того, это диктовалось антагонистическим характером общества, при котором хлеб как одну из значительных ценностей, представляющую собственность рабовладельца, необходимо было постоянно оберегать от голодных рабов.

Пришедший на смену рабовладельческому феодальный строй способствовал сосредоточению продуктов потребления, в том числе и хлеба, в руках крупных землевладельцев и монастырей.

Сосредоточение в одних руках больших количеств хлеба, необходимость длительно хранить его создали условия для строительства зернохранилищ значительной емкости.

В замках и укрепленных усадьбах князей, бояр и монастырей среди хозяйственных строений начали устраивать специальные постройки: ямы и амбары для хранения больших запасов зерна.

Ликвидация феодальной раздробленности русских земель, создание централизованного Русского государства в форме феодальной монархии по-иному поставили вопрос о заготовках и хранении продуктов питания (в первую очередь хлеба) и торговле ими.

Начиная с Ивана III (1462—1505 гг.) на Руси делались неоднократные попытки создания больших государственных запасов зерна.

Для ослабления губительных последствий частых неурожаев Иван III учредил во всех городах хлебные запасные склады — житные дворы, им же было создано специальное правительственное учреждение — «приказ», ведающий организацией хлебных запасов.

Большие запасы зерна хранились в столице Русского государства — Москве — в зернохранилищах, расположенных в Кремле, представлявших амбары деревянной конструкции.

В конце XVI в. в Москве, ставшей крупным центром торговли хлебом, начали строить каменные зернохранилища.

В 1601 г. при царе Борисе Годунове начался страшный трехлетний голод. Последствия этого бедствия заставили Годунова создать четырехлетний запас зерна, что вызвало значительный рост строительства хлебных амбаров.

Дальнейшее улучшение дела организации хранения хлебных запасов было проведено Петром I, учредившим Провиантский приказ (1700 г.), ведавший созданием государственных запасов хлеба.

2. ЗЕРНОХРАНИЛИЩА КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Возникшие в России еще в середине XVII в. элементы капитализма вызвали во второй половине XVIII в. крупные изменения в социально-экономической жизни страны, которые нашли выражение в дальнейшем расширении рынка, развитии капиталистических мануфактур, усилении купечества, в начавшемся расслоении крестьянства и выделении из его среды сельской буржуазии.

Конец XVIII в. является началом кризиса феодально-крепостнической системы в России. Развитие капиталистических элементов привело к дальнейшему росту товарности сельского хозяйства и расширению хлебной торговли, в которой наряду с помещиками принимала участие и зажиточная часть крестьянства.

Этим в значительной мере объясняется появление у помещиков интереса к проблемам сельского хозяйства вообще и к проблемам хранения зерна в частности.

Основанное в 1765 г. Вольное экономическое общество ставило перед собой цель повысить доходность помещичьих хозяйств. В издаваемых обществом трудах широко публиковались технические новшества, способствующие развитию сельского хозяйства.

В 1766 г. появилась статья Романа Воронцова, описывающая зернохранилище закромного типа. В 1794 г. оберпровиантмейстер русской армии Энгельман разработал конструкцию кирпичного силосного зернохранилища с 24 силосами.

Зернохранилище заполнялось сверху, для чего служил блок для подъема (наверх силоса) мешков с зерном. Внизу в каждом силосе имелось отверстие, через которое разгружался силос. Отверстие закрывалось металлической дверью.

Проведенный Вольным экономическим обществом в 1834 г. конкурс на разработку удобного и дешевого средства для сушки и хранения зерна показал значительный рост техники хранения хлеба в России.

Многие из предложенных конструкций зернохранилищ (рис. 2) не только не уступали заграничным, известным в то время в Европе и Америке, но и превосходили их как в конструктивном, так и в эксплуатационном отношении.

В числе представленных на конкурс проектов были зернохранилища, предусматривающие продувание зерновой массы воздухом при хранении (И. Войцехович-Путерницкий).

Таким образом, в ранний период феодализма хранение зерна, осуществляемое в примитивных зернохранилищах (хлебных ямах), заменяется в период позднего феодализма крупными зернохранилищами, сооружаемыми из различных строительных материалов. В этих зернохранилищах предусматривалось не только хранение зерна, но и улучшение его качества в процессе хранения (вентилирование зерна), а также отдельные элементы механизации загрузки и разгрузки зернохранилищ.

Развитие капитализма в сельском хозяйстве создало благоприятные предпосылки для широкого распространения современных механизированных зернохранилищ — элеваторов. Роль зерновых элеваторов в развитии капиталистического сельского хозяйства с исключительной ясностью определена Лениным: «Элеваторы, сортируя хлеб по качеству, делают его продуктом не индивидуальным, а видовым (res fungibilis [1], как говорят цивилисты), т. е. впервые приспособляют его вполне к обмену (см. статью М. Зеринга о хлебной торговле в Северо-Американских Соед. Штатах в сборнике «Земледелие и сельское хозяйство», стр. 281 и сл.). Таким образом элеваторы дают могущественный толчок товарному производству хлеба и подгоняют техническое развитие его введением точно так же расценки по качеству. Подобное учреждение бьет мелкого производителя сразу двумя ударами. Во-1-х, оно вводит в норму, узаконяет более высокое качество хлеба у крупных

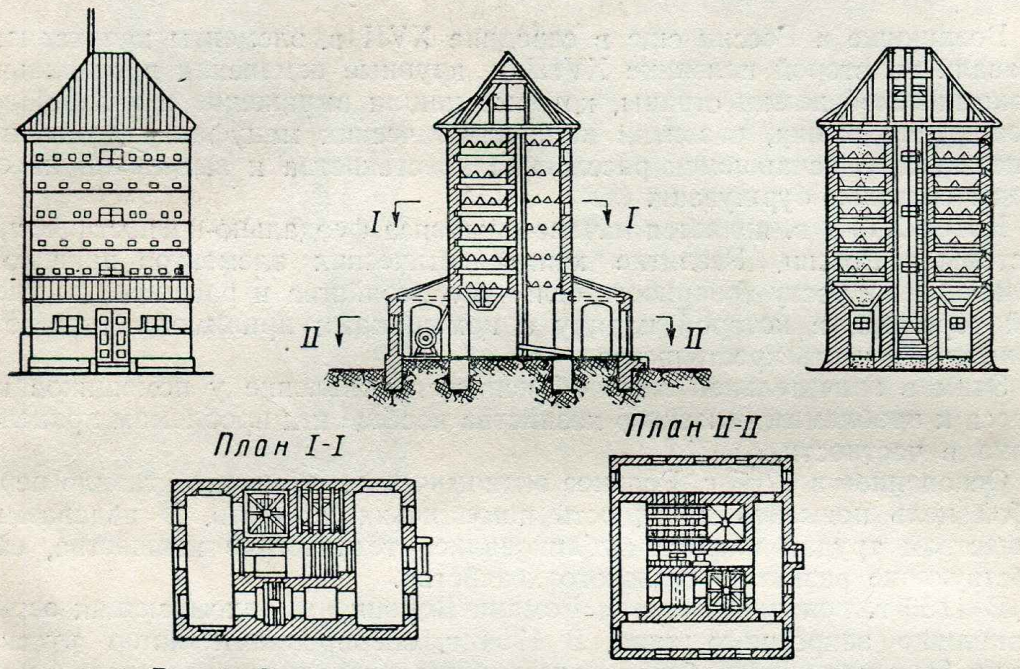


Рис. 2. Зернохранилище емкостью 1600 четвертей зерна

посевщиков и этим окончательно обесценивает худший хлеб крестьянской бедноты. Во-2-х, организуя по типу крупной капиталистической индустрии сортировку и хранение хлеба, оно удешевляет расходы на эту статью для крупных посевщиков, облегчает и упрощает для них продажу хлеба, и этим окончательно отдает в руки кулаков и ростовщиков мелкого производителя с его патриархальной и первобытной продажей с возов на базаре» [2].

Данная Лениным оценка роли элеваторов в капиталистическом хозяйстве полностью подтверждается на примере такой страны развитого капитализма как США.

Бурное развитие капитализма во всех отраслях хозяйства США (начало XIX в.) нашло отражение и в хлебной торговле. Сосредоточение торговли в руках незначительного числа капиталистов благоприятствовало развитию строительства элеваторов в США и позволило капиталистам вытеснить и принизить роль мелкого товаропроизводителя.

В середине и конце XIX в. широко развивается строительство элеваторов силосного типа в Америке, Канаде, а также во Франции, Англии и других странах Западной Европы.

---

[1] Заменимая вещь.

[2] В. И. Ленин. Соч., т. III, изд. 4-е, стр. 229—230.

После строительства первого механизированного зернового склада в Чикаго (1839 г.) и элеватора в Дулуте — США (1845 г.) совершенные в техническом отношении зернохранилища нашли широкое применение в капиталистических странах.

Иное положение создалось в XIX в. в России. Беспощадная эксплуатация крепостных крестьян до 1861 г., наличие резервной армии рабочих из числа безземельных крестьян после реформы 1861 г. давали возможность капиталистам, помещикам и кулакам обходиться без механизированных зернохранилищ и в то же время извлекать большие прибыли от продажи хлеба на заграничных рынках по дешевым ценам.

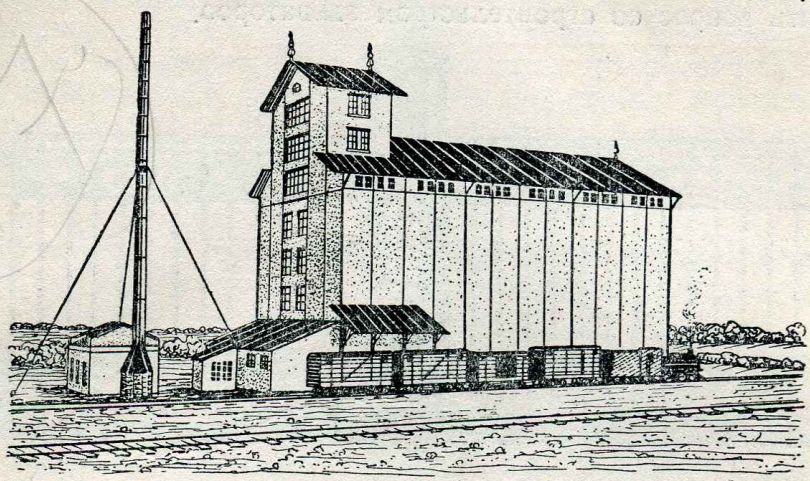


Рис. 3. Элеватор в Ельце

Однако увеличивающаяся из года в год товарность сельского хозяйства России и рост экспорта хлеба потребовали постановки и разрешения вопроса о строительстве элеваторов в стране, о широком внедрении более совершенных в техническом отношении зернохранилищ, так как примитивные зернохранилища и массовое хранение хлеба в бунтах под открытым небом не создавали условий для сохранности и улучшения его качества, а большая засоренность снижала цену, понижала конкурирующую способность русских экспортеров.

Все это вместе взятое вызвало в России во второй половине XIX в. интерес к строительству элеваторов.

Первым элеватором, построенным в России, можно считать Николаевский элеватор-перегружатель (1880—1881 гг.). К этим же годам относится строительство военным интендантством элеватора в Пинске.

Первый мельничный элеватор емкостью 40 тыс. четвертей (6,5 тыс. *т*) был построен в Нижнем Новгороде в 1884—1887 гг. торговой фирмой Емельян Башкиров и сыновья. Проектирование и строительство этого элеватора были осуществлены русскими инженерами.

В 1888 г. в Ельце на средства местного земства был построен элеватор емкостью 400 тыс. пуд. (6552 *т*) (рис. 3).

Дальнейшее строительство элеваторов в России в конце XIX в. осуществлялось главным образом железнодорожными компаниями (Рязано-Уральской, Владикавказской, Харьковско-Николаевской и др.).

Наряду со строительством элеваторов на железнодорожных коммуникациях в конце XIX в. осуществляется строительство крупных портовых элеваторов — Петербургского на морском канале (1889 г.), Николаевского (1893 г.), Новороссийского (1894 г.) и др.

В начале XX в. строительство элеваторов в России шло медленными темпами.

Новым толчком в развитии строительства элеваторов в России явилась аграрная реформа Столыпина, усилившая кулачество и послу-

жившая вторым этапом после реформы 1861 г. на пути превращения России в буржуазную монархию.

К 1910 г. в России насчитывалось около 75 элеваторов общей емкостью свыше 20 млн. пуд., которые далеко не удовлетворяли потребностей страны.

Интересы крупных хлеботорговцев, связанных с заграничными рынками, настойчиво требовали ускорения строительства совершенных зернохранилищ — элеваторов, способных обеспечить необходимое качество экспортируемого зерна. Эти требования, а также необходимость хранения зерна, заложенного под ссуду в Государственном банке, заставили упорядочить вопрос со строительством элеваторов.

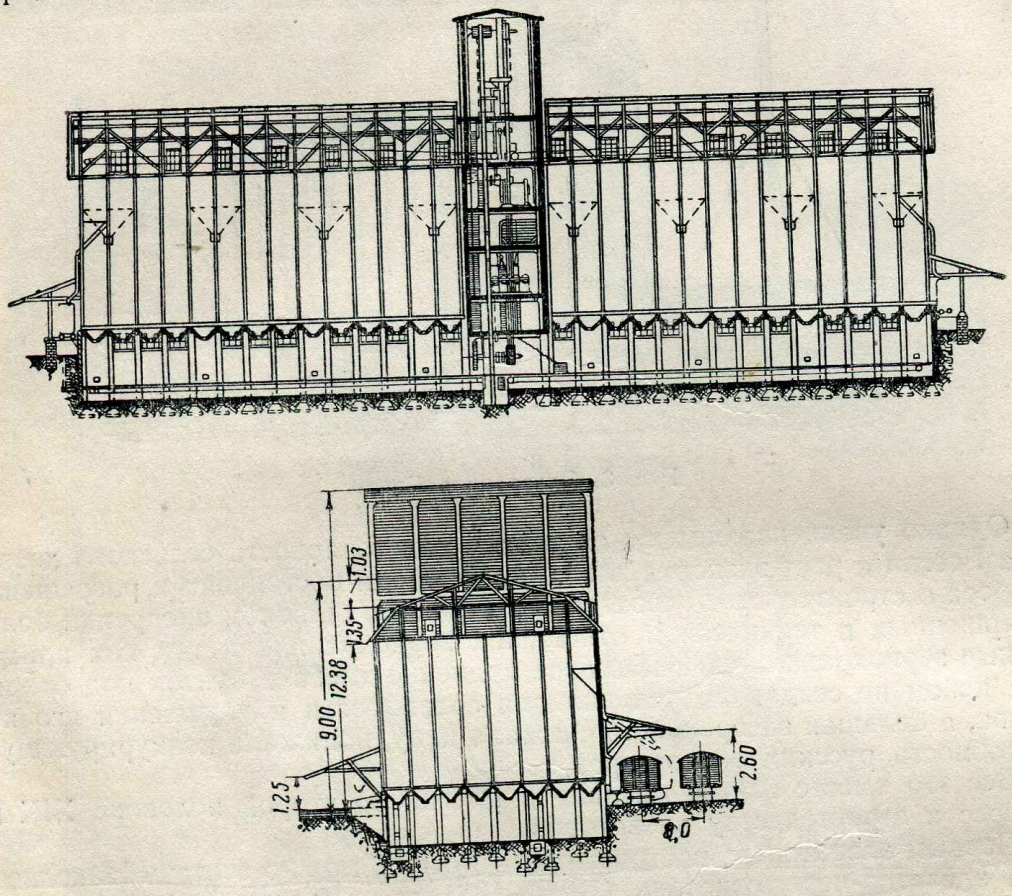


Рис. 4. Транспортерный элеватор постройки 1911 г.

Начиная с 1911 г. к строительству элеваторов приступил Государственный банк, и с этого времени отмечается некоторое оживление в элеваторостроении.

Созданный при Государственном банке отдел зернохранилищ, руководимый инж. В. И. Ильиным при участии инженеров Д. В. Шумского, М. В. Вавилова и др., возглавляет и впервые в России осуществляет типовое строительство элеваторов в значительных масштабах.

В результате большой творческой работы инженерного коллектива были созданы конструкции элеваторов, принятых к строительству в России. Одна из таких конструкций приведена на рис. 4.

Созданные проекты элеваторов принципиально отличались от американских. Это отличие, заключавшееся в основном в отходе от специализированных[1] норий, положило начало отечественному направлению в

[1] Специализированная нория предназначалась для выполнения только одной какой-нибудь операции в элеваторе.

элеваторостроении, широко развитому впоследствии в годы Советской власти.

Широкое развертывание строительства элеваторов в России после 1911 г. способствовало концентрации элеваторного машиностроения (разрозненного до этого на ряде заводов страны), что позволило создать и совершенствовать отечественные образцы оборудования.

Наряду с разработкой новых типовых конструкций элеваторов в начале XX в. в России проводится ряд исследований в области давления зерна на стены силоса (инж. Фрид и Делякроа), определения оптимальных размеров силосов (инж. Д. В. Шумский) и др.

Начавшаяся в 1914 г. первая мировая война отразилась на темпах строительства элеваторов, вначале несколько затормозив, а затем совершенно приостановив работы на вновь строящихся элеваторах.

За период с 1912 по 1918 гг. было построено и введено в эксплуатацию около 47 элеваторов общей емкостью 480 тыс. *т* и, кроме того, в стадии строительства находилось свыше 20 элеваторов общей емкостью 280 тыс. *т*.

Особый интерес в техническом отношении представлял элеватор, построенный в Ростове на Дону, оборудованный пневматическим транспортом.

3. ЗЕРНОХРАНИЛИЩА СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Завоевание власти рабочим классом в союзе с крестьянской беднотой открыло новую эру в истории нашей Родины. Великая Октябрьская социалистическая революция учреждает в нашей стране новый тип государства — социалистическое советское государство, создает условия для развертывания социалистического строительства.

В деле продовольственного снабжения социалистическое государство застало полный хаос. Советское правительство декретами от 14 и 17 мая 1918 г. учреждает Народный комиссариат продовольствия, вводит хлебную монополию, начав этим централизацию продовольственного дела в стране.

Элеваторно-складское хозяйство страны во время империалистической и в особенности во время гражданской войны потерпело значительный урон.

К моменту окончания гражданской войны в стране сохранилось около 122 элеваторов общей емкостью 950 тыс. *т*.

Поворотным этапом в развитии экономики страны явилось решение X съезда партии о переходе к новой экономической политике.

Задачи, поставленные перед страной в восстановительный период,— развить прежде всего сельское хозяйство, восстановить существующие заводы и фабрики — были успешно решены советской властью.

Наряду с восстановлением элеваторов дореволюционной постройки было начато строительство складов и первых заготовительных элеваторов, темпы строительства которых возрастали из года в год (табл. 1).

Таблица 1

Рост элеваторно-складского хозяйства акционерного общества Хлебопродукт[1]

Годы	1925	1926	1927	1928
Емкость элеваторов в тыс. *т*	—	34,7	70,3	125,1
Построено элеваторов в тыс. *т*	8,6	26,1	35,6	75,9
Емкость складов в тыс. *т*	—	1405,7	1446,5	1485,3

[1] „8 лет на хлебном фронте". Снабтехиздат, 1932.

Первым советским элеватором был заготовительный (называвшийся в то время линейным), построенный Хлебопродуктом в 1924 г. (рис. 5). Элеватор самотечного типа, емкостью 1000 *т* был оборудован двумя нориями производительностью 16 *т/час* каждая и двумя зерноочистительными машинами производительностью 6—7 *т/час* каждая.

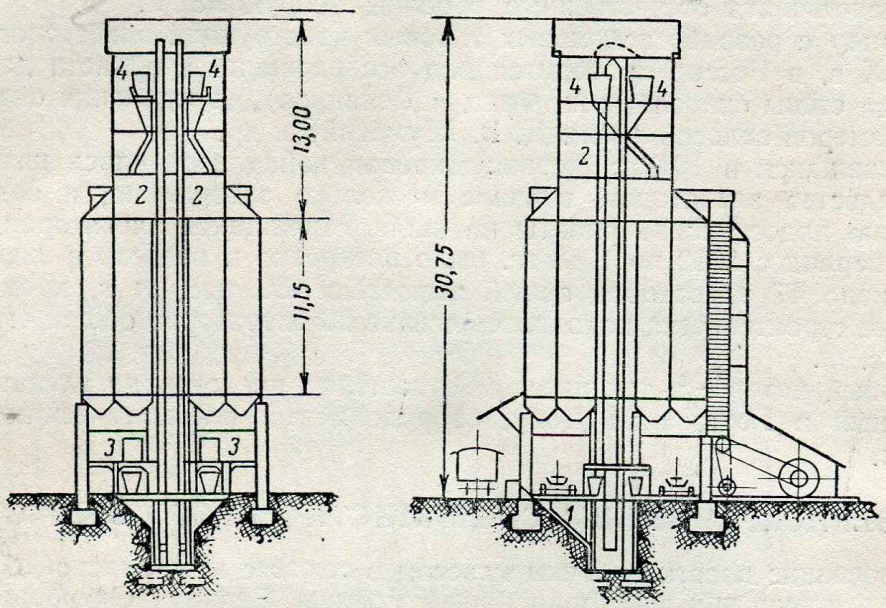


Рис. 5. Заготовительный элеватор 1924 г.:
1—приемный ларь; *2*—нория; *3*—сепаратор; *4*—ковшевые весы

По условиям хлебооборота того периода (растянутый подвоз и быстрый вывоз хлеба) предполагалось, что емкость элеватора в 1000 *т* вполне удовлетворит потребность заготовительных пунктов. Однако уже в начале эксплуатации первой серии таких элеваторов приемная способность их, емкость и производительность оборудования оказались недостаточными.

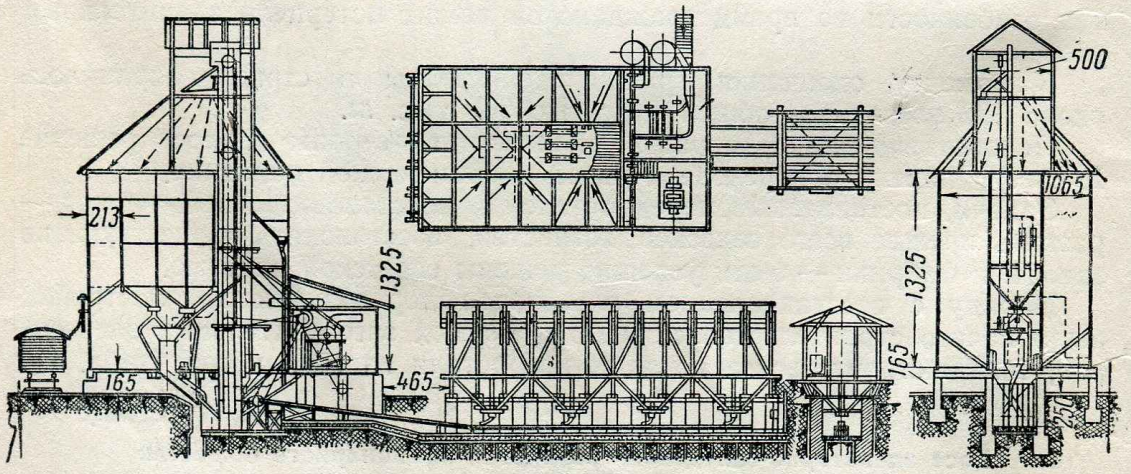


Рис. 6. Заготовительный элеватор 1925 г.

Эти недостатки послужили причиной прекращения дальнейшего строительства элеваторов такого типа и, начиная с 1925 г., Хлебопродукт начал строить заготовительные элеваторы нового типа (рис. 6).

Элеваторы постройки 1925 г. имели почти ту же емкость, что и элеваторы постройки 1924 г.— 1010 *т*, но в отличие от последних были оборудованы двумя нориями производительностью 33 *т/час* каждая и сепаратором № 5.

Для приема зерна элеватор имел приемный амбар на 4 отделения емкостью 375 *т*. Для отпуска зерна на железнодорожный транспорт в торцовой части элеватора было устроено шесть отгрузочных силосов.

Хотя этот элеватор был совершеннее элеватора постройки 1924 г., он также очень скоро перестал отвечать растущим требованиям и в 1926 г. был заменен элеватором нового типа.

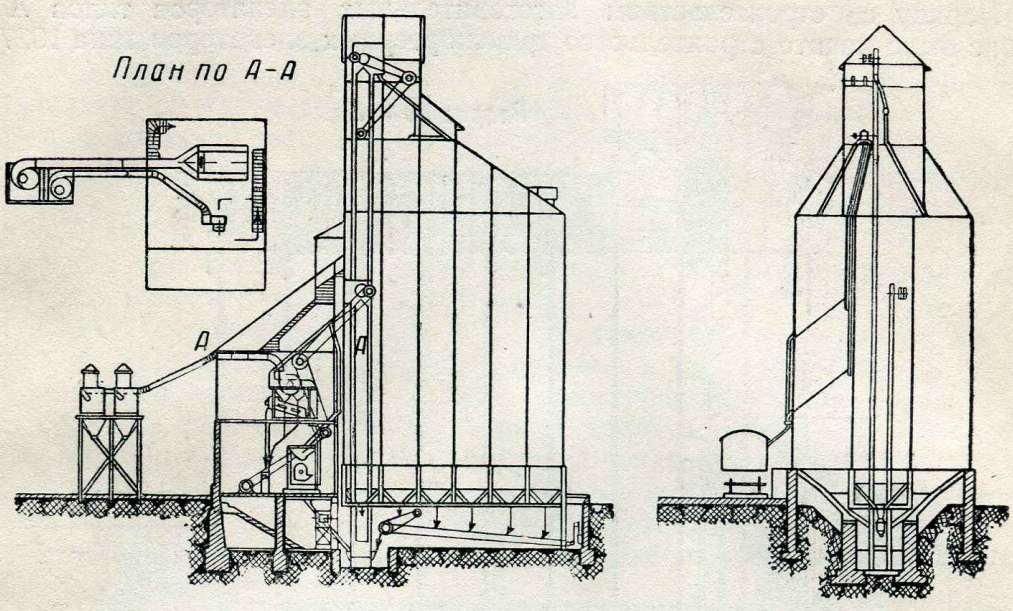


Рис. 7. Заготовительный элеватор 1926 г.

Элеватор постройки 1926 г. (рис. 7) отличался от предыдущих типов увеличенной емкостью — 1350 *т*, повышенной приемной способностью с гужевого транспорта (число отделений в приемном амбаре было доведено до 6) и отпускной способностью на железнодорожный транспорт (за счет увеличения числа отпускных силосов до 12).

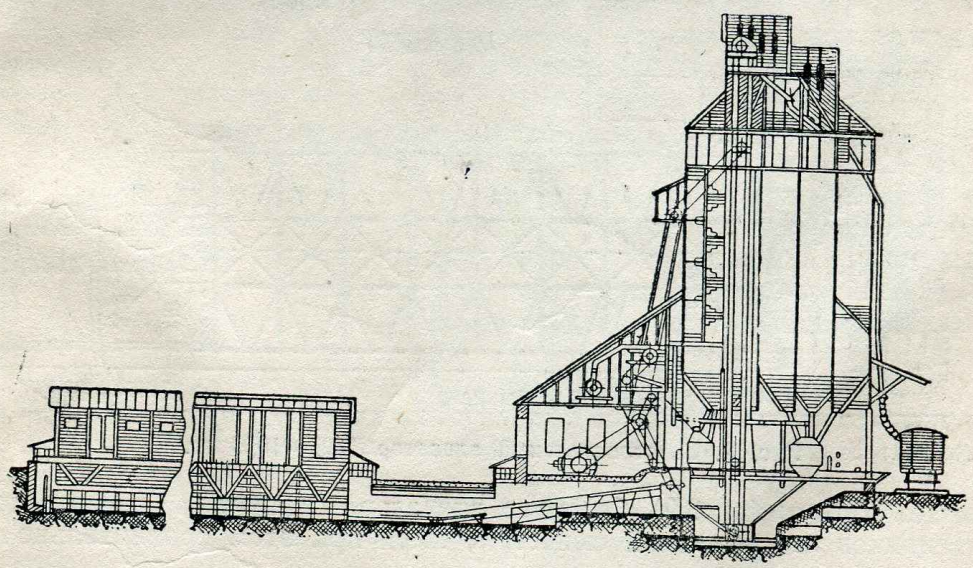


Рис. 8. Заготовительный элеватор 1927 г.

Обобщая накопившийся опыт эксплуатации элеваторов, Хлебопродукт в 1927 г. создал типы самотечного и транспортерного элеваторов, которые применялись в практике элеваторостроения в течение 1927—1929 гг.

Самотечный элеватор, известный под названием «стандартный» элеватор 1927 г. либо элеватор типов А и А-бис (рис. 8) емкостью 1210 *т*,

имел приемный амбар емкостью 400 *т*, две нории производительностью 33 *т/час* каждая и сепаратор № 5. Элеватор стоил сравнительно дешевле, был прост по конструкции, имел гибкую схему и обладал значительной приемной способностью. Основным недостатком, который начал быстро обнаруживаться при эксплуатации, оказалась недостаточная мощность транспортного оборудования.

Наряду со строительством заготовительных элеваторов типов А и А-бис было начато строительство транспортерных элеваторов типа 1927 г.

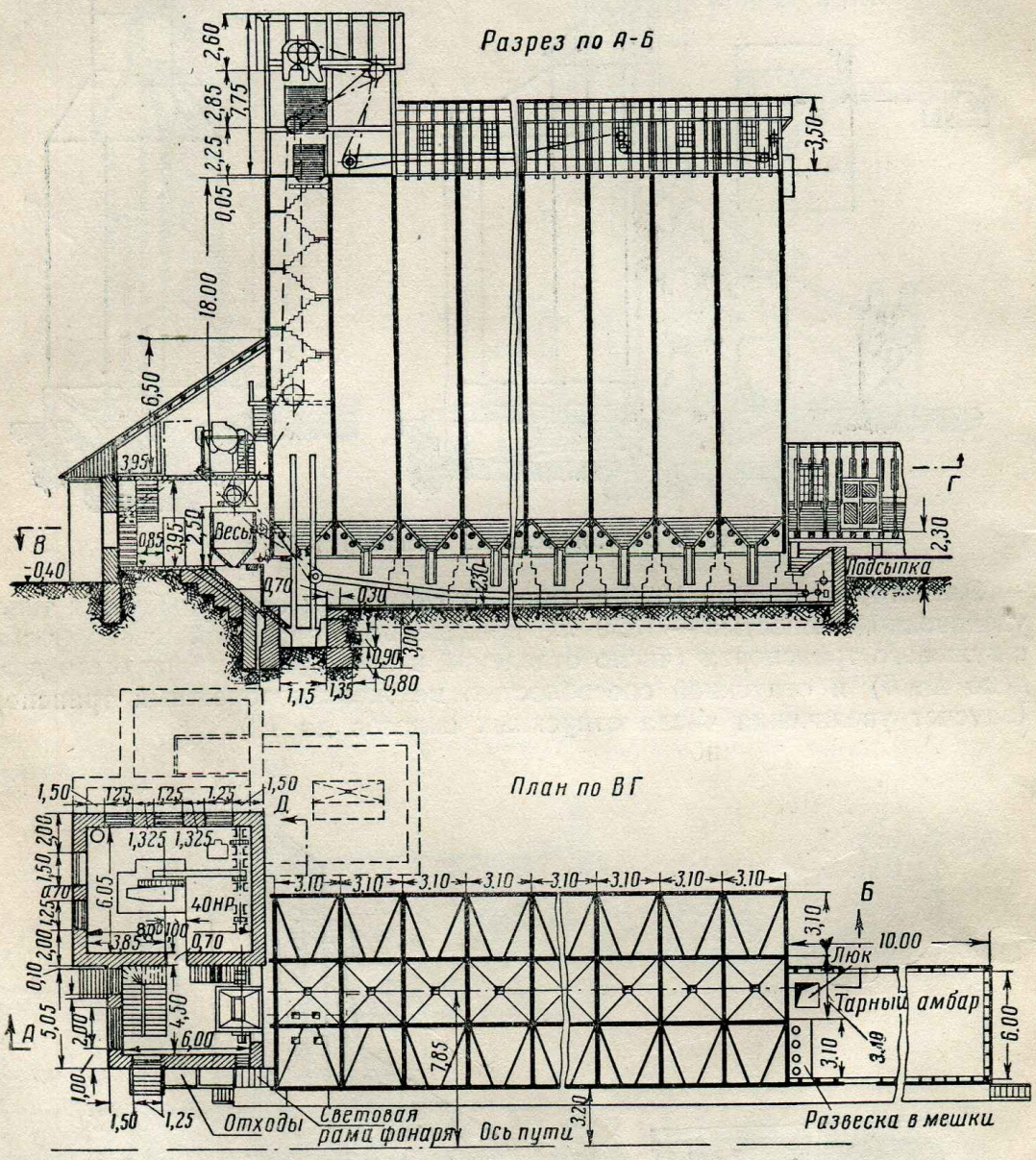


Рис. 9. Заготовительный элеватор 1927—1929 гг.

емкостью 3500 *т* (рис. 9). Этот тип элеватора отличался от своих предшественников значительной емкостью, имея при этом сравнительно гибкую схему.

В созданных в 1924—1929 гг. типах заготовительных элеваторов советские инженеры развили новые принципы, начало которых было положено при строительстве первых элеваторов в конце XIX в. и продолжено Госбанком в 1911 г.

Новое направление в отечественном элеваторостроении коренным образом отличалось от американского и западноевропейского. Это отличие прежде всего заключалось в следующем:

— в отказе от специализированных норий, что позволило повысить их производительность и одновременно значительно увеличить коэффициент использования оборудования, увеличить грузооборот и приемную способность элеватора до размеров, обусловленных темпами поступления и отгрузки зерна;

— в установке мощного зерноочистительного и зерносушильного оборудования, обеспечившего отгрузку из элеватора зерна высоких кондиций и длительное хранение его;

— в расширении фронта приема и увеличении мощности приемных устройств, обеспечивающих прием зерна в сжатые сроки;

— в создании нормальных условий работы для обслуживающего персонала элеваторов путем соблюдения норм техники безопасности и охраны труда, установленных для социалистических предприятий.

Созданные в первые годы послереволюционного строительства конструкции советских элеваторов положили прочную основу для дальнейшего развития элеваторостроения в СССР.

К 1929 г. советская наука, обобщив накопившийся в стране богатый опыт по эксплуатации элеваторов, впервые в мире теоретически обосновала производственные процессы в элеваторно-складском хозяйстве.

Ведущая роль в развитии науки и техники в элеваторно-складском хозяйстве принадлежит проф. Дмитрию Васильевичу Шумскому, который впервые в 1927 г. теоретически обосновал и предложил метод расчета производственных процессов в элеваторно-складском хозяйстве — метод, получивший широкое применение в практике под названием «оперативный расчет элеваторов».

131803

Объединение в 1929 г. проектирования элеваторов во всесоюзном А/о Хлебострой, а с 1938 г. в Промзернопроекте позволило обобщить опыт элеваторостроения в стране и создать новые типы складов и элеваторов, которые отвечали растущим из года в год требованиям социалистического хозяйства.

Успешное выполнение плана восстановления народного хозяйства страны, досрочное выполнение пятилетних планов и завершение реконструкции промышленности позволили вооружить народное хозяйство первоклассной техникой, что в свою очередь создало базу для дальнейшего развития элеваторостроения и механизации работ с зерном, создало все условия для разработки и строительства новых типов элеваторов, снабженных современной советской техникой.

В 1930/31 г. был принят к строительству заготовительный элеватор типа ДЛ-66 емкостью 5000 *т* с двумя нориями производительностью 66 *т/час* каждая, приемным амбаром, приспособленным для приема большого количества зерна, подвозимого гужевым и автомобильным транспортом. В 1932 г. этот тип элеватора совершенствуется и заменяется элеватором типа ДЛ-75 [1], который оставался почти неизменным до 1937 г. (рис. 10, 11).

Наряду со строительством заготовительных элеваторов с 1926 г. началось строительство портовых и производственных элеваторов.

Так, в 1926 г. было начато строительство крупного портового элеватора в Николаеве емкостью 41 тыс. *т,* оборудованного по последнему слову техники (рис. 12), в 1927 г.— производственного элеватора в Ташкенте, в 1928 г.— производственного элеватора в Москве (комбинат им. Цюрупы), в 1930 г.— портовых элеваторов емкостью 50 тыс. *т* — П-5×500, оборудованных высокопроизводительными машинами (рис. 13).

Развернутое строительство элеваторов в СССР позволило к 1928/29 г. довести в системе Союзхлеба удельный вес элеваторов до 18,5% всей складской емкости.

---

[1] ДЛ-66 и ДЛ-75 — деревянный линейный с производительностью оборудования 66 или 75 *т/час.*

131803

Одесский технологический Институт им. И. В. Сталина

На основе решения партии о широком развитии элеваторно-складского хозяйства пересматриваются существующие типовые проекты элеваторов и складов. В результате обобщения опыта элеваторостроения в 1938—1940 гг. были разработаны и приняты к строительству типовые заготовительные элеваторы: самотечный емкостью 2500 *т* (1939 г.), оборудованный двумя нориями производительностью по 45 *т/час* каждая (рис. 14), и транспортерный емкостью 5500+5500 *т* (1939 г.) с двумя нориями производительностью 100 *т/час* каждая (рис. 15).

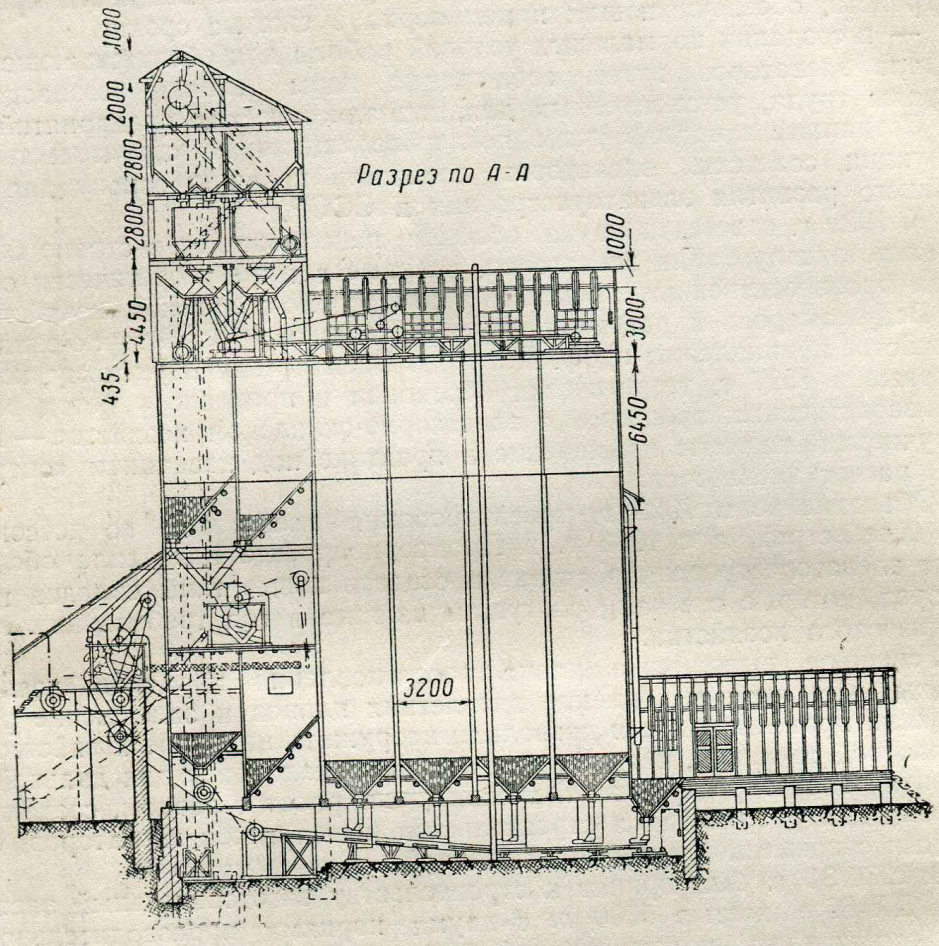


Рис. 10. Заготовительный элеватор ДЛ-75 1932 г. (продольный разрез)

Элеваторы имели соответствующие устройства для приема зерна от хлебосдатчиков, обеспечивающие бесперебойное обслуживание последних.

Наряду с разработкой типовых проектов заготовительных элеваторов Промзернопроект создал новый тип мельничного элеватора М-2×175[1] 1938 г. емкостью 24 000 *т*, оборудованный двумя нориями производительностью 175 *т/час* каждая.

Вероломное нападение фашистской Германии на нашу страну вынудило почти полностью прекратить во время войны новое строительство элеваторов, развернув в этот период строительство зерновых складов в восточных районах страны.

Начиная со второй половины 1943 г., быстрыми темпами восстанавливается сельское хозяйство освобожденных районов. В результате при-

[1] М-2×175 — мельничный элеватор с двумя нориями производительностью 175 *т/час*.

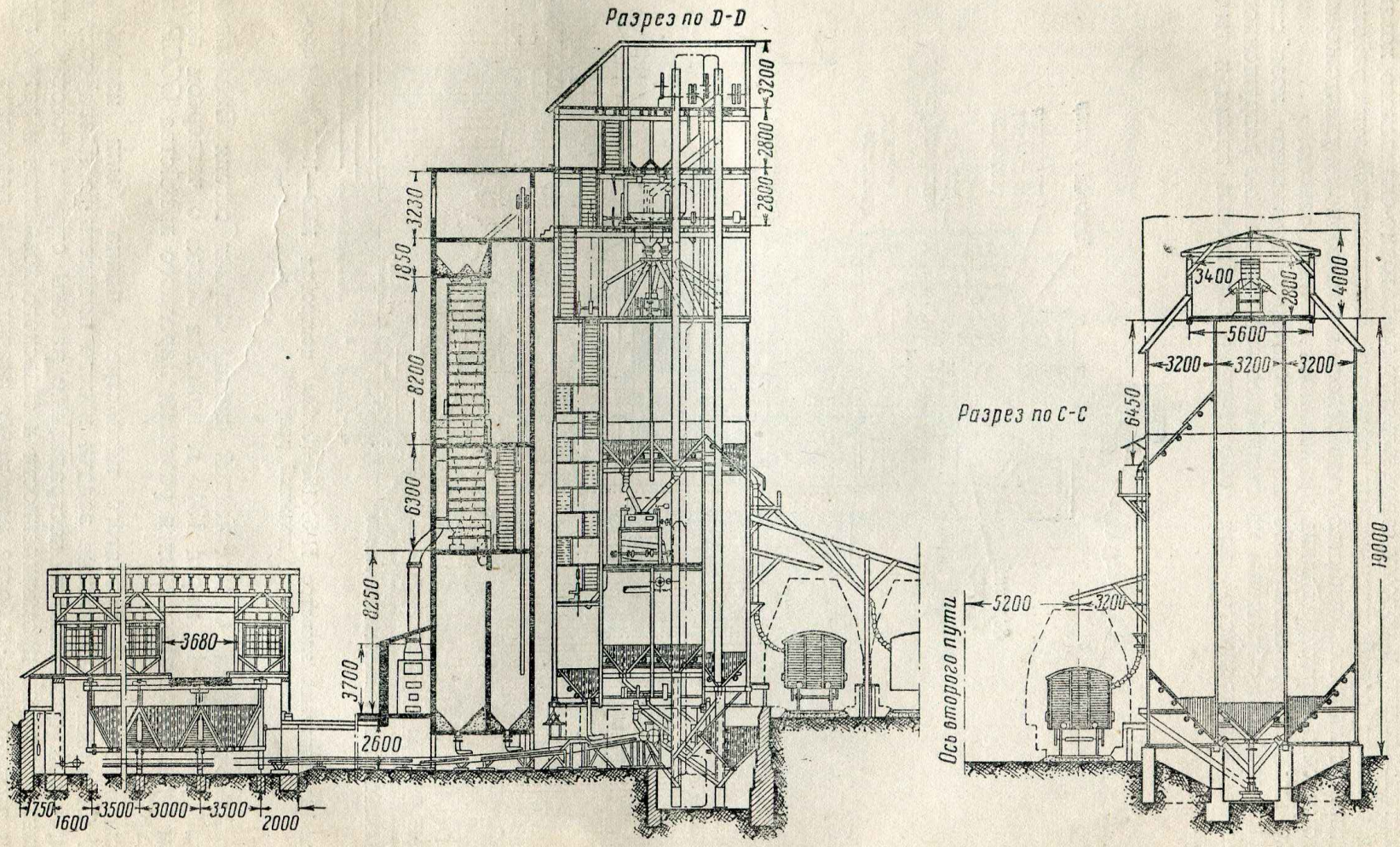


Рис. 11. Заготовительный элеватор ДЛ-75 1932 г. (поперечный разрез по башне и силосному корпусу)

роста посевных площадей и увеличения урожайности в 1944 г. возрос валовой сбор зерна.

Наряду с восстановлением сельского хозяйства были начаты работы по восстановлению и новому строительству элеваторно-складского хозяйства в районах, освобожденных от временной оккупации. В этих районах элеваторно-складское хозяйство подверглось почти полному уничтожению и потому сеть зернохранилищ приходилось строить заново.

Все внимание и силы работников элеваторно-складского хозяйства в это время были обращены на скорейшее восстановление разрушенного хозяйства, необходимого для обеспечения снабжения армии и тыла страны.

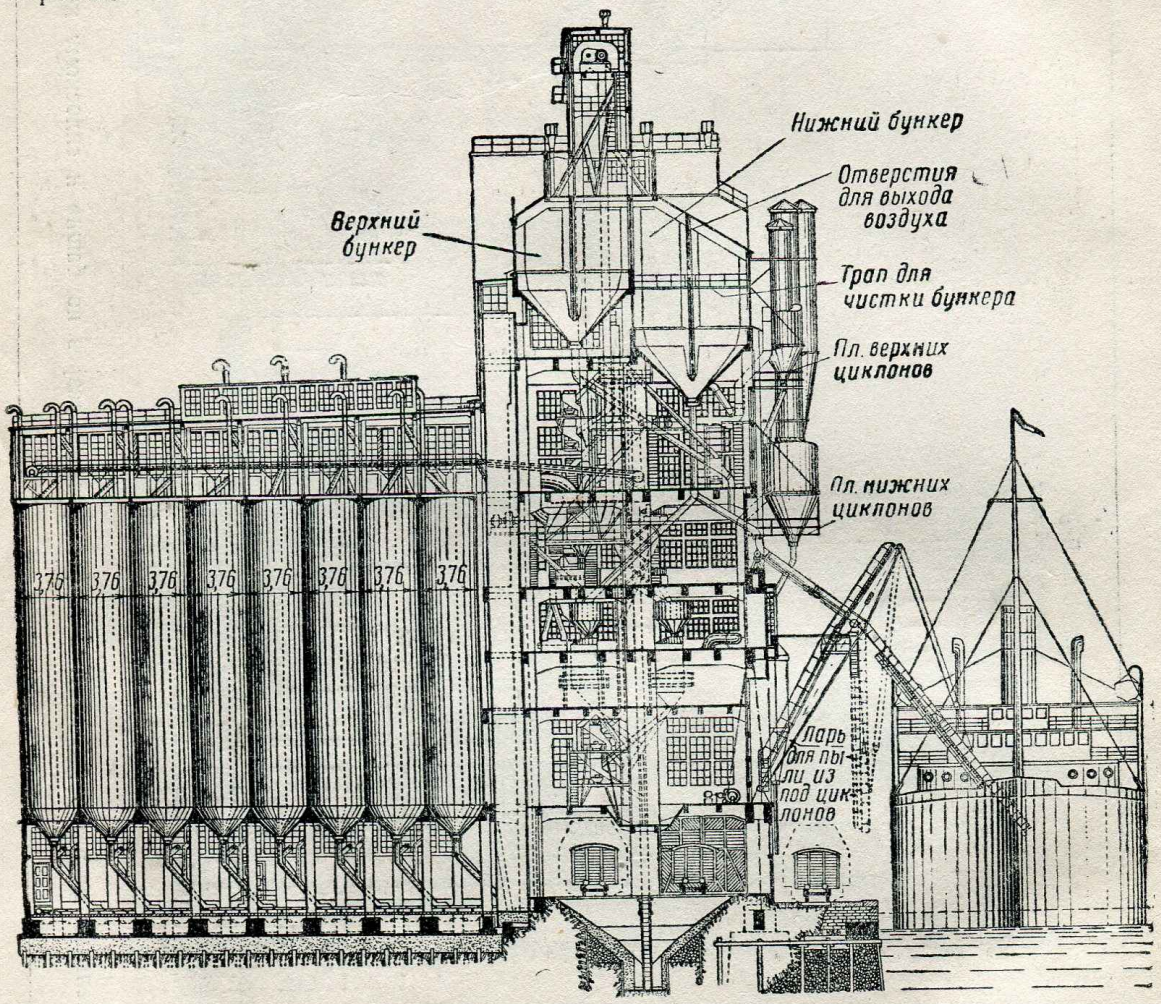


Рис. 12. Портовый элеватор П-6×100+9×200 постройки 1929—1930 гг. (продольный разрез)

После окончания Отечественной войны первая сессия Верховного Совета СССР 15—18 марта 1946 г. приняла закон о четвертом пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг.

Основные задачи принятого пятилетнего плана были изложены И. В. Сталиным: «Основные задачи нового пятилетнего плана состоят в том, чтобы восстановить пострадавшие районы страны, восстановить довоенный уровень промышленности и сельского хозяйства и затем превзойти этот уровень в более или менее значительных размерах» [1].

[1] И. В. Сталин. Речь на предвыборном собрании избирателей Сталинского избирательного округа в Москве 9 февраля 1946 г., Госполитиздат, стр. 20.

Наряду с восстановлением сельского хозяйства и дальнейшим ростом валового сбора зерновых культур пятилетним планом предусматривалось развитие элеваторно-складского хозяйства страны.

В первые годы пятилетки восстановление и развитие элеваторно-складского хозяйства решались путем широкого разворота строительства зерновых складов, что дало возможность в сжатые сроки создать емкость, обеспечивающую сохранность государственного зерна. Одновременно расширялось строительство зерновых элеваторов.

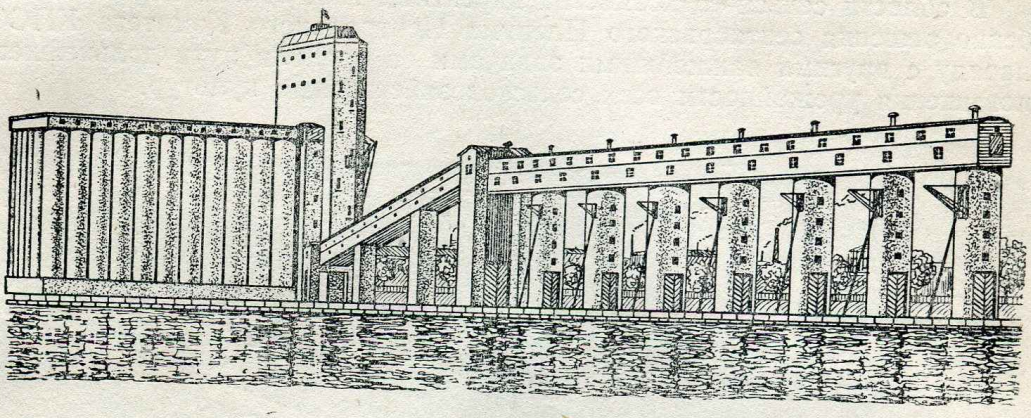


Рис. 13. Общий вид портового элеватора П-5×500 постройки 1932—1933 гг. (вид со стороны отгрузочной галереи).

Промзернопроект, обобщая опыт эксплуатации элеваторов, разработал ряд новых типов элеваторов, отражающих последние достижения элеваторно-складской техники.

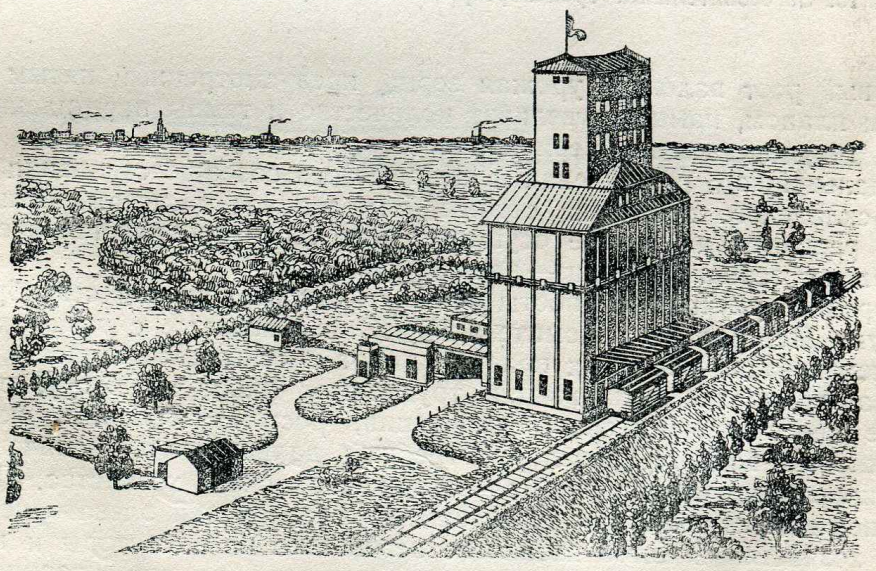


Рис. 14. Заготовительный самотечный элеватор 1939 г. емкостью 2500 *т*

К числу таких элеваторов относятся: заготовительные элеваторы З-2×100 [1] емкостью 5500 *т*, З-2×100 емкостью 11 000 *т*; производственные М-2×100, М-3×100, М-2×175 и М-3×175 [2] единой конструк-

[1] З-2×100 — заготовительный элеватор с двумя нориями производительностью 100 *т/час*.

[2] Мельничные элеваторы с двумя или тремя нориями производительностью по 100 и 175 *т/час* каждая.

ции, имеющие силосные корпуса емкостью 8000 *т* в каждой секции; портовые П-5×350 емкостью 95 000 *т* и др.

Директивы XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 гг. и постановление сентябрьского (1953 г.) Пленума ЦК КПСС наметили дальнейшие пути развития страны, обеспечивающие небывалый подъем всех отраслей народного хозяйства, рост материального благосостояния, здравоохранения и культурного уровня трудящихся.

В области сельского хозяйства директивы XIX съезда партии и особенно решения сентябрьского Пленума Центрального Комитета КПСС, наряду с другими важнейшими задачами определили пути дальнейшего повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур.

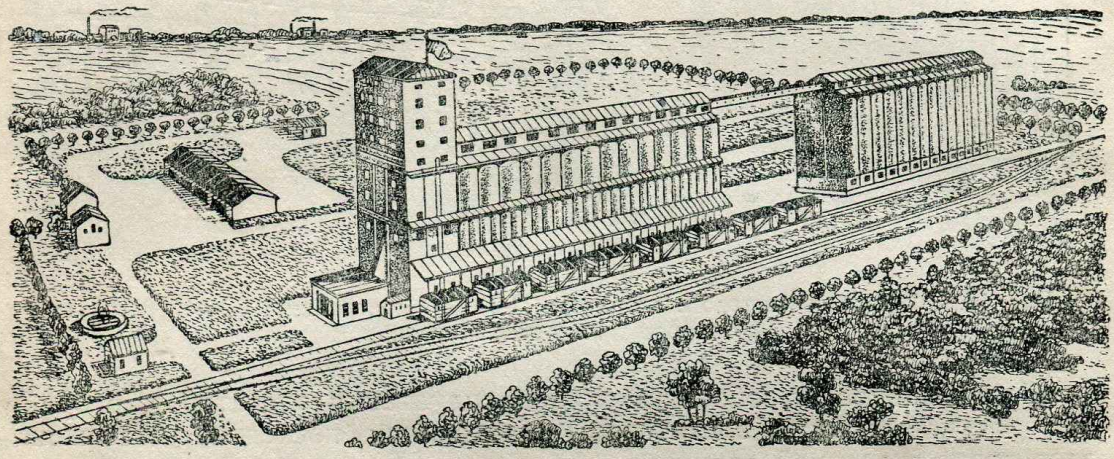


Рис. 15. Заготовительный транспортерный элеватор 1939 г. емкостью 11 000 *т*

Новый рост валового урожая зерна, предусмотренный пятым пятилетним планом, намного увеличит количество и темпы поступления зерна на государственные зернохранилища, что в свою очередь потребует дальнейшего расширения и технического совершенствования элеваторно-складского хозяйства страны. Эта задача в пятом пятилетнем плане решается на основе осуществления строительства технически совершенных зернохранилищ — элеваторов.

Коренное улучшение работы МТС на основе решения сентябрьского Пленума Центрального Комитета КПСС и связанные с этим завершение механизации основных полевых работ в сельском хозяйстве, широкое развертывание механизации трудоемких работ по погрузке и разгрузке сельскохозяйственной продукции, рост грузооборота железнодорожного и водного транспорта требуют дальнейшего увеличения механизированных предприятий элеваторно-складского хозяйства. Поэтому основное направление при строительстве предприятий элеваторно-складского хозяйства в пятой пятилетке перенесено на элеваторы и механизированные склады, обеспечивающие комплексную механизацию всех работ. Строительство элеваторов увеличивается в 10 раз, а механизированных складов — в 6 раз по сравнению с четвертой пятилеткой.

Наряду с расширением объемов строительства элеваторов и складов намечен дальнейший рост механизации работ на всех операциях с хлебными грузами и главным образом с тарными.

Производственные процессы вновь строящихся элеваторов совершенствуются на основе новой техники, механизации и электрификации.

Широко внедряются централизация и автоматизация производственных процессов на элеваторах; централизуется контроль за качеством зерна, хранящегося на элеваторе, с последующим включением системы центра-

лизованного контроля в общую схему автоматизации производственного процесса.

Прогрессивные методы хранения зерна — активное вентилирование и газовое обеззараживание, оправдавшие себя на практике хранения зерна в складах, находят широкое применение на элеваторах.

Изменяется конструкция элеваторов. Укрупнение колхозов и сокращение в связи с этим количества высеваемых сортов зерна устранили необходимость в сооружении силосов элеватора небольшой емкости.

Разрабатываются также новые методы строительства элеваторов, в частности из сборного железобетона. Это позволит широко внедрить индустриальные методы строительства, сократить расход материалов и значительно ускорить процесс строительства.

Наша страна, страна победившего социализма, вступила в новый этап своего исторического развития — период постепенного перехода от социализма к коммунизму. На этом этапе дальнейшее совершенствование элеваторно-складского хозяйства будет итти по пути полной механизации всех производственных процессов, широкого внедрения автоматизации на всех этапах производства.

ГЛАВА II

ЗАДАЧИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕВАТОРНО-СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Всякая хозяйственная деятельность неизбежно связана с необходимостью иметь некоторые запасы материальных ценностей (средств потребления и средств производства). Размеры и формы образования этих запасов зависят от социально-экономического строя общества. «Какова бы ни была общественная форма запаса продуктов, его сохранение требует издержек: построек, вместилищ, и т. д., являющихся хранилищами продукта; требует также, смотря по природе продукта, больше или меньше труда и средств производства, которые приходится затрачивать для предотвращения вредных влияний»[1].

Каждое предприятие при производстве торгово-распределительных, заготовительных, промышленных, строительных или транспортных операций нуждается в специально организованном хозяйстве, служащим для него материально-технической базой. Такое хозяйство называется складским.

В зависимости от рода предприятия и его размеров складские операции, оставаясь неизменными в своем существе, будут частично видоизменять свой характер. Хранение продуктов труда требует помещений — хранилищ, оборудование которых зависит от места расположения их, масштаба деятельности и т. д. Строительство хранилищ осуществляется в соответствии с планом развития народного хозяйства, свойств продукта, количества его и назначения.

Проблема сохранения продуктов производства требует своего разрешения на всех стадиях продвижения их — с момента выхода из производства до момента потребления.

Обращение материальных фондов внутри страны с чисто технической стороны представляет совокупность транспортных и складских процессов.

Транспортные процессы имеют целью перемещение продуктов, а складские — подготовку продуктов к транспортированию, к производственному потреблению, приему и отпуску их на транспорт. Все эти процессы являются «...процессами производства, которые только продолжаются в обращении и производительный характер которых, следовательно, лишь затушевывается формой обращения»[2].

Работа хранилищ в процессе производства начинается с момента поступления продукта. Первая важная функция хранилищ — прием, определение качества и количества поступающего продукта. Вторая функция — подготовка продуктов к потреблению либо в производстве, либо в сфере потребления. Многие продукты, поступающие в хранилища от промышленности, сельского хозяйства, требуют очистки, сортирования по качеству, высушивания и т. п. Большинство этих работ производят

[1] К. Маркс. Капитал, т. II глава VI, стр. 141, Партиздат, 1950.
[2] К. Маркс. Капитал, т. II, глава VI, стр. 133, Партиздат, 1950.

в хранилищах, действующих в сфере обращения. Выполнение перечисленных функций превращает их как бы в заготовительные цехи производства и их работа, следовательно, является началом производственного процесса предприятия.

Таким образом, хранилища в процессе расширенного социалистического воспроизводства выполняют следующие функции: 1) сохраняют сырье, полуфабрикаты, готовую продукцию и средства труда во время нахождения их в запасе как в сфере обращения, так и в сфере производства; 2) участвуют в транспортировании сырья и продуктов производства, выполняя работы по погрузке, выгрузке, сортированию и т. д.; 3) подготавливают сырье и материалы к производственному процессу, улучшают их качество; 4) производят работы, связанные с распределением продуктов, доводят их до потребителя, до рабочих мест; 5) участвуют в процессе производства, снабжают этот процесс сырьем, вспомогательными материалами, полуфабрикатами, продуктами незавершенного производства.

1. ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО

Складское хозяйство социалистической промышленности, выполняющее рассмотренные выше функции в процессе социалистического расширенного воспроизводства, коренным образом отличается от капиталистического по характеру собственности, целям и задачам труда и по организации производства.

Эти отличия вытекают прежде всего из того, что вся продукция производства и в частности средства производства, процесс обращения которых обслуживается складами, являются социалистической собственностью и имеют назначение укреплять материальную и техническую базы социалистического производства. Социальная природа их, следовательно, коренным образом отличается от природы основного и оборотного капитала в капиталистическом хозяйстве, которое ставит главной целью извлечение максимальной прибыли за счет беспощадной эксплуатации рабочего класса.

Таким образом, склады социалистического хозяйства имеют целевую установку способствовать развитию производительных сил страны и наиболее полному и лучшему удовлетворению потребностей трудящихся. Склады же в капиталистическом хозяйстве ведут свою деятельность в интересах максимальной наживы отдельных капиталистов, получаемой в результате эксплуатации трудящихся.

Огромные различия имеются и в природе самой складской деятельности. Складские процессы являются «... продолжением процесса производства в *пределах* процесса обращения и *для* процесса обращения»[1].

Продукт без складской обработки так же, как и без перевозки, не может быть готов к потреблению, так как его надо принять из производства, сохранить, разделить на партии, погрузить и отправить, принять с транспорта, выгрузить и т. д.

Складские работы в условиях социалистической промышленности производятся постольку, поскольку это необходимо для правильного, быстрого и экономного перемещения продукта от места производства до потребителя в полном соответствии с планами обращения средств производства, являющимися составными частями единого народнохозяйственного плана.

В условиях капиталистической системы в складах производят ряд работ, которые не могут считаться производительными с общей народнохозяйственной точки зрения.

---

[1] К. Маркс. Капитал, т. II, глава VI, стр. 148. Партиздат, 1950.

Такая непроизводительная трата общественного труда находится в прямой зависимости от основного противоречия капитализма — противоречия между общественным характером производства и частным характером присвоения результатов этого труда. Товар в капиталистическом хозяйстве, вследствие бесплановости и ряда излишних торговых сделок, имеющих чисто спекулятивный характер, проходит через много случайных и ненужных звеньев.

Весьма большие различия имеются и в системе и в методах работы складов. Являясь необходимыми звеньями планового товарооборота, наши склады должны участвовать и активно участвуют в правильном, быстром и экономичном продвижении продукта от производителя к потребителю.

В условиях капиталистического общества склады вследствие анархии производства, как правило, не способствуют продвижению товаров к потребителю. Наоборот, там они часто служат средством для замедления процесса обращения и накопления запасов с целью спекулятивного повышения цен.

Нередко хранящиеся на складах продукты производства, принадлежащие отдельным капиталистам, уничтожаются с целью искусственного повышения цен или вследствие того, что хранение их становится убыточным.

Элеваторно-складское хозяйство, являющееся частью огромного складского хозяйства нашей страны, осуществляет в соответствии с государственными планами прием, организованное хранение и отпуск зерна и продуктов его переработки с целью удовлетворения в них потребностей населения и промышленности.

Как можно заключить из сказанного, народнохозяйственное значение элеваторно-складского хозяйства весьма велико; оно призвано сохранять количество и улучшать качество хлебопродуктов, организовывать длительное и рентабельное хранение их, а также подготавливать партии зерна в соответствии с целевым назначением (для промышленности, сельского хозяйства, экспорта и др.). Объем, сроки строительства и типизация зернохранилищ [1], их техническое оснащение, правильное размещение по огромной стране, обеспечение квалифицированными кадрами проходят в строгом соответствии с нуждами и возможностями планируемого социалистического хозяйства.

Организация хранения огромных масс государственных запасов хлебопродуктов на научной основе впервые в истории осуществлена в СССР. Хлебооборот в нашей стране связан с минимальными расходами на погрузочно-разгрузочные работы, хранение и транспортирование зерна. Это достигается путем всемерной механизации операций с хлебопродуктами, эффективной борьбой с потерями, социалистической организацией труда (соцсоревнование, широкое движение рационализаторов, культурный и технический рост наших кадров и пр.).

Социалистическая система государственного планирования создает такие возможности снижения затрат на хранение хлебопродуктов, которые недостижимы в условиях анархии производства капиталистического общества. «Чем выше общественная концентрация запасов,— указывает Карл Маркс,— тем относительно меньше становятся эти расходы» [2].

---

[1] Под зернохранилищами в настоящей книге понимаются предприятия элеваторно-складского хозяйства (заготовительные пункты, реализационные базы и др.), назначение которых принимать и хранить государственное зерно и продукты его переработки, улучшать качество его во время хранения и отгружать потребителям. Для выполнения этих задач в составе зернохранилища (предприятия) имеются производственные здания (склады, элеваторы), снабженные соответствующими машинами и устройствами, и другие подсобные сооружения. Все эти здания и сооружения, как правило, располагаются на одной территории и подчинены единому хозяйственному руководству.

[2] К. Маркс. Капитал, т. II, стр. 141, Партиздат, 1950.

Зернохранилища в капиталистических странах построены и функционируют только с целью получения максимальной прибыли.

Хлебные монополии — собственники зернохранилищ и хлебопродуктов — устанавливают и диктуют цены на хлеб как внутри страны, так и на внешнем рынке. В первом случае они разоряют мелких производителей хлеба политикой низких цен, сохраняя одновременно высокие розничные цены на хлеб — основной продукт питания населения. Во втором случае монополисты навязывают (иногда силой) экономически слабым странам не выгодные для последних цены.

Владельцы элеваторов и складов в капиталистических странах тесно связаны с биржами. Зерно является объектом биржевого ажиотажа и спекуляции. Строительство и размещение зернохранилищ носят случайный, бесплановый характер.

Только в условиях социалистического планирования возможно рационально увязывать и сочетать работу элеваторно-складского хозяйства (использование емкости и оборудования, рентабельность хранения) с сельским хозяйством (хлебопоставки), транспортом (объем перевозок), промышленностью и торговлей.

Преимущества советского элеваторно-складского хозяйства перед капиталистическим непосредственно вытекают из преимуществ советского общественного строя перед строем капиталистическим.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

В связи с непрерывным ростом валового сбора зерна и необходимостью правильного планирования государственного хлебооборота вопросы рационального построения сети зернохранилищ и их оборудования приобретают большое народнохозяйственное значение.

Все увеличивающееся поступление зерна государству, необходимость полностью сохранить его без потерь требуют создания новых типов хранилищ, отвечающих высокому уровню благосостояния нашей страны, ее обеспеченности хлебными ресурсами.

Изучить потребность страны в зернохранилищах, найти наилучшее решение вопроса об их типах и построении сети — значит сэкономить стране большие материальные средства. Удачное построение и оборудование сети зернохранилищ не менее важны и с точки зрения экономии ежегодных оперативных затрат на них.

Расходы на заготовки, хранение и распределение хлеба достигают сотен миллионов рублей в год, поэтому бережное расходование этих средств может сэкономить солидную сумму.

Одной из наиболее важных задач рационального проектирования и правильной эксплуатации зернохранилищ является максимальное уменьшение потерь зерна. Ликвидация этих потерь сохранит народному хозяйству тысячи тонн зерна.

Процесс обращения зерна от момента поступления его на заготовительные пункты до передачи в производственные или портовые хранилища с промежуточными этапами (перевалка зерна с одного вида транспорта на другой, остановки во время перевозок, связанные с более или менее длительным хранением, и т. д.) обслуживается системой зернохранилищ с различной механизацией, оборудованием, емкостью и местоположением.

Изучение всего многообразия зернохранилищ возможно путем выделения наиболее типичных из них, обслуживающих процесс хлебооборота на том или ином его этапе. В основу классификации можно положить общие характерно-специфические признаки, позволяющие объединить зернохранилища в отдельные группы.

Такими признаками, например, могут быть:

1) степень механизации зернохранилищ (механизированные и немеханизированные);

2) конструктивные особенности зернохранилища (напольное, закромное, силосное);

3) условия хранения зерна (с хорошим доступом воздуха или без доступа воздуха);

4) характер преобладающих основных производственных операций и основные функции, выполняемые зернохранилищами.

Первые два признака чисто технические и в силу этого не могут полностью характеризовать зернохранилище. Третий признак исключительно биологический, также характеризующий зернохранилище односторонне и в силу этого не приемлем для целей более полной классификации. Четвертый признак, по своему содержанию технико-экономический, более полно характеризует зернохранилища и потому может быть положен в основу классификации.

Принятая в СССР система классификации зернохранилищ построена в соответствии с их производственными функциями.

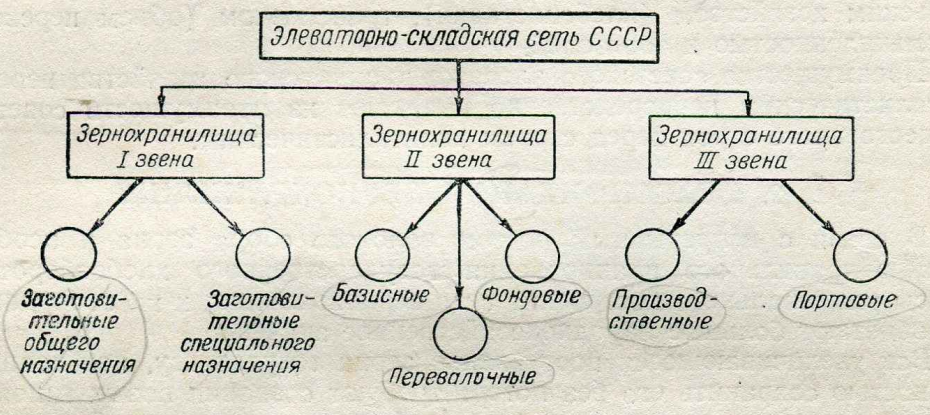


Рис. 16. Схема классификации зернохранилищ

Всю систему зернохранилищ в стране можно условно разбить на три основных звена: I звено — прием зерна от сельского хозяйства, хранение его, улучшение качества и отгрузка; II звено — прием и хранение зерна с целью создания оперативных запасов и государственных фондов; прием зерна с одного вида транспорта и передача его на другой вид транспорта; III звено — прием и хранение зерна с последующей его передачей на перерабатывающие зерно предприятия либо на экспорт. Каждому звену свойственны свои особенности и, следовательно, присущи свои типы зернохранилищ.

Приняв за основу сказанное выше, можно наметить схему классификации зернохранилищ. Такая схема приведена на рис. 16.

Основные функции зернохранилищ первого звена — прием зерна от сельского хозяйства, хранение его, уход за ним во время хранения и отгрузка по целевому назначению. Эти зернохранилища служат связующим звеном между производителями зерна и потребителями. Выполняемые ими основные функции — заготовки зерна — дают основание присвоить им название заготовительных зернохранилищ.

В свою очередь заготовительные зернохранилища можно подразделить на два основных типа: первый включает зернохранилища общего назначения, принимающие зерно почти всех культур, выращиваемых сельским хозяйством; второй тип — зернохранилища специального назначения, выполняющие те же основные функции, что и первые, но предназначенные для приема и хранения зерна некоторых культур, требующих специальных условий хранения (кукуруза, семенное зерно, бобовые, рис и т. д.).

2) конструктивные особенности зернохранилища (напольное, закромное, силосное);

3) условия хранения зерна (с хорошим доступом воздуха или без доступа воздуха);

4) характер преобладающих основных производственных операций и основные функции, выполняемые зернохранилищами.

Первые два признака чисто технические и в силу этого не могут полностью характеризовать зернохранилище. Третий признак исключительно биологический, также характеризующий зернохранилище односторонне и в силу этого не приемлем для целей более полной классификации. Четвертый признак, по своему содержанию технико-экономический, более полно характеризует зернохранилища и потому может быть положен в основу классификации.

Принятая в СССР система классификации зернохранилищ построена в соответствии с их производственными функциями.

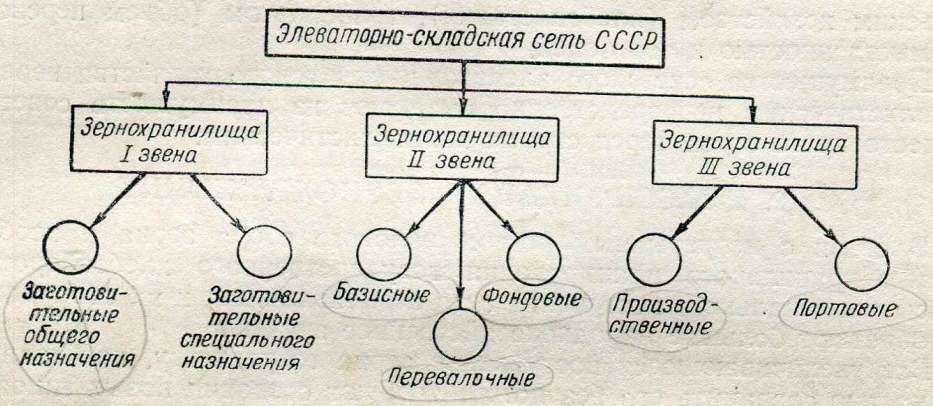


Рис. 16. Схема классификации зернохранилищ

Всю систему зернохранилищ в стране можно условно разбить на три основных звена: I звено — прием зерна от сельского хозяйства, хранение его, улучшение качества и отгрузка; II звено — прием и хранение зерна с целью создания оперативных запасов и государственных фондов; прием зерна с одного вида транспорта и передача его на другой вид транспорта; III звено — прием и хранение зерна с последующей его передачей на перерабатывающие зерно предприятия либо на экспорт. Каждому звену свойственны свои особенности и, следовательно, присущи свои типы зернохранилищ.

Приняв за основу сказанное выше, можно наметить схему классификации зернохранилищ. Такая схема приведена на рис. 16.

Основные функции зернохранилищ первого звена — прием зерна от сельского хозяйства, хранение его, уход за ним во время хранения и отгрузка по целевому назначению. Эти зернохранилища служат связующим звеном между производителями зерна и потребителями. Выполняемые ими основные функции — заготовки зерна — дают основание присвоить им название заготовительных зернохранилищ.

В свою очередь заготовительные зернохранилища можно подразделить на два основных типа: первый включает зернохранилища общего назначения, принимающие зерно почти всех культур, выращиваемых сельским хозяйством; второй тип — зернохранилища специального назначения, выполняющие те же основные функции, что и первые, но предназначенные для приема и хранения зерна некоторых культур, требующих специальных условий хранения (кукуруза, семенное зерно, бобовые, рис и т. д.).

Зернохранилища второго звена принимают зерно в основном от зернохранилищ первого звена (не исключена возможность приема зерна непосредственно от сельского хозяйства) с целью лечения (сушка, уничтожение вредителей), или хранения его в течение длительного времени как государственных фондов, либо для создания оперативных запасов в крупных пунктах перевалки, потребления и переработки зерна.

В зависимости от выполнения основных функций зернохранилища второго звена подразделяют на:

п е р е в а л о ч н ы е — предназначенные для передачи зерна с одного вида транспорта на другой (с железнодорожного на водный или наоборот);

ф о н д о в ы е — обеспечивающие хранение государственных резервов зерна, создающих условия для планового снабжения населения страны хлебом;

б а з и с н ы е — назначение которых хранить оперативные запасы для обеспечения снабжения зерном населения больших городов, крупных перерабатывающих предприятий, а также операций по перевалке зерна с одного вида транспорта на другой.

Зернохранилища третьего звена как бы завершают хлебооборот, принимают зерно от первого и второго звеньев и направляют его либо на предприятия для переработки в муку и крупу, либо отгружают за пределы страны.

Зернохранилища третьего звена также подразделяют в зависимости от основных функций на:

п р о и з в о д с т в е н н ы е — обеспечивающие снабжение перерабатывающих предприятий зерном требуемого качества;

п о р т о в ы е — аккумулирующие партии зерна требуемого качества и отгружающие их на морские суда для экспорта.

Приведенная классификация зернохранилищ в значительной степени условная, так как в действительности в одном зернохранилище часто совмещаются не только основные функции данного звена (фондовый, перевалочный, базисный и т. д.), но и функции других звеньев (заготовительный и фондовый, заготовительный и производственный и т. д.). Тем не менее эта схема классификации позволяет обобщить разнообразные типы зернохранилищ, свести в определенные группы и тем облегчить их изучение.

3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗЕРНОХРАНИЛИЩАМ

Требования, предъявляемые к зернохранилищам, весьма многочисленны и разнообразны. Определяются они многими факторами, продиктованными стремлением обеспечить полную сохранность зерна при минимальных затратах материальных средств и человеческого труда.

Очевидно, любое зернохранилище должно прежде всего удовлетворять ряду условий, вытекающих непосредственно из природы и свойств хранимых продуктов, а также требованиям эксплуатационного и технико-экономического порядка. В основном эти требования можно свести к следующему.

Здания зернохранилища должны строиться на незатопляемом сухом месте. Грунт под здания выбирают надежный, не требующий дорогостоящих работ по его укреплению.

Уровень грунтовых вод должен быть низким или, в крайнем случае, должна быть обеспечена возможность отвода их.

Все операции зернохранилищ связаны с необходимостью перемещать зерно как при приеме и отпуске его, так и при хранении, очистке, лечении, сушке и пр. Следовательно, зернохранилища должны располагать оборудованием для транспортирования зерна, по своему типу и произ-

водительности соответствующим объему и характеру намечаемых операций.

Устройства для приема и отпуска зерна должны быть оборудованы применительно к способам транспортирования зерна в данной местности: на автомобилях, в вагонах, на речных или морских судах, насыпью или в таре. В настоящее время эти устройства снабжены стационарными или передвижными установками с целью механизации погрузочно-разгрузочных работ. Фронт приема и отпуска должен быть достаточным.

Зерно (и отходы) взвешивают в зернохранилищах при всех операциях, поэтому в них обязательно устанавливают весы.

Из опыта известно, что хранение зерна протекает более успешно в тех случаях, когда его предварительно очищают от различного рода посторонних примесей органического и неорганического происхождения. Однако необходимость очистки зерна не ограничивается только требованиями, вытекающими из условий хранения. Очистка необходима также в связи с требованиями, предъявляемыми к качеству зерна, отгружаемого из зернохранилищ для переработки или на экспорт. Наконец, перемещение больших масс зерна дает значительную экономию в транспортных средствах, если перевозится зерно, предварительно очищенное от примесей.

Отсюда понятна необходимость иметь при зернохранилищах зерноочистительные установки, тип и производительность которых были бы экономически оправданы.

Здания зернохранилищ должны обладать прочностью и долговечностью; строить их следует из материалов, распространенных в данной местности. Они должны хорошо защищать зерно от влияния внешней температуры (резкие колебания наружной температуры не должны восприниматься зерном) и атмосферных осадков; от повреждения насекомыми и грызунами (и предусматривать возможность эффективной борьбы с ними), от хищений, пожара, потерь.

При перемещении зерна внутри хранилищ выделяется пыль, вредная как для обслуживающего персонала, так и для машин, а также весьма опасная с точки зрения возможности ее взрыва при определенных условиях.

Поэтому в зернохранилищах с большим объемом работ с зерном необходимо иметь аспирационные установки с приспособлениями для удаления пыли из помещения.

В результате очистки и обеспыливания зерна получаются различные отходы и пыль, которые необходимо удалять из зернохранилища в особые помещения.

Перемещение зерна, очистка, сушка и другие операции с зерном не должны ухудшать его качества.

Зернохранилище должно быть приспособлено к намеченному способу хранения зерна: насыпью или в таре.

Емкость зернохранилища, а также мощность оборудования обосновываются экономическими данными и соответствующими расчетами.

При зернохранилище необходимо устраивать вспомогательные здания и сооружения, обслуживающие его (контора, лаборатория, мастерские и пр.).

Для борьбы с возможным возникновением пожара зернохранилище снабжают соответствующим устройством и необходимым противопожарным оборудованием.

Осуществление перечисленных основных требований позволяет обеспечить рациональные условия хранения зерна с минимальными потерями и затратами средств, а также улучшить качество зерна во время хранения.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ СЕТИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Все хранилища с точки зрения их устройства и оборудования могут быть разделены на две основные группы: 1) склады специальные, в которых хранятся продукты только одного определенного наименования, например склады для зерна, нефти, угля и т. д., и 2) склады общие, или, как их обыкновенно называют, склады генеральных грузов, на которые могут поступать предметы различных наименований (например железнодорожные пакгаузы).

Для обслуживания какого-либо потока продуктов одного или нескольких наименований существует определенная система хранилищ. Последние связаны последовательностью передачи продуктов и составляют сеть хранилищ данного назначения. В каждом из этих хранилищ размеры запасов продуктов в течение года меняются. Поэтому крайне важно, чтобы наибольшие запасы, образовавшиеся в тот или другой период года, полностью вместились в предназначенные для них хранилища, т. е. емкость всей сети хранилищ должна в каждый отдельный момент быть достаточной для размещения образовавшихся запасов. При этом несущественно, какая часть емкости приходится на хранилище того или другого типа, но несомненно, что сокращение емкости на определенную величину, например базисных зернохранилищ, должно повлечь за собой увеличение емкости производственных или заготовительных зернохранилищ.

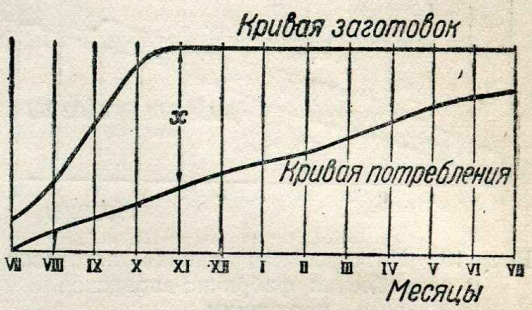


Рис. 17. Интегральная кривая заготовок и потребления сельскохозяйственных продуктов

Величина емкости как отдельных хранилищ, так и всей сети базируется на определенных экономических предпосылках. Увеличение емкости сверх необходимого минимума не должно иметь места, так как этим повышаются только накладные расходы без всякой пользы для дела.

При расчете необходимой емкости по наибольшему запасу хранилища оказываются в какой-то период года недоиспользованными, особенно специальные хранилища для продуктов сельскохозяйственного производства, в том числе зерна. Эти хранилища полностью загружаются после сбора урожая, а затем постепенно освобождаются, т. е. вся емкость сети хранилищ для сельскохозяйственных продуктов полностью используется один раз в год, как это видно из схемы заготовок и расхода сельскохозяйственных продуктов, приведенной на рис. 17. Если по оси абсцисс этой схемы отложить промежутки времени в месяцах, а по оси ординат — суммы заготовок и суммы потребления данного продукта за все предшествующее время с начала года на первое число того или другого месяца за вычетом зерна, находящегося в пути, то наибольшая разница ординат выразит максимальное накопление продукта за весь год (емкость сети и должна соответствовать этой наибольшей разнице).

Иначе обстоит дело с продукцией фабрик и заводов. Здесь расход и возобновление запасов могут итти почти непрерывно, вследствие чего достижимо гораздо лучшее использование емкости сети хранилищ (рис. 18). Поэтому емкость хранилищ, принятая в соответствии с наибольшей ординатой, будет использована в течение года гораздо равномернее, чем для сельскохозяйственных продуктов.

Эти положения, будучи совершенно справедливыми для целой сети, требуют значительного уточнения для хранилищ различного назначения.

Так, заготовительное хранилище сельскохозяйственных продуктов, в первую очередь зерна, получает продукты, собранные в прилегающем районе, и если в период заготовок производится интенсивная отгрузка на железную дорогу, то при сравнительно небольшой емкости хранилища можно пропустить значительное количество продуктов. В этом случае хранилище сделает несколько оборотов, которые зависят от грузооборота и его емкости (под грузооборотом понимают то количество зерна, которое прошло через данное хранилище за определенный отчетный период, чаще всего за год).

Если обозначить количество зерна, поступившего в хранилище за отчетный период, $П_р$, а количество зерна, отгруженного за тот же период, $О_т$, то оборот хранилища A_o будет равен:

$$A_o = \frac{П_р + О_т}{2}. \qquad (II, 1)$$

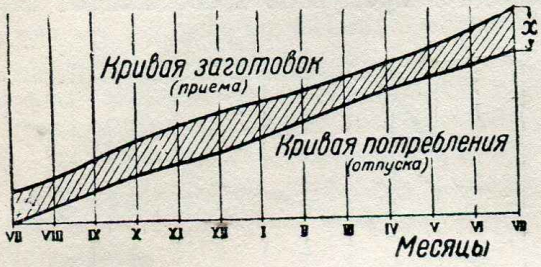


Рис. 18. Интегральная кривая заготовок и потребления фабрично-заводской продукции

Отношение грузооборота к емкости хранилища $E_м$ называется коэффициентом оборота K_o, т. е.

$$K_o = \frac{A_o}{E_м} = \frac{П_р + О_т}{2E_м}. \qquad (II, 2)$$

Коэффициент оборота хранилища K_o есть условное понятие, характеризующее степень интенсивности эксплуатации хранилища в течение года.

Динамика работы хранилища яснее всего может быть представлена построением интегральных кривых приема и отпуска, разность ординат которых характеризует на каждый момент степень накопления грузов в хранилище. Имея за несколько лет кривые приема-отпуска или будучи в состоянии задаться определенным режимом хранилища в течение года, можно легко определить необходимую его емкость.

Чем меньше будет отгрузка продуктов в период заготовок, тем больше будет накапливаться продукта, тем бóльшую емкость придется придать хранилищу.

Емкости зернохранилищ заготовительных, базисных, фондовых, перевалочных, портовых и производственных находятся в тесной зависимости друг от друга. Увеличение емкости заготовительных зернохранилищ позволяет уменьшить емкость базисных и наоборот, но по абсолютной величине эти уменьшения и увеличения не равны. Емкость заготовительных зернохранилищ можно снизить на бóльшую величину, так как базисные зернохранилища получают зерно из разных районов и поэтому период их работы продолжается дольше, чем заготовительных зернохранилищ.

Учитывая роль базисной емкости в общей сети элеваторно-складского хозяйства, пленум Технического совета Министерства заготовок в 1943 г. отметил положительное значение базисных зернохранилищ, позволяющих сократить общую емкость сети и рационализировать перевозки зерна.

Дальнейшее развитие базисных зернохранилищ нашло конкретное преломление в плане строительства зернохранилищ страны на 1951—1955 гг. В этом плане наряду со строительством большого числа заготовительных предусматривается строительство базисных зернохранилищ в местах перевалки и крупного потребления хлеба.

Портовые зернохранилища ведут напряженную работу в сезон вывоза зерна за границу; в это время они могут делать значительное число оборотов. По окончании сезона использование портовых зернохранилищ сильно снижается, но оно может быть повышено за счет придания им характера фондовых или базисных

Сравнительно просто разрешается вопрос использования емкости производственных зернохранилищ. Передавая зерно в производство, они могут непрерывно пополнять убыль, получая новые партии с базисных или заготовительных зернохранилищ.

Заполнение сети хранилищ сельскохозяйственных продуктов, в том числе зернохранилищ, подчинено определенному плану и в каждом конкретном случае решается, исходя из экономических соображений.

Если продукты поступают и не отгружаются с заготовительного зернохранилища, емкость последнего, естественно, должна быть бо́льшей, чем при наличии отгрузки.

После окончания поступления основного количества зерна в зернохранилище отпадает необходимость форсировать отгрузки с этого зернохранилища и становится полезным ускорить отгрузки из зернохранилища другого района, где заготовки еще продолжаются. К моменту общего прекращения заготовок все зернохранилища страны должны быть заполнены.

При организации сети зернохранилищ и определении емкости необходимо считаться с возможностью колебания урожая по отдельным годам в том или другом районе, вследствие чего в отдельном районе могут возникнуть транспортные затруднения и появится необходимость во временных хранилищах для зерна.

Учитывая сказанное, общая емкость всей сети зернохранилищ может быть выражена следующей зависимостью:

$$C_н \leqslant E^п_з + E^{вр}_з + E^п_б + E^{вр}_б + E^п_ф + E^{вр}_ф + E^п_п + E^{вр}_п + E^п_м + E^{вр}_м + E_т, \quad (II, 3)$$

где $C_н$ — наибольшее скопление зерна в стране;

$E^п_з$ — емкость постоянных заготовительных зернохранилищ;

$E^{вр}_з$ — емкость временных заготовительных зернохранилищ;

$E^п_б$, $E^п_ф$, $E^п_п$, $E^п_м$ — емкость постоянных базисных, фондовых, портовых и производственных зернохранилищ;

$E^{вр}_б$, $E^{вр}_ф$, $E^{вр}_п$, $E^{вр}_м$ — емкость временных базисных, фондовых, портовых и производственных зернохранилищ;

$E_т$ — количество зерна, находящееся при исчислении в стадии перевозок.

В приведенной формуле емкости различных типов зернохранилищ претерпевают сезонные колебания, особенно это относится к величине емкостей временных зернохранилищ и той части зерна, которая находится на транспорте.

Наибольшие величины колебаний емкостей будут естественно перед реализацией урожая и в конце хлебозаготовительного периода.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Говоря о процессах хранения следует всегда выделять ту их часть (очистка, сушка и т. д.), которая связана с доработкой и переработкой продукта. Эта часть работы носит четко выраженный производственный характер и составляет существенную часть производственного процесса хранилища. Исходя из этого можно сказать, что в основе всякого процесса хранения лежат определенные производственные процессы.

Операции с хлебопродуктами в зернохранилищах строят на основе определенных производственных процессов, подготавливающих принятые хлебопродукты для снабжения потребителя. Связанное с этим движение хлебопродуктов в зернохранилище в соответствии с их видами, качественными признаками и назначением требует определенной системы, очередности и порядка в приеме, хранении, предварительной подготовке, выдаче и учете. Эта система определяется характером производственного процесса зернохранилища, его разветвленностью.

Основными операциями производственного процесса зернохранилища являются: прием, улучшение качества (очистка, проветривание, подсортировка, калибровка, сушка), хранение и отпуск хлебопродуктов.

Каждая из этих операций представляет один из этапов производственного процесса, причем прием и отпуск хлебопродуктов в основном связаны с транспортированием их, а улучшение качества и хранение — по существу технологические процессы.

Таким образом, в зернохранилище наряду с процессами чисто транспортного характера имеют место процессы технологического порядка. Взаимная связь транспортных и технологических процессов определяет характер производственного процесса зернохранилища, отличительными особенностями которого являются:

— большая производительность по приему и отпуску хлебопродуктов, вызванная необходимостью в быстрой разгрузке и погрузке прибывающего подвижного состава транспорта, особенно в период заготовок;

— обязательный контроль качества и учет количества хлебопродуктов на всех этапах (операциях) производственного процесса;

— наличие технологических процессов, призванных обеспечить сохранность, улучшение качества хлебопродуктов, поступающих в зернохранилище.

Благоприятные физические свойства зерна (хорошая сыпучесть) создают все условия для широкого применения в элеваторно-складском хозяйстве разнообразных транспортных средств и полной механизации перемещения больших потоков зерна. Применение для перемещения зерна в основном машин непрерывного транспорта дает возможность осуществлять в зернохранилищах поточный процесс значительной производительности.

Контроль качества хлебопродуктов, как уже было сказано, применяется обязательно на всех этапах производственного процесса. Такими этапами являются: прием, отпуск и улучшение качества (очистка, сушка и др.) хлебопродуктов. Контроль при приеме и отпуске преследует цель определения качества поступающих либо отгружаемых хлебопродуктов. Контроль при улучшении качества зерна оценивает эффективность технологического процесса.

Для количественного учета хлебопродуктов в зернохранилищах узаконен весовой контроль. Все остальные способы количественного учета, как-то: линейные обмеры, объемная мерная тара и др., запрещены.

В элеваторно-складском хозяйстве количественному учету подвергают все хлебопродукты и их отходы на всех этапах производственного процесса.

Технологические процессы зернохранилищ в основном преследуют цели: улучшать качество принятых хлебопродуктов, доводить их до состояния, при котором возможно длительное хранение, составлять для перерабатывающей промышленности необходимые смеси из партий зерна, различных по качеству, и т. д. Эти процессы выполняются при помощи разнообразных машин, зерносушилок, установок для активного вентилирования и обеззараживания хлебопродуктов и т. д.

Очередность, взаимную связь отдельных этапов производственного процесса можно представить в виде схемы, дающей наглядное представление о месте транспортных и технологических операций в общей схеме производственного процесса зернохранилища.

В зависимости от полноты и конкретности схемы производственного процесса зернохранилища могут быть разработаны в 3 видах:

Структурная схема производства, приведенная на рис. 19, дает общее решение увязки основных процессов, определяет место и очередность отдельных этапов производственного процесса без решения частных вопросов (вида транспорта, типа машин и т. д.).

Принципиальная схема производства (рис. 20) является дальнейшей конкретизацией структурной схемы. Принципиальная схема дает решения отдельных этапов производственного процесса, определяет тип и характер оборудования, включенного в схему, а также последовательность процессов.

Рабочая схема производства (схема движения хлебопродуктов) представляет собой конкретизированную принципиальную схему (рис. 21). Отличие ее от принципиальной схемы заключается в указании числа и параметров машин, механизмов и установок, отражающих фактическое положение на конкретном зернохранилище.

Принципы построения схем производства зернохранилища проследим на конкретных примерах.

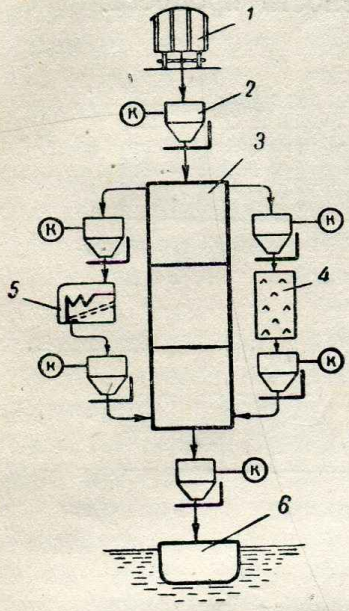


Рис. 19. Структурная схема пристанского зернохранилища:

1—железнодорожный вагон; *2*—весы; *3*—зернохранилище; *4*—зерносушилка; *5*—зерноочистительное оборудование; *6*—баржа; *к* — место контроля качества

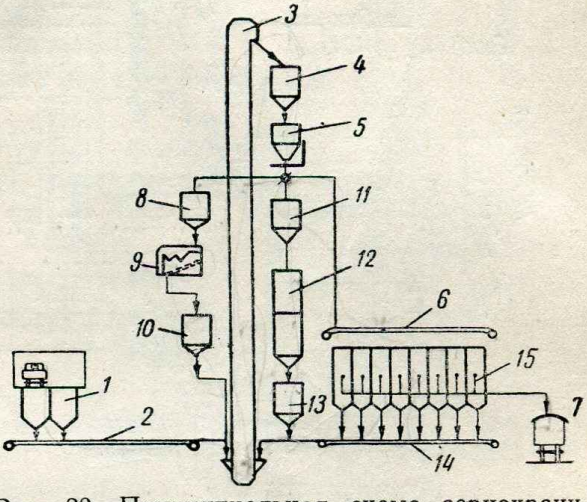


Рис. 20. Принципиальная схема зернохранилища:

1—приемное устройство с автомобильного транспорта; *2*—транспортер для приема зерна с автомобильного транспорта; *3*—нория; *4*—надвесовая емкость; *5*—весы; *6*—верхний транспортер; *7*—отпускное устройство на железнодорожный транспорт; *8*—надсепараторная емкость; *9*—сепаратор; *10*—подсепараторная емкость; *11*—надсушильная емкость; *12*—зерносушилка; *13*—подсушильная емкость; *14*—нижний транспортер; *15*—силосный корпус

Структурная схема заготовительного прирельсового зернохранилища (рис. 22) дает наглядное представление о структуре производственных процессов, связывающих между собой транспорт, зернохранилище и основные технологические установки (зерноочистительные, зерносушильные и др.). Кроме того, она определяет место количественного учета и контроля качества в схеме производства.

На рис. 23 структурная схема производства портового зернохранилища отражает основную специфику этого типа зернохранилища — прием зерна с водного и железнодорожного транспорта, улучшение его качественных показателей и отгрузку зерна на суда или железную дорогу.

Как видно из приведенных двух структурных схем производства, они являются общими для ряда зернохранилищ и поэтому могут быть приняты как типовые для однородных предприятий.

На основе принятой структурной схемы производства разрабатывается принципиальная схема путем: а) конкретизации отдельных этапов производства; б) определения последовательности основных операций; в) конкретизации типа хранилища; г) выбора транспортного и технологического оборудования.

При проектировании принципиальной схемы производства необходимо, чтобы она отвечала следующим основным требованиям:

— обеспечивала все операции с хлебопродуктами, предусмотренные структурной схемой;

— имела гибкость, позволяющую при минимальном количестве основного оборудования выполнять все запланированные операции;

— обеспечивала непрерывность процесса, создающего условия максимальной механизации и автоматизации процессов производства.

Первое и второе требования обеспечиваются путем правильного подбора и расстановки оборудования.

Для выполнения третьего требования — поточность процесса — необходимо создать такие условия работы всего оборудования, при которых разнородные машины не мешали бы непрерывности процесса.

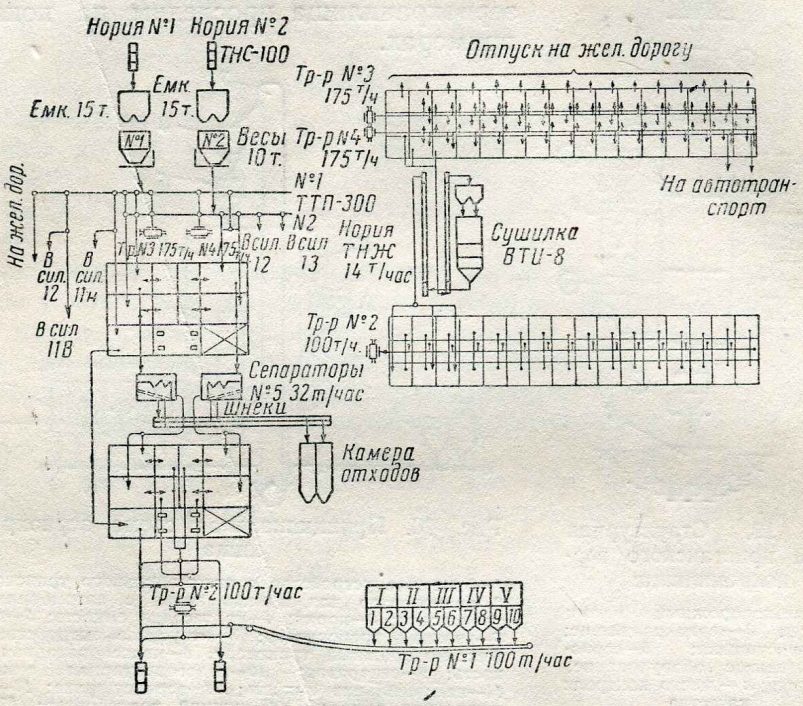


Рис. 21. Рабочая схема заготовительного зернохранилища — схема движения хлебопродуктов на элеваторе

Применение в зернохранилищах различных типов транспортных машин непрерывного действия создает все условия для организации поточного процесса. Однако необходимость включать в производственную схему установки периодического действия (весы) либо оборудование, отличное по производительности от основного потока (сепараторы, зерносушилки), требует применения специальных устройств, назначение которых — уравнивать условия работы всего оборудования, включенного в поток.

Такими устройствами служат специальные емкости, включаемые в поток до и после оборудования, принцип работы или производительность которого нарушает поточность процесса.

Так, при включении в поток ковшевых весов, работающих периодически, непрерывность процесса обеспечивается либо путем параллельного включения поочередно работающих весов (рис. 24,*а*), либо установкой специальной емкости до и после весов (см. рис. 24,*б*), назначение которой аккумулировать зерно в период выключения весов из потока [1].

[1] На практике часто подвесовую емкость заменяют повышенной производительностью транспортеров, убирающих зерно после весов.

При включении в поток оборудования, производительность которого не соответствует производительности потока, для обеспечения непрерывности процесса предусматривают до и после включенного оборудования специальные емкости (рис. 25), назначение которых — создавать запас зерна перед машиной и принимать зерно после машины, в период выключения последней из потока.

В качестве примера рассмотрим принципиальную схему производства заготовительного зернохранилища (см. рис. 22).

Принципиальная схема может быть построена на базе: передвижной механизации; стационарной механизации зерновых складов; специального зернохранилища — элеватора.

Принципиальная схема заготовительного зернохранилища, осуществленная на базе стационарной механизации типового зернового склада, может быть решена в следующем виде (рис. 26). Зерно, привозимое автомобильным транспортом, взвешивается на автомобильных весах с предварительным определением его качества, после чего разгружается в приемные лари. Из приемных ларей зерно подается норией на верхний транспортер, который перемещает его в склад.

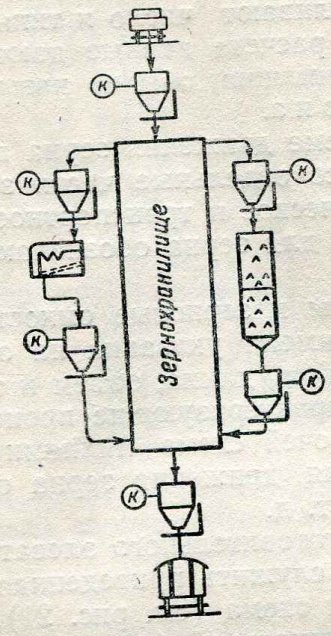


Рис. 22. Структурная схема прирельсового зернохранилища

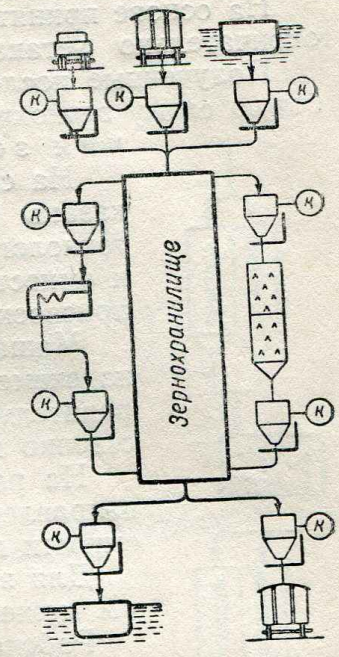


Рис. 23. Структурная схема портового зернохранилища

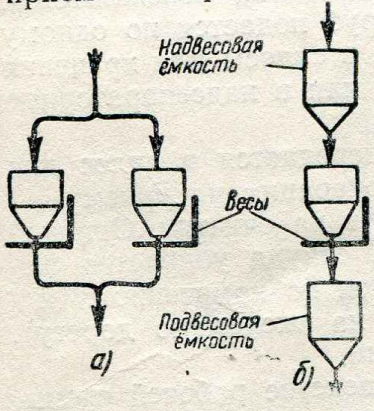


Рис. 24. Схема включения весов в поток:

а — параллельная установка двух весов; *б* — установка весов с надвесовой и подвесовой емкостями

Зерно из склада подамбарным транспортером подается на норию, весы, взвешивается, а затем может быть направлено на очистку, либо на зерносушилку, или в вагоны.

Очищенное или просушенное зерно, собранное в подсепараторных либо подсушильных бункерах, подается норией на весы и после взвешивания возвращается обратно в склад.

Принципиальная схема заготовительного зернохранилища — элеватора — приведена на рис. 27.

Поступающее на элеватор с автомобильного транспорта зерно проходит контроль качества, затем взвешивается (обычно на автомобильных весах). Взвешенное зерно разгружают в приемные лари и оттуда транспортером направляют на норию. Последняя подает зерно на весы для вторичного взвешивания. После весов зерно при помощи верхнего транспортера поступает в силосы элеватора, либо на надсепараторные емкости для очистки, или в отгрузочные бункеры для последующей отгрузки на железную дорогу. Очищенное или просушенное зерно из подсепараторных или подсушильных емкостей подается норией на весы, а затем в силосы. Зерно из силосов нижним транспортером подается на норию с последующей передачей его по одному из перечисленных ранее направлений.

Приведенные схемы (см. рис. 26 и 27) дают принципиальное решение производственного процесса зернохранилища, указывают возможные операции, их последовательность и являются основанием для дальнейших расчетов количества и производительности машин, количества и величины оперативных емкостей.

На основе принятой принципиальной схемы и расчетов (см. гл. VII) окончательно устанавливают число и типы машин, их параметры и т. д.

Полученные после расчета данные дают возможность построить рабочую схему зернохранилища, обычно называемую схемой движения зерна.

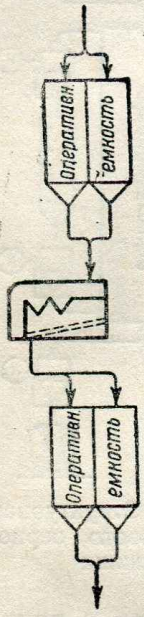


Рис. 25. Схема включения машин, имеющих производительность, отличную от производительности потока

На схеме движения зерна в условных обозначениях показаны все отдельные части зернохранилища и основное технологическое и транспортное оборудование. Все машины и емкости для зерна обозначают тем номером, который им присвоен.

Машины и зерновые емкости (лари, бункеры, силосы) на схеме имеют указания на основные параметры (производительность, длина, объем и т. д.), количественно и качественно характеризующие процесс производства.

На рабочей схеме линиями показаны все возможные направления движения зерна от машины к машине или емкости и т. д.

Для заготовительного элеватора примером рабочей схемы может служить приведенная на рис. 21.

Рабочая схема (см. рис. 21), разработанная на основании принципиальной (см. рис. 27), представляет собой полное изображение производственного процесса на заготовительном элеваторе.

Зерно, принятое в приемные лари, транспортером направляется на одну из двух норий элеватора, которой затем подается в надвесовой ларь.

Из этого ларя зерно поступает на весы, взвешивается, а затем при помощи поворотных труб подается по одному из указанных в схеме направлений: в силосы для хранения при помощи верхнего транспортера или в надсепараторные бункеры для последующей очистки.

Верхним транспортером зерно передается в силос для хранения. На этом заканчивается операция по приему.

Из надсепараторных бункеров зерно поступает на очистку. Очищенное зерно подается в подсепараторную емкость, откуда убирается любой норией на весы, взвешивается и направляется по намеченному направлению (в силосы, бункеры, для отгрузки на железную дорогу). Аналогично выполняются все остальные операции.

Для того чтобы можно было судить о совершенстве рабочей схемы, о возможности проведения той или иной операции, о ее гибкости, строится таблица ходов, представляющая наглядное изображение возможных потоков зерна в зернохранилище, увязанных с основным транспортным оборудованием — нориями.

Метод построения таблицы ходов проследим на примере конкретной рабочей схемы (см. рис. 21).

В средней графе таблицы (рис. 28) по вертикали указывают нории и связанные с ними весы, расположенные в порядке номеров. Расположение норий и весов в центре таблицы объясняется тем, что в силу основного требования, предъявляемого к схеме технологического процесса, все перемещаемое зерно обязательно взвешивается[1]. Выполнение

[1] При перегонке зерна из силоса в силос с целью его проветривания весы выключают и зерно пропускают через открытые весы.

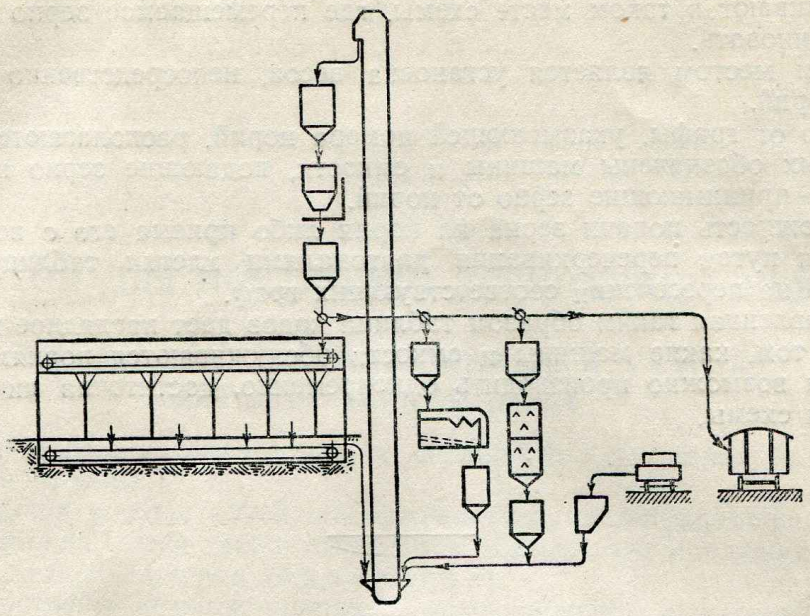


Рис. 26. Принципиальная схема прирельсового заготовительного зернохранилища со стационарной механизацией

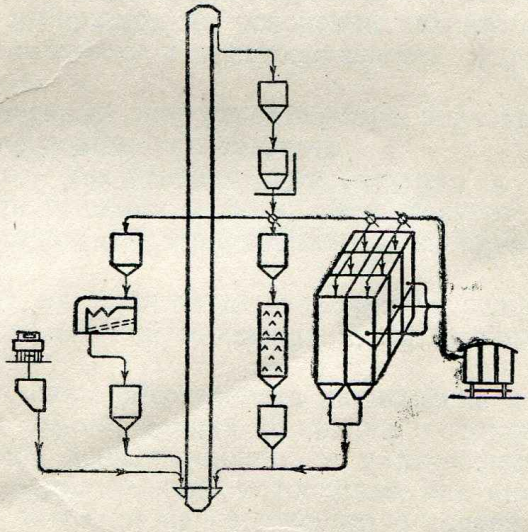


Рис. 27. Принципиальная схема прирельсового заготовительного зернохранилища — элеватора

Нории принимают							Нории	Нории подают											
Из бункера оператив.	После сепарат. №2 через бункеры		После сепарат. №1 через бункеры		Из силосов	Из приёмных бунк. с горла		На ж.д.	В силосы						На очистку в сепар. №1 через бункеры		На очистку в сепар. №2 через бункеры		В бункер оператив.
№10	№8	№9	№6	№7	тр-р №2	тр-р №1		тр-р №3	тр-р №3	тр-р №4	№11н	№11в	№12	№13	№1	№2	№3	№4	№5
							№1												
							№2												

Рис. 28. Таблица ходов

этого требования обеспечивается пропуском зерна через весы, которые устанавливают в таком месте схемы, где перемещаемое зерно не могло бы их миновать.

Таким местом является установка весов, непосредственно до либо после норий.

Влево от графы, указывающей номера норий, располагаются графы, в которых обозначены машины и емкости, подающие зерно на нории, справа — принимающие зерно от норий.

Возможность подачи зерна на нории либо приема его с норий обозначается путем перечеркивания диагоналями клетки таблицы ходов, лежащей на пересечении соответствующих граф.

Составленная таким образом таблица ходов дает наглядное представление о том, какие машины и емкости обслуживаются нориями, какие операции возможно производить одновременно, достаточна ли гибкость принятой схемы.

ГЛАВА III

УЧАСТОК ДЛЯ ПОСТРОЙКИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К УЧАСТКУ ДЛЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Зернохранилище располагается на специально отведенном для него участке (территории).

При наличии водных путей, обслуживающих зернохранилище, в состав участка включается также отведенная для подхода и стоянки судов у причалов водная площадь (акватория).

Место постройки зернохранилища (железнодорожная станция, пристань, порт, город) определяется на основании экономических изысканий, подтверждающих целесообразность сооружения его в данном месте.

Участок для постройки зернохранилища в пределах намеченного географического пункта выбирается на основании технических изысканий, устанавливающих возможность и целесообразность использования его для целей строительства.

Участок, предназначенный для строительства зернохранилища, должен удовлетворять следующим требованиям.

Главное требование — это удобная связь участка с автогужевыми, железнодорожными или водными путями. Несоблюдение этого требования вызовет при эксплуатации зернохранилища излишние затраты на перевалку зерна.

При выборе участка на территории большого города следует учитывать возможность использования городских путей сообщения (трамвай, троллейбус).

Размеры участка должны обеспечивать размещение на нем всех намеченных подъездных путей, зданий и прочих сооружений, а также возможность расширения зернохранилища в дальнейшем. Не следует, однако, оставлять в резерве излишнюю площадь, так как это приводит к непроизводительным затратам на ее освоение и содержание.

Необходимые размеры участка устанавливаются путем предварительного составления ориентировочного плана размещения путей, зданий и прочих сооружений. Рельеф и конфигурация участка должны быть удобными для размещения всех намеченных сооружений.

Наиболее подходящий в этом отношении участок прямоугольной формы, несколько возвышающийся над окружающей местностью, с небольшим уклоном (до 2—5%) в ту или другую сторону, обеспечивающим сток верховых вод.

Участок должен быть расположен так, чтобы не требовались значительные расходы на его освоение и на обеспечение удобной связи с путями сообщения. С этой целью участок выбирают вблизи населенных пунктов, но, по возможности, не занимают уже застроенных мест, чтобы избежать значительных расходов на снос существующих строений. Кроме того, участок должен обладать удобными подъездными путями для автомобильного транспорта, находиться поблизости от места примыкания железнодорожной ветки к главному пути, иметь небольшую разницу по высоте сравнительно с площадкой станции и не отделяться от станции

водным потоком, оврагом, проезжей дорогой и т. д., требующими для их пересечения возведения искусственных сооружений.

Водные подходы не должны требовать крупных капиталовложений при постройке и значительных расходов по дноуглублению при эксплуатации (сильно заносимые участки чрезвычайно не выгодны для устройства подходов; точно так же недопустимо расположение причалов в местах быстрого течения на стрежне);

Необходимо также соблюдать требуемые разрывы между границами участка и соседними предприятиями.

Для обеспечения пожарной безопасности участок должен находиться на определенном расстоянии от предприятий, особо опасных в пожарном отношении: нефтяных баз, сенных пунктов, складов лесоматериалов, хлопка и др.

Поскольку зернохранилища по своему характеру приравнены к пищевым предприятиям, требования санитарно-гигиенического порядка заставляют размещать их также на определенном расстоянии от источников возможного заражения людей, зерна и продукции (химических и кожевенных заводов, боен, складов животноводческого сырья, утильскладов, полей орошения, кладбищ, мест свалки и др.).

Элеваторы вследствие значительной высоты, достигающей (если учесть и шпиль громоотвода) 60—70 *м,* располагают на значительном расстоянии от аэродромов, гидроаэродромов и посадочных площадок, чтобы не мешать взлету и посадке самолетов.

Разрывы между границами участков устанавливаются в соответствии с действующими общесоюзными и ведомственными нормами.

При выборе участка учитывают и метеорологические условия. Как сам участок, так и расположение на нем зданий и сооружений должны быть увязаны с направлением господствующих ветров, чтобы была обеспечена продуваемость складов.

Если вблизи находится производство, выделяющее вредные для здоровья людей газы, то участок следует выбирать (на расстоянии, предусмотренном нормами) с наветренной стороны (для господствующего в течение года направления ветра). Это позволит избежать попадания газов на территорию зернохранилища.

Надо учитывать также возможность взаимного кооперирования с существующими и с проектируемыми в районе строительства предприятиями для устройства общих поселков, культурно-бытовых сооружений, водоснабжения, канализации, энергоснабжения и пр.

Особенно важно, чтобы участок удовлетворял основным требованиям геологического и гидрологического порядка, а именно:

а) Грунт должен быть надежным, обеспечивающим возможность возведения зданий и сооружений.

Для выяснения надежности грунта проводят изыскания для определения общего геологического строения участка и выяснения устойчивости грунтов.

Для определения толщины слоя грунта, служащего основанием намечаемого к постройке сооружения, производят бурение или шурфование грунтов, а в необходимых случаях — испытание пробными нагрузками или забивкой пробных свай.

Кроме результатов изысканий в основу выводов, определяющих выбор участка, должны быть положены соответствующие документы местных организаций, соседних предприятий и строительств (Геолфонда, Гидрометеослужбы), а также результаты изучений местных геологических очерков, карт, профилей и других материалов.

Для постройки зернохранилищ требуется грунт по возможности прочный, чтобы избежать устройства сложных и дорогих оснований. Совершенно непригодны участки, на которых наблюдаются оползневые явления.

б) Уровень грунтовых вод должен быть, по возможности, низким; если этого нет, то топографические условия участка должны обеспечивать возможность отвода грунтовых вод.

в) Участок не должен затапливаться ни ливневыми, ни талыми водами, причем отвод верховых вод с участков должен быть обеспечен.

г) Участок должен быть обеспечен водой как для технических целей, так и для хозяйственно-питьевых. Недопустимо выбирать какой-либо участок для зернохранилища, если отсутствует надежный источник водоснабжения.

2. ЗНАЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОГО ВЫБОРА ПУНКТА И УЧАСТКА ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Выбору пункта и площадки для сооружения зернохранилища, а также материалам экономических и технических изысканий, на основании которых делается этот выбор, следует уделять исключительно серьезное внимание.

Неудачный выбор пункта строительства может привести к нерациональным, экономически неоправданным перевозкам хлебных грузов, что влечет за собой увеличение сроков оборачиваемости вагонов или судов. Для зернохранилиша это означает увеличение затрат на оплату перевозок зерна, а следовательно, и общий рост издержек обращения.

От того, насколько удачно выбрана площадка и как расположены на ней сооружения, зависят объемы работ по устройству фундаментов, подъездных путей, водопроводов и канализации, планировке, расчистке русел рек и т. п. Другими словами — зависят сроки строительства и стоимость сооружений, а также и размеры эксплуатационных расходов.

Не меньшее значение имеют качество материалов технических изысканий и правильный их анализ. Весьма часто от этого зависят прочность и долговечность сооружений.

К каким последствиям может привести недостаточно внимательное отношение к выбору площадки и техническим изысканиям показывают аварии, имевшие место в практике эксплуатации зернохранилищ.

Рассмотрим причины одной такой аварии. Элеватор емкостью 5000 *т* был построен по типовому проекту[1] и после сдачи его в эксплуатацию начал загружаться на полную емкость.

В первый год эксплуатации в норийном колодце в небольшом количестве появилась вода.

В следующем году приток воды в норийный колодец усилился и во избежание затопления башмак нории был поднят на 30 *см,* кроме того, в полу норийного колодца был устроен приямок, из которого вода постоянно откачивалась насосом.

Заметная осадка фундаментов, сопровождавшаяся выпучиванием грунта, была обнаружена только через 3 года. Вследствие выпучивания бетонный пол подсилосной галереи был деформирован и поднят кверху, а подсилосный транспортер выведен из строя. Для устранения последствий деформации выпученный грунт сняли и устроили новый бетонный пол, после чего транспортер был восстановлен, и элеватор продолжал работать в течение 3 лет. Спустя 3 года вновь была замечена резкая деформация бетонного пола подсилосной галереи по всей длине.

Как следствие неравномерной осадки фундаментов между их поперечными и внутренними продольными стенами начали появляться трещины.

При загрузке элеватора на 85% его емкости силосный корпус начал давать резкую, заметную на глаз осадку, и концевая часть его осела на

---

[1] Типа ДЛ-75 1932 г.

26 *см* по сравнению с первоначальным положением. Подсилосный транспортер был выведен из строя, так как грунт под полом выпучился на высоту до 50 *см*, а продольные стены фундаментов сильно отклонились от вертикали.

Фундаменты под башней дали совершенно незначительную осадку: башенная часть вследствие осадки концевой части силосного корпуса получила только отклонение от вертикали на 2,5 *см*. После разгрузки силосного корпуса, когда из элеватора было выгружено 1500 *т* зерна, осадка прекратилась, дойдя до своего максимума — 29 *см*, однако дальнейшая эксплуатация элеватора стала невозможной, так как фундаменты пришли в непригодное состояние и их необходимо было полностью заменить.

Проведенными после аварии изысканиями было установлено, что основанием для фундаментов является зеленовато-серая глина с консистенцией, напоминающей топленое сало, которая, будучи насыщена водой, потеряла несущую способность.

Основные причины такой тяжелой аварии заключались в следующем:

— перед началом постройки элеватора не сделали технических изысканий, поэтому размеры фундаментов не были в достаточной степени согласованы с качеством грунта;

— качество каменных работ было низкое — поперечные стены не имели перевязки с продольными стенами;

— отсутствие стока ливневых вод с площадки элеватора, что при плохой заделке фундаментных котлованов и отсутствии отмосток повело к проникновению воды к подошвам фундаментов, переувлажнению грунта и потере им прочности;

— неправильное техническое решение, принятое при первой аварии: снятие выпученного грунта и непринятие мер для устранения проникновения воды в грунт привело к более тяжелой аварии.

Работы по восстановлению элеватора заключались в подведении новых фундаментов под полностью сохранившиеся деревянные конструкции. Кроме того, на площадке были проделаны работы по планировке и водоотводу, а также по осушению переувлажненного грунта.

Вопрос об осадках высоких зданий, главным образом элеваторов, подвергся специальному изучению, причем были установлены следующие причины этого явления: [1]

— неоднородность грунта, воспринимающего нагрузку от здания, не выявленная при изысканиях;

— выжимание воды (понижение пористости грунта) под действием тяжести грунта, что наблюдается при глинистых и илистых грунтах;

— увлажнение грунта под основанием при подъеме грунтовых вод или проникновение в грунт верховых вод (последнее является следствием задержки верховых вод на территории в результате небрежного содержания водоотводных канав или вообще отсутствия стока, что становится особенно опасным при лёссовых грунтах и при отсутствии защиты фундаментов);

— выпирание грунта из-под фундамента в стороны, что наблюдается в тех случаях, когда элеватор стоит на берегу реки, оврага и т. п. и откос не имеет надлежащего укрепления. Это явление может принять угрожающие размеры, особенно при землечерпании, сверх той глубины, на которую были рассчитаны береговые сооружения. Наконец, причиной аварий и катастроф могут быть оползни грунта, особенно в местности, где вообще наблюдаются оползневые явления.

---

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. 1, стр. 69. Заготиздат, 1940.

3. ЗАЩИТА УЧАСТКА ЗЕРНОХРАНИЛИЩА ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДЫ

Приведенный выше пример с достаточной убедительностью показывает, к каким тяжелым последствиям может привести невнимательное отношение к вопросу защиты фундаментов зернохранилищ от вредного воздействия воды, а подвалов — от проникновения в них воды. Возможность такой защиты необходимо учитывать при выборе участка.

При необходимости постройки сооружений, некоторые помещения которых будут находиться ниже уровня грунтовых вод, необходимо для этих помещений применить водонепроницаемые конструкции (гидроизоляцию).

Одной из мер для осушения участка и защиты от воды сооружений на нем является отвод верховых вод.

Мероприятия по отводу верховых вод обязательны для каждого участка. Промзернопроект для каждой строительной площадки обязательно составляет специальный проект планировки и водоотвода, предусматривающий сооружение правильно спланированной сети водоотводных канав (кюветов), устроенных вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог, для отвода верховых вод в какую-либо низину, расположенную в стороне от площадки.

Особое внимание необходимо обращать на отвод воды от стен всех сооружений, особенно фундаментов элеватора. Исключительную важность приобретает предохранение фундаментов от воды при лёссовидных грунтах, теряющих механические свойства при насыщении водой.

С этой целью необходимо во время постройки при засыпке котлована снаружи фундамента и стен подвала укладывать пластичную глину тонкими слоями, не толще 15 *см*. Каждый слой должен быть подвергнут трамбованию, которое обеспечивало бы плотное прилегание глины к стене фундамента или подвала. Верхняя часть земляной подсыпки примерно шириной в 1 *м* должна получить уклон 0,05—0,10 от стен к поверхности прилегающей площадки и, кроме того, на эту же ширину должна быть сделана асфальтовая отмостка.

Канавы для отвода верховых вод при эксплуатации необходимо содержать в полном порядке, не допускать их засорения и зарастания травой и кустарником. Особенно тщательно следить за этим следует при лёссовых грунтах.

Для устранения вредного влияния грунтовых вод подвал силосного корпуса почти всегда удается заглубить так, что грунтовые воды для него становятся неопасными. Обычно это может быть достигнуто и в отношении подвала рабочей башни. Но весьма редко удается расположить выше уровня грунтовых вод приемное устройство с железной дороги, так как сама организация разгрузки зерна из вагонов в настоящее время требует, чтобы приемные лари находились в земле. При таких условиях необходимо или принять меры к отводу грунтовых вод, или сделать стены и пол подземных помещений не проницаемыми для воды.

4. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН УЧАСТКА

Выбранный участок необходимо заснять и приготовить его план в горизонталях[1]. Подробный топографический план участка составляется в масштабе 1 : 1000 с сечением рельефа через 0,5 *м*.

На плане участка намечают трассы линий водопровода, канализации, электропередачи, теплопроводов, автомобильных дорог и железнодорожных путей, наносят все существующие сооружения (если таковые имеются).

---

[1] Горизонталью называется линия, соединяющая точки, находящиеся на одной высоте от уровня моря.

Должна быть построена также «роза ветров» — диаграмма, показывающая силу и повторяемость ветров разных направлений, дующих в данной местности (рис. 29).

Такой план участка служит исходным материалом для составления генерального плана проектируемого строительства, т. е. плана размещения всех зданий, сооружений и устройств на участке строительства.

Перед составлением генерального плана должен быть окончательно установлен перечень зданий, сооружений и специальных устройств, которые необходимо построить. Такой перечень с указанием объемов сооружений называется титульным списком. В нем должны быть отмечены также и те из существующих на участке сооружений, которые могут быть использованы в хозяйстве для уменьшения объема нового строительства. К составлению титульного списка надо отнестись с исключительной серьезностью, так как от выбора тех или иных сооружений и устройств зависят стоимость предприятия и удобство его эксплуатации.

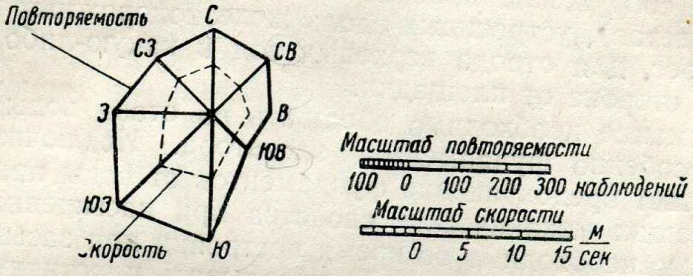


Рис. 29. Роза ветров

Перечень зданий, сооружений и специальных устройств, располагаемых на участке, может быть весьма разнообразным в зависимости от того, будет ли зернохранилище представлять собой простые склады или элеватор, а также в зависимости от типа зернохранилища.

Здания и сооружения элеваторно-складского хозяйства делятся на[1]:

производственные (оперативные), предназначенные для непосредственного выполнения операций по приему, хранению, улучшению качества и отпуску зерна и продуктов его переработки;

подсобные — для обслуживания основных и выполнения вспомогательных функций производства;

жилищные и культурно-бытовые.

К производственным зданиям и сооружениям относят:

— элеваторы и склады немеханизированные и механизированные для хранения зерна и продуктов его переработки с приемными, отпускными и другими необходимыми устройствами;

— здания зерносушилок с соответствующим оборудованием, а также топочные или калориферные помещения зерносушилок и другие устройства, необходимые для зерносушения;

— специальные зерноочистительные и семеочистительные станции и другие здания и сооружения для очистки и сортирования зерна и семян трав;

— специальные здания и устройства для осуществления надзора за качеством зерна и продуктов его переработки, к которым относятся: визировочные устройства, т. е. устройства для обеспечения удобства по отбору образцов, лаборатории для приема, разделывания, анализа и хранения образцов зерна и продуктов его переработки.

[1] См. Правила технической эксплуатации элеваторно-складского хозяйства Заготзерно, Главзаготсортзерно, Главмуки и Главкрупы Министерства заготовок Союза ССР, стр. 15. Заготиздат, 1948.

К подсобным зданиям и сооружениям относят помещения: силовых станций; санитарно-технические; материального снабжения; мастерские; гаражи для собственного подвижного состава и тягового хозяйства внешнего транспорта; пожарно-сторожевой и специальной охраны и связи.

К жилищным и культурно-бытовым зданиям относят: жилые дома, детские сады, ясли, амбулатории, красные уголки, клубы и столовые и другие культурные помещения, а также бытовые устройства.

Во всех случаях при составлении перечня сооружений (титульного списка) для того или иного пункта надо считаться с объемом его работы и местом расположения.

Все необходимые сооружения, предусмотренные титульным списком, должны быть нанесены на генеральном плане в масштабе с необходимыми разрывами, установленными как по технологическим соображениям, так и согласно противопожарным нормам.

При размещении зданий и сооружений на территории зернохранилища прежде всего необходимо обеспечить удобство и экономичность эксплуатации всего хозяйства в целом; кроме того необходимо учесть требования строительные, пожарной безопасности, санитарии и гигиены.

В настоящее время территорию зернохранилища разбивают на отдельные участки по производственному принципу: приемный двор; производственную территорию, включающую хранилище с железнодорожными путями и подсобными сооружениями; двор для жилых и других непроизводственных помещений с прилегающими к ним (если возможно) огородами и садами. Участки эти отделяют друг от друга оградой.

Если не представляется возможности ввиду недостаточных размеров территории, предназначенной для постройки зернохранилища, разместить все перечисленные дворы на одном участке, то жилищный сектор переносят на отдельный участок поблизости от зернохранилища.

Расположение зданий и сооружений на территории приемного двора и производственной территории должно обеспечивать поточность приема, взвешивания, хранения и отгрузки зерна, муки и т. д.; установление кратчайших путей для передачи: зерна из приемных устройств в зернохранилище, из зернохранилища в мельницу (если зернохранилище обслуживает мельницу), на отпуск на различные виды транспорта и отходов из зернохранилища в помещение для их хранения.

Административные здания с контрольно-проходными пунктами и вход на территорию следует располагать так, чтобы проход посторонних лиц мимо контрольного пункта был невозможен. С этой целью проходной пункт, где размещаются помещение охраны и табельная, обычно располагают у главного входа.

Для взвешивания зерна, поступающего в зернохранилище на автомобильном транспорте, при въезде в приемный двор должны быть установлены автомобильные весы.

При размещении на участке строительства отдельных сооружений зернохранилища первостепенное значение имеют подъездные пути, размещение которых должно быть произведено в первую очередь.

Проектирование железнодорожного пути начинают с определения точки примыкания его к путям железнодорожной станции. С этой точки начинается подъездной путь зернохранилища.

Путь должен быть расположен на участке так, чтобы все производственные здания, имеющие связь с железной дорогой, находились вблизи. Кроме того, при строительстве в городах заботятся о том, чтобы сооружаемый путь не нарушал благоустройства города и не стеснял дальнейшего его развития. Надо так подвести путь к площадке, чтобы главное здание зернохранилища было увязано с существующим или проектируемым направлением городских улиц.

Кроме определения на плане трассы пути необходимо придать ему

соответствующий профиль. Исходной заданной точкой профиля является отметка головки рельса в точке примыкания подъездного пути к главному. Конечной точкой, которую требуется установить, является отметка головки рельса на площадке зернохранилища. Если местность ровная и близкая к горизонтальной, то, естественно, путь на площадке надо сделать с минимальными земляными работами. Если же участок имеет более или менее выраженный рельеф, то выбор отметки пути надо увязать с планировочной отметкой площадки строительства, для которой решающее значение имеет расположение главного здания зернохранилища, его приемных и отпускных устройств. Поэтому пути на площадке иногда приходится располагать на насыпи или же в выемке.

Пути на территории зернохранилища можно располагать или горизонтально или с уклоном до 0,002, направленным так, чтобы облегчить маневры с груженными вагонами, а не затруднять их. Если подъездной путь имеет уклон к станции, то он должен быть снабжен улавливающим тупиком для предупреждения случайного угона вагонов на станцию.

Парк путей на площадке зернохранилища в простейшем случае состоит из одного тупика, в более сложных случаях укладывается несколько путей. При определении числа и длины путей исходят из их емкости, которая измеряется числом вагонов, устанавливаемых от места грузовой операции до предельного столбика или упора.

Одновременно с размещением путей на площадке намечается расположение на ней главного здания зернохранилища с обслуживающими его приемными и отпускными устройствами, которыми зернохранилище связано с путями. Обычно зернохранилище располагают главной осью параллельно железнодорожным путям.

Во всех случаях для главного здания зернохранилища полезно выбирать, по возможности, высшую точку на площадке. Расположение прочих сооружений должно быть подчинено производственному процессу зернохранилища. Например, если зернохранилище заготовительного типа, то расположение визировочного пункта, площадки для ожидания, весов, приемных устройств и конторы должно быть таково, чтобы хлебосдатчик все операции мог совершить поточно, не мешая никому и не пересекая ни железнодорожных путей, ни автомобильных дорог.

Если хранилище находится при мельнице (или крупозаводе), то расположение его частей должно быть таковым, чтобы обслуживание мельницы (или крупозавода) и зернохранилища не мешало одно другому.

Возле хранилища всегда должно быть достаточно свободного места: никакие сараи, будки, склады не должны размещаться вблизи него.

Исходя из этих общих соображений, следует располагать контору зернохранилища на границе участка со входом снаружи, визировочный пункт и лабораторию — со входом с переднего двора, на котором ожидают сдатчики зерна получения направления из лаборатории. Мастерские, гаражи, кладовые и т. п. следует размещать между хранилищем и въездными воротами. Склады для топлива должны располагаться вдоль железнодорожного пути с тем, чтобы пополнение их из вагонов требовало минимального перемещения топлива и одновременно они были легко доступны для автомобилей или вагонеток узкоколейки, перевозящих топливо к месту сжигания. В то же время эти склады, представляющие опасность в пожарном отношении, должны далеко отстоять от основных производственных зданий.

Особое внимание необходимо уделять расположению силовой станции или трансформаторной подстанции.

Если зернохранилище не электрифицировано и его машины приводятся в действие через трансмиссию, то силовая станция обычно пристраивается к зернохранилищу вплотную. Во всех других случаях силовая станция помещается в обособленно расположенном здании, которое в целях экономии кабелей выгодно поместить возможно ближе к основ-

ным потребителям энергии (зернохранилище, мельница), соблюдая, конечно, необходимые противопожарные разрывы.

Это относится и к расположению трансформаторной подстанции в случае получения электроэнергии со стороны. Причем при расположении подстанции желательно избежать пересечения территории зернохранилища высоковольтной линией хотя бы за счет удлинения кабеля от подстанции к зернохранилищу.

В последних проектах мельничных элеваторов трансформаторную подстанцию располагают в здании мельницы. Этим достигается максимальное приближение подстанции к главному потребителю энергии — мельнице — и вместе с тем уменьшается количество сооружений на площадке.

Вопрос о внутренних путях сообщения на территории зернохранилища имеет также весьма важное значение. Эти пути должны прежде всего удовлетворять требованиям производственного процесса зернохранилища и вместе с тем обеспечивать удобное сообщение между отдельными зданиями, входящими в состав зернохранилища, в полной мере соответствуя противопожарным требованиям.

Ширина проезжей части дорог делается обычно при двустороннем движении не менее 6 *м*, при одностороннем движении — не менее 3,5 *м*. Противопожарные дороги должны замыкать кольцом хозяйственные дороги.

Строительные требования при размещении зданий и сооружений на территории зернохранилища заключаются в правильной компоновке зданий, позволяющей ограничиться минимальной территорией.

При этом особое внимание уделяется объединению помещений в общие здания и назначению минимальных разрывов между последними.

Правильное решение вопросов объединения производственных и подсобных помещений значительно сокращает территорию зернохранилища и вследствие этого уменьшает длину коммуникаций (водопровода, канализации, сетей наружного освещения, кабельной, пожарной сигнализации и теплопроводов), площадь мощения и длину заборов. Все это значительно уменьшает капиталовложения и эксплуатационные расходы.

Требования пожарной безопасности к размещению зданий и сооружений на участке зернохранилища сводятся к установлению необходимых разрывов между зданиями и обеспечению свободного транспортирования средств пожаротушения к любому зданию [1].

Особое внимание должно быть уделено расположению пожарного депо: последнее необходимо располагать вблизи основных производственных зданий, а проезд от него к главным сооружениям не должен пересекаться железнодорожными путями.

При пожарном депо предусматриваются специальные помещения для пожарной охраны, комната для занятий, помещение для аппаратуры пожарной сигнализации, используемое одновременно как помещение для дежурных телефонистов, и помещение для аккумуляторных батарей.

Требования санитарии и гигиены к размещению зданий и сооружений на территории зернохранилища состоят в том, что приемные устройства, цехи отходов и котельные должны располагаться по отношению к административно-жилищным и культурно-бытовым зданиям и сооружениям с подветренной стороны (для господствующего в течение года направления ветра). Выполнение этого требования позволит избе-

---

[1] «Противопожарные нормы строительного проектирования предприятий Министерства заготовок СССР», введенные в действие с 1 ноября 1949 г., и Противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий и населенных мест». М., 1952.

жать попадания пыли и дыма в административные, жилищные и культурно-бытовые помещения зернохранилища.

Для лучшего проветривания территории желательно располагать здания длинной стороной параллельно господствующим ветрам.

В составе подсобных помещений должны быть предусмотрены оборудованные в соответствии с правилами по технике безопасности и производственной санитарии раздевальни и душевые, помещения для кормящих матерей и медпункты.

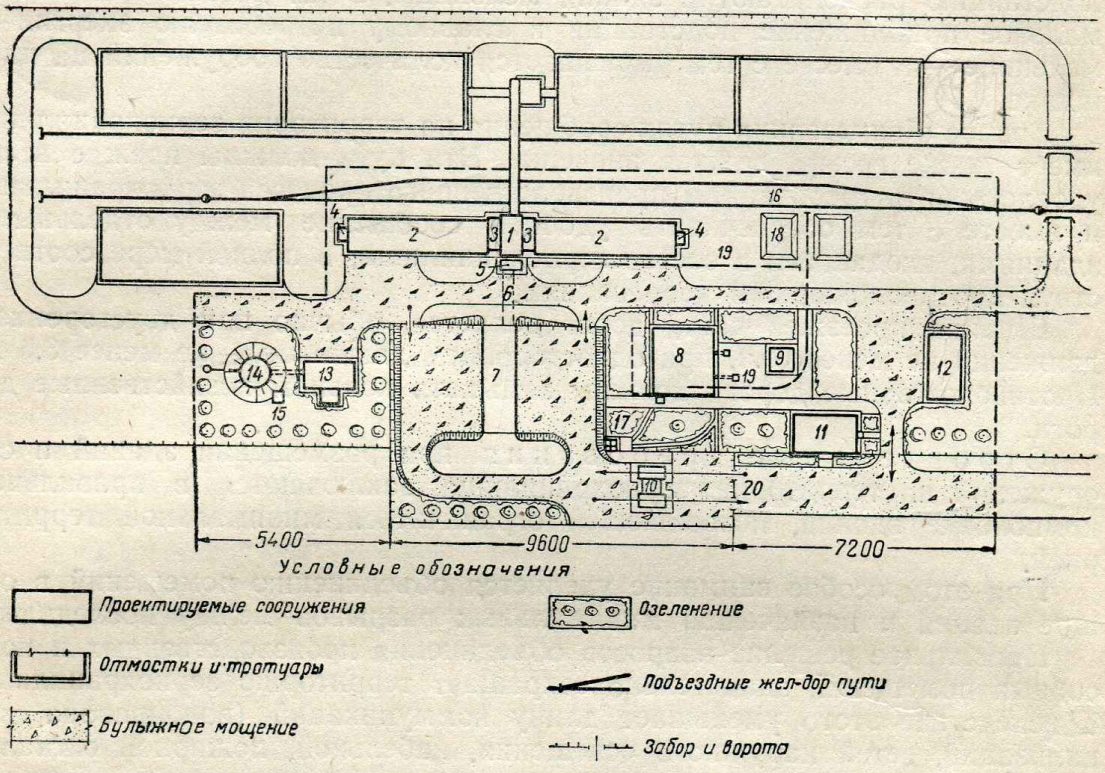


Рис. 30. Генеральный план заготовительного железобетонного элеватора 1949 г.:

1—башня элеватора; *2*—силосный корпус емкостью 5500 *т*; *3*—соединительная галерея между рабочей башней и силосным корпусом; *4*—фонарь подсилосной галереи; *5*—цех отходов; *6*—подземная галерея между рабочей башней и устройством для приема зерна с автомобильного транспорта; *7*—устройство для приема зерна с автомобильного транспорта; *8*—электростанция; *9*—градирня; *10*—автомобильные весы (двойные); *11*—контора и лаборатория; *12*—гараж и мастерские; *13*—пожарное депо и насосная станция; *14*—резервуар для воды; *15*—артезианская скважина; *16*—железнодорожные пути; *17*—места общего пользования; *18*—место для склада топлива; *19*—узкоколейка для подвоза топлива; *20*—забор и ворота

На территории зернохранилища должна соблюдаться чистота. Для поддержания чистоты необходимо участок спланировать так, чтобы вся вода от здания зернохранилища и отдельных связанных с ним сооружений быстро отводилась в какой-либо водоем — в овраг, реку и т. п. Эта задача так называемой вертикальной планировки чрезвычайно важна для сохранения в целости зданий (предотвращая проникновение атмосферной воды под фундаменты зданий) и для содержания их в гигиенических условиях.

Однако одной планировки еще недостаточно. Надо, чтобы спланированная территория зернохранилища была покрыта одеждой, способствующей возможно быстрому стоку воды, а также препятствующей проникновению ее в грунт и разрушению последнего колесами автомобилей и вследствие выветривания.

Лучшей одеждой для двора зернохранилища в настоящее время можно считать каменную, булыжную и асфальтовую, уложенную по мостовой. Одежда должна примыкать вплотную к цоколям зданий и покрывать все дороги, по которым происходит движение автомобилей и пешеходов.

Вся незамощенная часть территории, по которой не происходит движения машин и пешеходов, должна быть покрыта зелеными насаждениями — газонами, кустарником и деревьями.

При большом количестве зданий и сооружений и соблюдении между ними значительных разрывов в соответствии с оперативными надобностями и противопожарными требованиями участок для зернохранилищ с большим грузооборотом достигает размеров от 3 до 8 *га* и даже более.

Однако, сокращая число дополнительных сооружений и зданий до минимума и уменьшая разрывы между ними до установленных пределов, удается размещать заготовительные зернохранилища на участках значительно меньших размеров (рис. 30).

Сократить площадь участка для постройки зернохранилища возможно путем объединения производственных и подсобных помещений. Так, например, генеральные планы мельниц (в составе которых имеются элеваторы), составленные без объединения административных и подсобных помещений в общие здания, насчитывали до 25 отдельных сооружений, не считая жилых домов, для размещения которых требовалась площадь 7—11 *га*; а генеральный план мельницы, спроектированный с объединением административных и подсобных помещений, включает только 16 отдельных сооружений, размещенных на площади 3,6 *га* (рис. 31).

Однако надо твердо помнить, что как бы ни сокращались территория участка и число сооружений на ней, никогда нельзя отказываться от основных требований: должны быть обеспечены удобная и полная связь элеватора и складов на участке с автомобильными дорогами и железнодорожными (а в некоторых случаях и водными) путями и удобное производство погрузочно-разгрузочных работ. Нарушение этих требований приводит к большому увеличению накладных расходов.

5. РАЗМЕЩЕНИЕ НА УЧАСТКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ И ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Автомобильные дороги. Удобное движение на участке автомобильного транспорта имеет большое значение. Недопустимо, чтобы участок зернохранилища был соединен с ближайшей улучшенной дорогой плохой и непроезжей дорогой.

Точно так же недопустимо, чтобы у места въезда на участок было затруднено движение автомобилей и подвод.

Перед приемным двором заготовительного пункта должна быть достаточная площадь, размеры которой зависят от числа поступающих одновременно автомобилей и подвод, их габаритов и времени ожидания. Площадь эта должна быть замощена и содержаться в чистоте, ибо грязь, прилипающая к колесам, может быть причиной неверного определения веса зерна при взвешивании.

При въезде с площади ожидания на приемный двор зернохранилища должны быть установлены автомобильные весы — одни или двое, в зависимости от числа прибывающих в час автомобилей, имея в виду, что взвешивание в среднем занимает от $^3/_4$ до 1 мин. и весы могут пропустить в одном направлении от 60 до 80 автомобилей в час. Лучше все же иметь двое весов, тогда не будет встречных или пересекающихся переездов, путаницы в движении транспорта и потери времени.

Путь автомобилей и подвод на приемном дворе также должен быть прост: от весов — через приемный амбар — на весы. Ввиду того что проезды амбара обычно располагаются на насыпи, расстояние от весов до приемного амбара должно быть таково, чтобы подъем был не круче

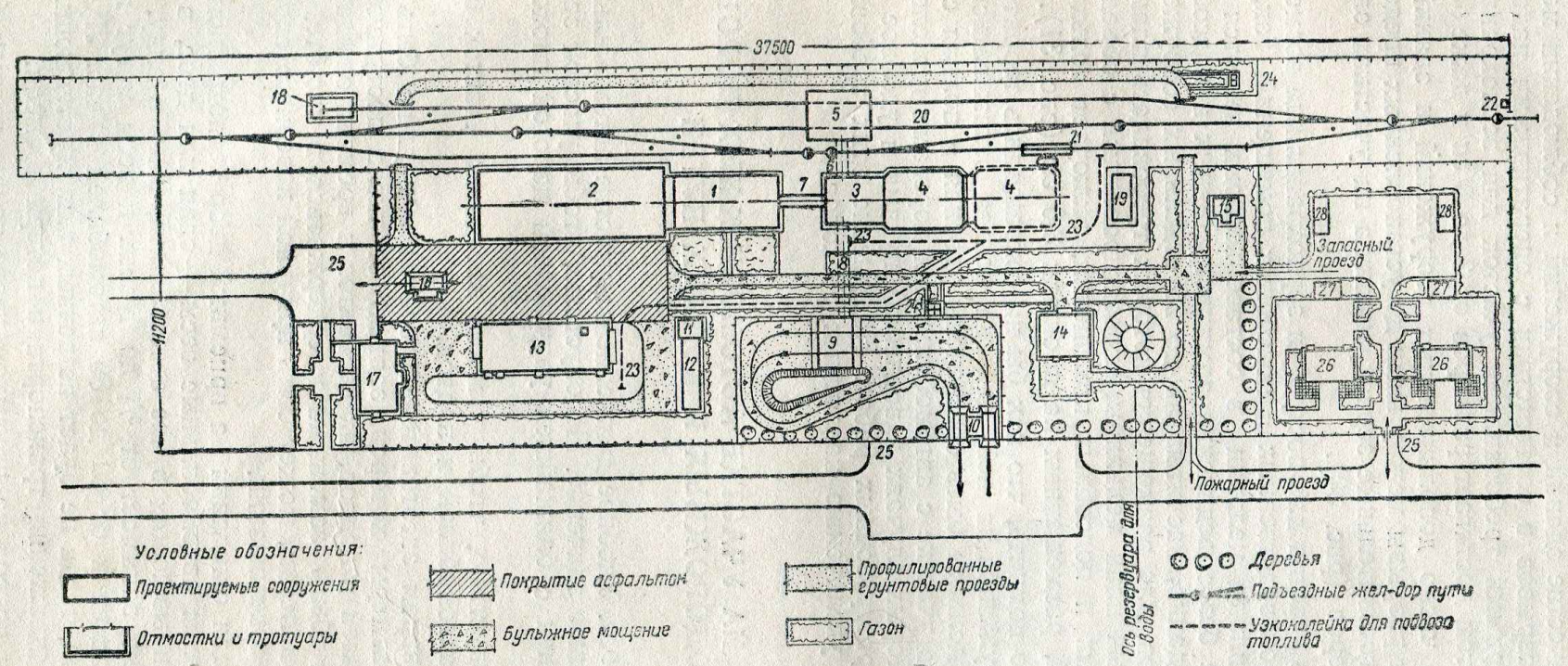


Рис. 31. Генеральный план мельницы производительностью 180 *т/сутки* сортового помола:

1—мельница; *2*—склад готовой продукции; *3*—рабочая башня элеватора; *4*—силосный корпус емкостью 8000 *т*; *а* — расширение силосного корпуса; *5*—устройство для приема зерна с железной дороги; *6*—подземная галерея между элеватором и устройством для приема зерна с железной дороги; *7*—надземная галерея между элеватором и мельницей; *8*—подземная галерея между элеватором и устройством для приема зерна с автомобильного транспорта; *9*—устройство для приема зерна с автомобильного транспорта; *10*—автомобильные весы двойные; *11*—цех отходов; *12*—склад отходов; *13*—корпус подсобных помещений; *14*—пожарное депо с насосной станцией и резервуаром для воды; *15*—погреб для горючего; *16*—автомобильные весы одинарные; *17*—административный корпус; *18*—гараж для мотовоза; *19*—место для склада топлива; *20*—подъездные железнодорожные пути; *21*—вагонные весы; *22*—сторожка при железнодорожных путях; *23*—узкоколейка; *24*—места общего пользования; *25*—забор и ворота; *26*—двухквартирный коттедж; *27*—сарай; *28*—хозяйственные постройки

$^1/_{20}$, а спуск — не круче $^1/_{15}$—$^1/_{16}$. Радиусы поворотов дорог (по ближайшему к центру окружности краю дороги) должны быть не менее 6 *м*.

Около амбара для приема зерна следует замостить достаточную площадь, которая обеспечивала бы возможность удобного проезда и поворота автомобилей.

Расположение дорог на производственном дворе должно обеспечить нормальную эксплуатацию транспорта. Необходимо избегать пересечения путей движения автомобилей между собой и железной дорогой; дороги должны быть подведены ко всем зданиям на участке и обеспечено удобное движение по дорогам противопожарных машин и т. п.

Для удовлетворения указанных условий вдоль участка прокладывают магистраль без всяких поворотов и кривых. Ко всем имеющимся на территории водоемам, хранящим запасы воды для тушения пожаров, устраивают сквозные подъезды. Если устроить такие подъезды невозможно, около водоемов делают мощеные площадки размером 10×10 *м* для установки и разворота пожарных машин и передвижных насосов.

Железнодорожные пути. Железнодорожные пути на участке зернохранилища служат: для установки прибывающих вагонов, предназначенных для погрузки или разгрузки (приемные пути); для производства погрузочно-разгрузочных работ (рабочие пути); для установки переработанных вагонов (пути ожидания отправки) и для передачи вагонов с одних путей на другие (маневровые пути).

От того, как расположены эти пути на территории, в значительной мере зависят возможность удачного использования имеющегося участка и удобство эксплуатации зернохранилища.

При определении необходимой длины пути для установки данного количества вагонов руководствуются правилами технической эксплуатации железных дорог.

Условной единицей при определении длины поезда считается длина крытого двухосного вагона — 8 *м*. При составлении поездов из вагонов разных типов длина последних берется равной длине двухосного вагона, умноженной на следующие коэффициенты: [1]

Четырехосные крытые вагоны и изотермические . . .	1,9
Двухосные крытые вагоны	1,0
Локомотивы без тендера на четырех и более осях . .	2,0

Если на территории зернохранилища приходится укладывать несколько железнодорожных путей, соединенных между собой стрелочными переводами, то при определении полной длины этих путей необходимо учитывать дополнительное расстояние между предельными столбиками. Место установки предельного столбика для железнодорожных путей колеи 1524 *мм* определяется, исходя из условия, чтобы расстояние от центра столбика до оси каждого из сходящихся путей было 2,0 *м*, а до внутренней рабочей грани ближайшего рельса — 1,238 *м*.

Длина пути *б* между предельными столбиками (рис. 32,*б, в*) или от предельного столбика до тупика *а* (рис. 32,*г*) называется полезной.

Полезная длина пути должна соответствовать длине железнодорожного состава, подаваемого на данный путь.

Для определения полной длины пути необходимо учитывать также расстояние от предельного столбика до начала стрелочного перевода (рис. 33). Расстояние это зависит от принятой для данных путей марки крестовины (маркой крестовины называется тангенс угла пере-

---

[1] Правила технической эксплуатации железных дорог Союза ССР. Трансжелдориздат, 1953.

сечения двух путей). Для путей на территории зернохранилищ применяются марки крестовины $^1/_9$.

На рис. 34 приведена схема ответвления пути, а на рис. 33 — схема стрелочного перевода, где α — угол крестовины; a — расстояние в метрах от начала рамных рельсов до математического центра перевода, т. е. до точки пересечения осей соединяемых путей; b — расстояние в метрах от математического центра перевода до корня крестовины; L — полная длина перевода в метрах; u — расстояние в метрах от стыка рамных рельсов до начала остряков; L_0' — расстояние от математического центра до предельного столбика; L_0 — расстояние от начала рамных рельсов до предельного столбика.

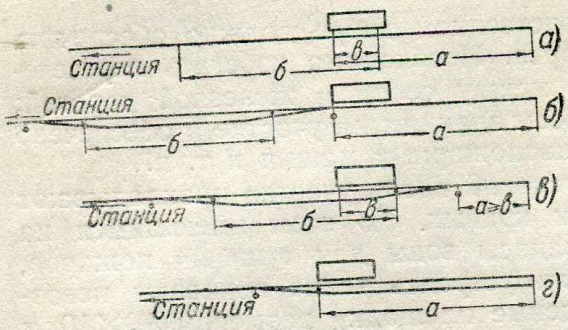


Рис. 32. Схемы простейшего путевого оборудования на заготовительных зернохранилищах

Ниже приводится характеристика стрелочных переводов широкой колеи для рельсов типа III-а [1]:

Марка крестовины $^1/_9$

$\alpha = 6°20'25''$	$L = 27{,}150$ м
$u = 0{,}835$ м	$L_0' = 36{,}101$ „
$a = 11{,}621$ „	$L_0 = 47{,}722$ „
$b = 15{,}529$ „	

В зависимости от грузооборота зернохранилищ и размеров операций, связанных с железнодорожным транспортом, число железнодорожных путей может быть различное.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим несколько наиболее часто применяемых схем железнодорожных путей на территории зернохранилищ.

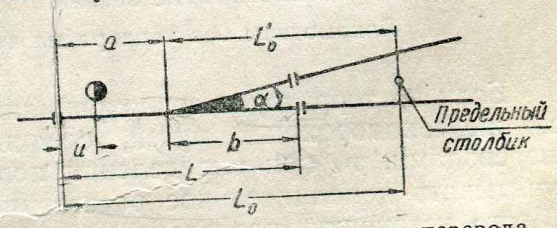


Рис. 33. Схема стрелочного перевода

Схема простейшего путевого оборудования на заготовительных зернохранилищах. В случае небольшой емкости таких зернохранилищ часто ограничиваются укладкой одного тупикового пути (см. рис. 32,*а*). Длина его должна быть такова, чтобы на части *а* устанавливались все поданные вагоны, на части *в* — вагоны, в которые может производиться одновременно погрузка зерна, на части *б* — все нагруженные вагоны.

Количество подаваемых вагонов (подача) определяется потребностью элеватора и соглашением с железной дорогой. Например, в случае подачи 20 вагонов полезная длина L_n приемного пути должна быть не менее $8 \times 20 = 160$ м; увеличения длины для паровоза в этом случае не требуется, ибо паровоз, доставивший вагоны, устанавливается уже в пределах части *б*.

Порядок работы следующий. Паровоз, находящийся в конце поезда, подает вагоны на ветку, устанавливает их так, чтобы головные вагоны пришлись у места погрузки, и уходит на станцию. После погрузки

[1] К. А. Егоров. Внутризаводский транспорт, ОНТИ, 1937.

вагонов у элеватора они отодвигаются на часть *б*, а к элеватору для погрузки подаются новые вагоны. Например, при 20 поданных вагонах и при одновременной погрузке 4 из них такую перестановку приходится повторить 5 раз. Передвижка вагонов по путям обычно производится средствами элеватора (электрошпиль, лебедка и др.).

Нагруженные вагоны должны быть убраны вызванным со станции паровозом, после чего может быть подана вторая партия вагонов под погрузку. Таким образом, при этой схеме путевого устройства требуется два заезда паровоза: для подачи вагонов и уборки нагруженных, что кроме излишнего пробега паровоза вызывает обычно перебои в работе элеватора в ожидании подачи вагонов. В отдельных случаях этот промежуток времени возможно использовать для накопления зерна в отпускных силосах.

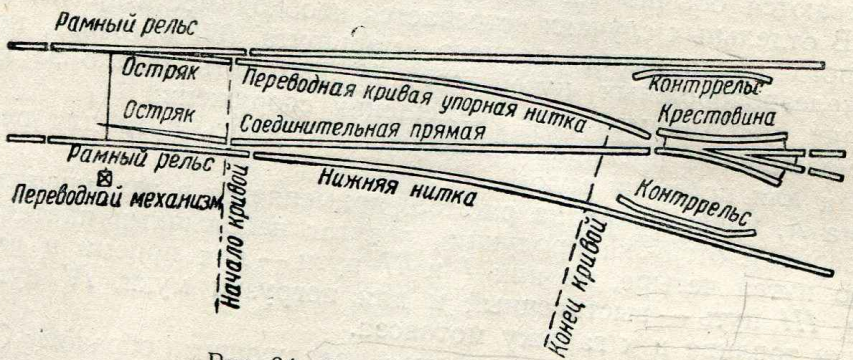


Рис. 34. Схема ответвления пути

Для ускорения работы выгодно проложить второй путь полезной длины L_n для установки всех поданных вагонов. В этом случае (см. рис. 32,*б*) поданные вагоны проталкиваются паровозом в конец тупика и по мере нагрузки тяговыми средствами элеватора выставляются на второй путь. При второй подаче паровоз проталкивает новые вагоны в конец тупика, затем по свободному пути выходит на второй путь к нагруженным вагонам и уводит их на станцию.

Для примера определим длину железнодорожных путей, обеспечивающих работу при данной схеме.

В случае подачи 20 вагонов полезная длина каждого из путей $L_n = a = б$ должна быть не менее $8 \times 20 = 160$ *м*.

Длина участка, занимаемого путями, будет равна: $(160 \times 2) + (47{,}72 \times 2) = 415{,}44$ *м* (здесь $L_0 = 47{,}72$ — расстояние от начала рамных рельсов до предельного столбика).

Возможно сократить длину участка, занимаемого железнодорожным путем, если проложить второй путь полезной длины L_n на всю подачу, как это показано на рис. 32,*в*. В этом случае тупик может служить только для перестановки вагонов с первого пути на второй, т. е. длина его должна быть равна суммарной длине вагонов, одновременно нагружаемых у элеватора. При этом варианте необходим один заезд паровоза для подачи и отвода вагонов.

В случае подачи 20 вагонов при числе одновременно нагружаемых вагонов, равном 4, длина участка, занимаемого путями, в этом случае будет равна: $(8 \times 20) + (47{,}72 \times 2) + (8 \times 4) = 287{,}44$ *м*.

Наиболее короткий участок потребуется, если пути уложить по схеме, приведенной на рис. 32,*г* (два тупика). На первом тупике вагоны устанавливаются по схеме, показанной на рис. 32,*а*, а нагруженные вагоны через стрелку подаются на второй тупик. При этой схеме длина участка, занимаемого путями, в случае подачи 20 вагонов будет равна: $(8 \times 20) + 47{,}72 = 207{,}72$ *м*.

Точно так же сократится участок, занятый путями, если по схеме (рис. 32,*б*) укоротить тупик настолько, чтобы на нем могли устанавливаться вагоны только во время погрузки; поданные вагоны располагаются на первом пути, нагруженные — на втором. Однако эта схема обладает недостатком: вновь устанавливаемые под погрузку вагоны и вагоны, убранные с рабочего места, имеют встречное движение, что задерживает маневры. При схеме, приведенной на рис. 32,*а*, например, установка около элеватора новых вагонов может совершаться одновременно с уборкой нагруженных вагонов, а при схеме на рис. 32,*б* (в случае укороченного тупика) эта операция совершается в два приема.

Схемы железнодорожных путей на мельничных зернохранилищах. Железнодорожные пути для мельничного предприятия производительностью 100—200 *т/сутки,* имеющего элеватор с приемными устройствами, рассчитываются обычно на поступление состава в 30 вагонов (двухосных). В отдельных случаях встречается необходимость приема на пути мельничного предприятия полного маршрута (60 вагонов), но тогда длина железнодорожных путей должна выходить далеко за пределы территории, необходимой для размещения сооружений.

На мельничном предприятии необходимо иметь пути для разгрузки вагонов и для погрузки муки.

Схема *А,* приведенная на рис. 35, применяется в тех случаях, когда прием зерна и отгрузка продукции ведутся небольшими партиями. Количество путей четыре, из них *I* и *II* пути — для приема и разгрузки вагонов, *III* путь — выставочный и для погрузки муки, *IV* путь — для разгрузки топлива и к гаражу мотовоза.

Маневровая работа производится следующим образом. Состав в 30 вагонов принимается со станции на *II* путь; паровоз, проходя по *I* пути, устанавливает под разгрузку на *I* и *II* путях (справа от приемных ларей) по 15 вагонов и уходит на станцию. Вся дальнейшая работа на путях производится мотовозом.

По мере разгрузки порожние вагоны выставляются на *III* путь и, в случае необходимости, после очистки могут быть установлены вдоль склада продукции для отгрузки муки. По окончании работы по разгрузке зерна и погрузке муки все вагоны располагаются на *I* пути, с которого и уводятся паровозом.

Общая длина путей 900 *пог. м.* Требуемая длина территории для размещения путей по данной схеме составляет 380 *м.*

Схема *Б* (см. рис. 35) применяется при совпадении операций по разгрузке зерна и массовой погрузке продукции. В этом случае необходимо пять путей, из них *I* и *II* пути — приемо-разгрузочные, *III* путь — для выставки порожняка, *IV* путь — погрузочный, *V* путь — к складу топлива и гаражу мотовоза.

Маневровая работа по данной схеме производится следующим образом. Состав из 30 вагонов подается на *II* путь; паровоз проходит по *III* пути и устанавливает под разгрузку на *I* и *II* путях по 15 вагонов. Разгруженные вагоны подаются к складу продукции на *IV* путь. Нагруженные мукой вагоны выставляются на *III* пути, с которого и отправляются на станцию. Следующий состав с зерном может быть принят без предварительной уборки вагонов с *III* пути; при этом паровоз проходит по *I* пути, расстанавливает на *I* и *II* путях по 15 вагонов, подходит к составу на *III* пути и уводит его на станцию.

Описанная схема применяется в тех случаях, когда требуется большая отгрузка муки маршрутами. В обычных случаях, если значительная часть вырабатываемой продукции потребляется на месте, применяется схема *А.*

В некоторых случаях может применяться схема *В* (см. рис. 35), а именно: а) когда станция примыкания расположена настолько близко (не дальше 0,5 *км*) от мельницы, что возможна подача состава с па-

ровозом в хвосте поезда; б) когда ветка может служить вытяжкой, т. е. имеет уклон в сторону станции примыкания не круче 0,004; в) когда на станции имеются запасные пути для сбора и отстоя вагонов.

При этой схеме паровоз подает вагоны, толкая их впереди себя, устанавливает под разгрузку на *I* и *II* путях (справа от приемных ларей) и уходит на станцию. По мере разгрузки порожние вагоны выставляются мотовозом на *III* путь и, в случае необходимости, после

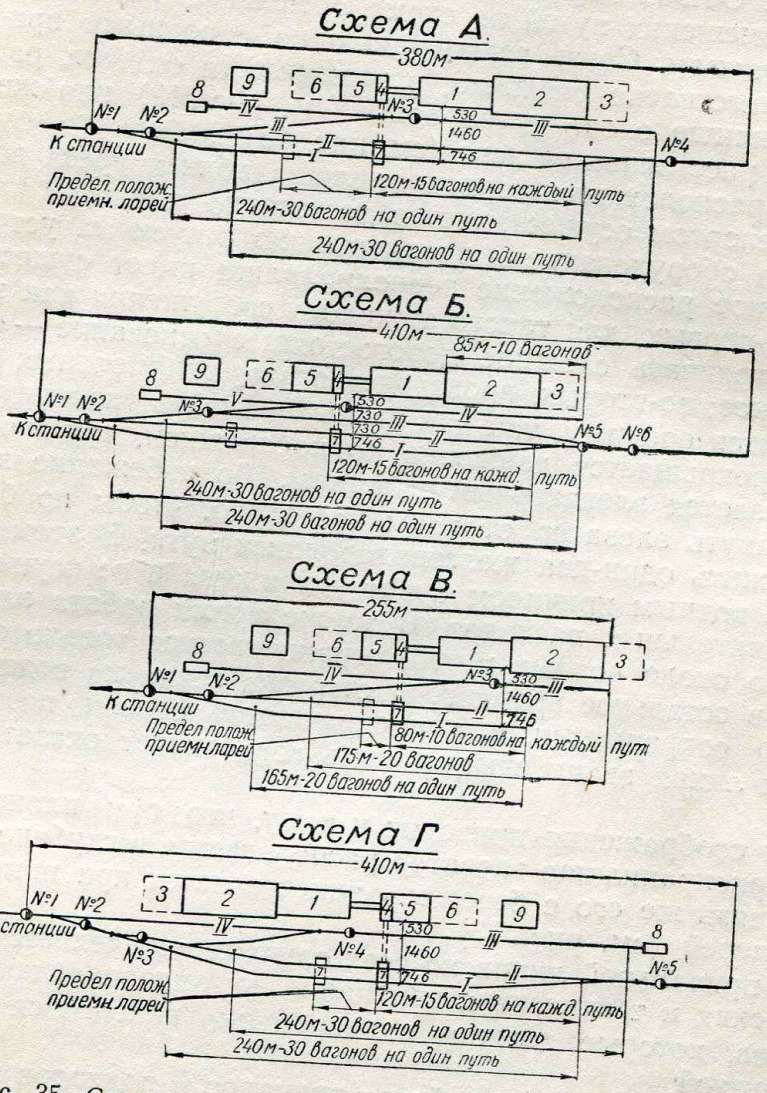


Рис. 35. Схема железнодорожных путей на территории мельничного зернохранилища:

1—мельница; *2*—склад продукции; *3*—участок для расширения склада; *4*—рабочая башня элеватора; *5*—силосный корпус; *6*—участок для расширения элеватора; *7*—устройство для приема зерна с железной дороги; *8*—депо для мотовоза; *9*—склад топлива

очистки могут быть установлены вдоль склада продукции для отгрузки муки. По окончании работы по разгрузке зерна и погрузке муки все вагоны располагаются на *III* пути, с которого и уводятся вызванным со станции паровозом.

При данной схеме так же, как и при первой схеме, требуется два заезда паровоза: один для подачи состава, другой для его уборки.

При выборе схемы подъездных путей необходимо учитывать профиль путей до станции примыкания и возможности станции в отношении количества одновременно подаваемых вагонов. Так, если станция может подавать 15—20 вагонов, то и пути на территории мельницы проектируются, исходя из этого количества.

При проектировании железнодорожных путей иногда возникает необходимость подачу состава производить не со стороны элеватора, как указано в схемах *А, Б* и *В,* а со стороны склада продукции. В этом случае применяется схема *Г* (см. рис. 35), которая может быть изменена в зависимости от размеров подаваемого состава и необходимости производить отгрузку продукции большими партиями.

При сравнении схемы *А* со схемой *Г* нетрудно установить преимущество схемы *А*. Общая длина путей, количество стрелок и длина территории для размещения путей по схеме *А* меньше, чем по схеме *Г*.

Водные причалы. Связь зернохранилища с водными причалами может быть осуществлена различно, в зависимости от того, располагается ли зернохранилище около уреза воды (см. рис. 12) или же находится на некотором расстоянии от него (см. рис. 13).

В случае расположения зернохранилища вблизи уреза воды связь с водным транспортом осуществляется достаточно удобно, с наименьшими расходами на оборудование и эксплуатацию отпускных устройств.

Но подобное расположение зернохранилищ имеет существенные недостатки. Во-первых, для такого тяжелого сооружения как элеватор необходимо устраивать сложное дорогостоящее основание — свайное или даже кессонное; во-вторых, производство дноуглубительных работ у причала становится опасным, так как элеватор может опрокинуться в воду; в-третьих, прекращается движение по набережной, так как территория порта разрезается элеваторным участком. Во избежание этого необходимо отодвинуть элеватор от воды настолько, чтобы по берегу можно было проложить один-два железнодорожных пути. В этом случае связь элеватора с водным причалом будет осложнена и ее осуществление потребует значительных расходов. В то же время работа элеватора, расположенного около водных путей, ограничивается только определенным сезоном, а в остальное время года отгрузка зерна на водный транспорт или сильно сокращается, или прекращается совсем, поэтому дорогая причальная линия значительную часть года может оказаться неиспользованной.

Все эти соображения приводят к тому, что при планировании территории зернохранилища элеватор располагается в глубине портовой территории, связь же его с берегом осуществляется при помощи транспортерных галерей (см. рис. 13).

Длина причальной линии во всех случаях определяется на основании экономических и технических изысканий, устанавливающих число и размеры судов, которые должны одновременно находиться под погрузкой или разгрузкой.

Выбирать место для устройства причалов и подходов к ним довольно сложно. Причалы нежелательно устраивать на заносимом берегу, так как в этом случае потребуются значительные расходы на землечерпание. Поэтому место для причалов целесообразно выбирать у прижимного берега, но не на стрежне.

В случае необходимости оградить причалы молом вход в огражденную часть нельзя делать по течению или против течения. В первом случае будет заноситься все огражденное пространство, во втором — подход. Вход выгодно устраивать в стенке, параллельной течению.

Защищенная водная площадь должна быть достаточна для стоянки судов, могущих скопиться в ожидании погрузки и разгрузки. В тех случаях, когда погрузка или разгрузка производится на плаву, необходимо предусмотреть место для этой работы.

ГЛАВА IV

МЕХАНИКА СЫПУЧЕГО ТЕЛА В ПРИЛОЖЕНИИ К РАСЧЕТУ СТЕН И ДНИЩ СКЛАДОВ И СИЛОСОВ

Зерно — сыпучее тело[1], засыпанное в емкость, оказывает давление на стены и на дно последней. Величины и законы изменения этого давления зависят от физических свойств зерна, от типа и материала емкости; знание этих законов весьма важно при расчете и конструировании последней.

Для определения величины давления зерна как сыпучего тела на дно и стены емкости рассмотрим основные вопросы теории сыпучего тела.

При рассмотрении вопроса о давлении сыпучего тела различают два основных случая давления последнего на дно и стены емкости:

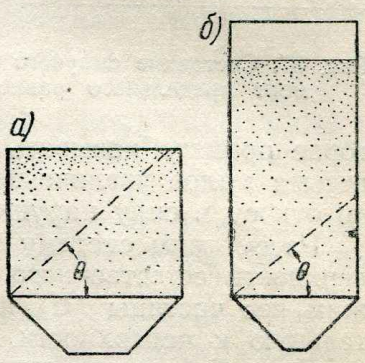


Рис. 36. Схемы емкости:
а — бункера; *б* — силоса

1-й случай — емкость с небольшой глубиной засыпки — склады и бункеры[2] (рис. 36,*а*);

2-й случай — емкость со значительной глубиной засыпки — силосы[3] (см. рис. 36,*б*).

1. ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ТЕОРИИ СЫПУЧИХ ТЕЛ

При определении давления сыпучего тела на дно и стенки хранилища ввиду сложности явлений и отсутствия глубокой теоретической разработки вопроса прибегают к некоторому упрощению представления о сыпучей смеси.

Всякое сыпучее тело, в том числе и зерно, является некоторой объемной совокупностью частиц, органического либо неорганического происхождения, между которыми действуют силы. Эти силы можно подразделить на две основные группы: силы трения и силы сцепления.

Наблюдения над сыпучими телами показывают, что основную роль играют силы трения, силы же сцепления играют незначительную роль, а в таких смесях как зерно их влияние почти неощутимо.

---

[1] Термин сыпучее тело принят по аналогии с жидким, твердым и газообразным телами.

[2] Бункерами принято называть хранилища такой глубины, при которой плоскость обрушения, проходящая через низ боковой стенки, пересекает поверхность сыпучего тела в нем.

[3] Силосом принято называть хранилище такой глубины, при которой плоскость обрушения, проходящая через низ боковой стенки, не пересекает поверхности сыпучего тела в нем.

В связи с этим при расчете элементов хранилищ реальное сыпучее тело заменяют обычно идеальным сыпучим телом, у которого силы сцепления принимают равными нулю.

Следовательно, идеально сыпучим телом будем называть объемную совокупность мелких частиц, взаимно связанных между собой только силами трения.

В силу принятого определения сыпучие тела будем характеризовать двумя основными параметрами: а) объемным весом; б) силами трения.

Первый параметр не требует пояснения; для уяснения второго параметра рассмотрим его более подробно.

Представим себе откос, образованный сыпучим телом (рис. 37) и будем считать, что дальнейшая досыпка последнего не в состоянии увеличить крутизну откоса, так как частицы при этом будут скатываться вниз.

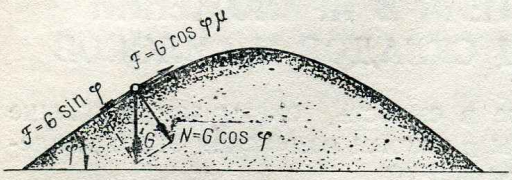


Рис. 37. Состояние сыпучего тела в момент предельного равновесия

Такой откос принято называть естественным, а угол, ему соответствующий (φ), — углом естественного откоса.

Все частицы смеси, лежащие на поверхности естественного откоса, будут находиться в состоянии, которое принято называть предельным равновесием, так как весьма малое увеличение угла повлечет за собой перемещение частиц по откосу в силу нарушения установившегося равновесия.

Рассмотрим систему сил, действующих на частицу, лежащую на поверхности естественного откоса (см. рис. 37), имеющую вес G. Разложим вес частицы (G) на составляющие: N — нормальную и T — касательную к поверхности, где $N=G\cos\varphi$, $T=G\sin\varphi$.

Сила T будет стремиться переместить частицу вниз по откосу. Этому перемещению противодействует сила F — трения частицы по поверхности сыпучего тела, равная $F=\mu N$, где коэффициент μ является характеристикой сил внутреннего трения сыпучего тела.

Величина коэффициента μ может быть определена из условия предельного равновесия сыпучего тела. Действительно, при предельном равновесии сыпучего тела $T=F=\mu N$,
откуда

$$\mu=\operatorname{tg}\varphi. \qquad (IV,1)$$

Следовательно, коэффициент внутреннего трения можно численно определить через тангенс угла естественного откоса[1].

Отметим, что в момент предельного равновесия реакция поверхности сыпучего тела составляет с нормалью к поверхности угол, равный углу трения.

Угол внутреннего трения — угол естественного откоса — различен не только для разных сыпучих тел, но и для различных состояний последнего, как это будет показано в дальнейшем.

В том случае, если необходимо удержать сыпучую смесь в откосе, превышающем естественный, применяются ограждающие подпорные стенки.

Подпорная стенка, удерживающая сыпучее тело от сползания (рис. 38), будет испытывать со стороны последнего некоторое давле-

[1] Как показали последние исследования, нельзя отождествлять угол естественного откоса и угол внутреннего трения, так как они зависят от ряда различных факторов (величины силы давления, характеристики сыпучего тела и т. д.). Для практических расчетов с некоторым приближением можно приравнивать угол внутреннего трения к углу естественного откоса.

ние R_0, которое принято называть распором, или активным давлением сыпучей смеси.

В случае поступательного перемещения подпорной стенки под влиянием активного давления или каких-либо других сил последняя будет оказывать давление на сыпучее тело, расположенное слева. При наличии давления на сыпучее тело со стороны подпорной стенки сыпучее тело оказывает давление на стенку в виде реактивного давления. Реактивное давление R, которое оказывает сыпучее тело на подпорную стенку, принято называть пассивным отпором, или пассивным давлением сыпучего тела.

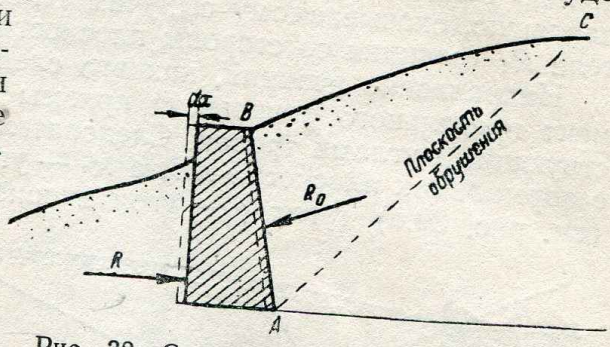


Рис. 38. Схема сил, действующих на подвижную подпорную стенку со стороны сыпучего тела

При определении давлений на стенки хранилищ представляет практический интерес только первый вид давления — активное давление.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА ПОДПОРНУЮ СТЕНКУ

Определение величины активного давления сыпучего тела на подпорные стенки основано на обобщении опытных данных, отправными положениями которого являются:

1) Обрушение сыпучего тела при бесконечно малом перемещении dx подпорной стенки происходит по плоскости, которую принято называть плоскостью обрушения (пл. AC, см. рис. 38).

2) Призма обрушения ABC (см. рис. 38) рассматривается в состоянии предельного равновесия[1]. Это предположение позволяет установить направление реакции как со стороны стенки, так и со стороны неподвижной части сыпучего тела, лежащего ниже плоскости обрушения.

3) Из всех возможных плоскостей обрушения рассматривается такая плоскость, при которой давление сыпучего тела на подпорную стенку будет наибольшим.

Принимая эти три основных положения, нетрудно отыскать давление сыпучего тела на стенку, его удерживающую.

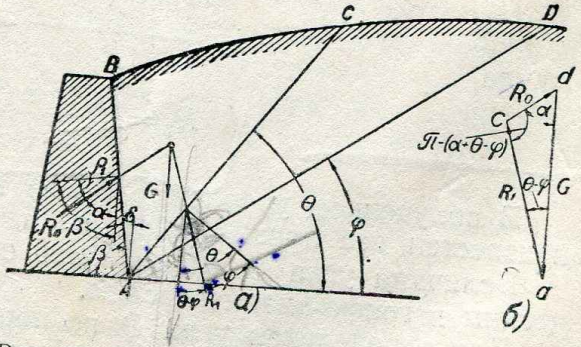


Рис. 39. Схема действия сил на подпорную стенку

Рассмотрим сыпучее тело, удерживаемое подпорной стенкой AB (рис. 39,*а*), ограниченное поверхностью BCD.

Обозначим угол естественного откоса сыпучей смеси φ, а линию естественного откоса — AD. Предположим, что обрушение может произойти по следу плоскости AC, которая образует с горизонтом угол Θ. Вес призмы обрушения ABC — G.

Давление на подпорную стенку определим на длине стены, равной 1 *м*. Следовательно, объем призмы обрушения равен площади

[1] Состоянию предельного равновесия соответствует предельное напряженное состояние сыпучего тела.

$ABC \times 1$ *м*, а вес призмы обрушения $G = \gamma_{пл} ABC \times 1 = \gamma_{пл} ABC$, где γ — объемный вес сыпучего тела.

Вес призмы обрушения уравновешивается реакцией стенки R_0, равной по величине и прямо противоположной по направлению активному давлению, оказываемому сыпучим телом на стенку и реакцией сыпучего тела R_1 (реакция со стороны плоскости AC).

Направление реакций, как это следует из второго положения в момент предельного равновесия призмы обрушения определяется соответствующими углами трения. Следовательно, реакция R_0 составит угол ρ_1 с нормалью к плоскости AB, а R_1 — угол φ с нормалью к плоскости AC (см. рис. 39,*а*) (угол ρ_1 — угол внешнего трения сыпучего тела о стенку, угол φ — угол естественного откоса, равный углу внутреннего трения сыпучего тела).

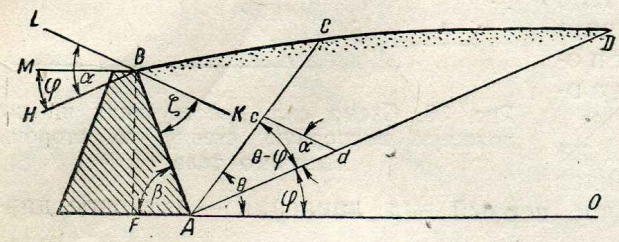


Рис. 40. Графическое построение для определения давления на подпорную стенку

Так как система сил G, R_0 и R_1 находится в равновесии, то линии их действия должны пересекаться в одной точке и многоугольник этих сил должен быть замкнут (см. рис. 39,*б*).

Обозначим угол наклона подпорной стенки к горизонту через β, а угол между вертикалью и направлением силы R_0 через α.

Как видно из чертежа (см. рис. 39,*а* и *б*), угол $\alpha = \beta - \rho_1$.

Угол между направлением силы R_1 и вертикалью, как это следует из чертежа, равен $\Theta - \varphi$.

Угол между направлением сил R_0 и R_1 соответственно равен $[\pi - (\alpha + \Theta - \varphi)]$.

Из силового треугольника (см. рис. 39,*б*) на основании теоремы синусов можем записать:

$$\frac{R_0}{G} = \frac{\sin(\Theta - \varphi)}{\sin[\pi - (\alpha + \Theta - \varphi)]} = \frac{\sin(\Theta - \varphi)}{\sin(\alpha + \Theta - \varphi)},$$

откуда

$$R_0 = G \frac{\sin(\Theta - \varphi)}{\sin(\alpha + \Theta - \varphi)}. \qquad \text{(IV,2)}$$

В полученном уравнении (IV,2) неизвестен угол Θ, а следовательно, неизвестен вес призмы обрушения G.

Величина угла Θ может быть определена двумя способами: графическим и графо-аналитическим.

Для определения угла Θ по первому способу (метод Кульмана) наложим силовой треугольник *acd* (см. рис. 39,*б*) на линию естественного откоса AD (рис. 40) так, чтобы его вершина *a* совпадала с вершиной A, а сторона *ad* (вес G) совпадала с линией естественного откоса AD. При этом сторона *ac* совпадет с линией AC, так как углы *cad* и CAD равны. Сторона *cd* займет некоторое положение, а угол *cdA* между линией естественного откоса и линией *cd* будет равен углу α.

Так как угол $\alpha = \beta - \rho_1$ есть величина постоянная для данной стены и сыпучего тела, то следовательно, направление линии *cd* не зависит от угла Θ.

Проведем через точку B прямую KL, параллельную линии *cd* (см. рис. 40), и рассмотрим угол ξ, составленный линией BK с гранью подпорной стенки AB.

Проведем линию BH, параллельную линии естественного откоса AD, тогда угол LBH равен углу α, так как $LB \| cd$, а $BH \| Ad$. Кроме того,

угол MBH равен углу φ, так как $BH \| AD$, а $MB \| AO$. Следовательно, угол LBM равен $\alpha - \varphi$, угол FBA равен $\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)$ (см. рис. 39 и 40).

Рассматривая углы между прямыми, сходящимися в точке B, можем написать:

$$\xi + \left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) + \frac{\pi}{2} + (\alpha - \varphi) = \pi,$$

или

$$\xi = \beta - \alpha + \varphi,$$

но $\alpha = \beta - \rho_1$; тогда

$$\xi = \beta - (\beta - \rho_1) + \varphi = \varphi + \rho_1.$$

Следовательно, прямая BK, параллельная линии cd, составляет с гранью подпорной стенки AB угол, равный сумме углов внутреннего и внешнего трений.

Прямую BK принято называть ориентирующей линией.

Пользуясь известным направлением ориентирующей линии, нетрудно определить графически величину $R_{0\,max}$. Для этого:

в точке B (см. рис. 40) проводят ориентирующую линию BK под углом $\varphi + \rho_1$ к BA — грани подпорной стенки;

проводят след плоскости обрушения AC и вычисляют объем призмы обрушения BAC и ее вес G;

откладывают в каком-либо масштабе вес призмы обрушения на линии естественного откоса — линию Ad;

из точки на конце вектора веса призмы обрушения проводят прямую, параллельную ориентирующей линии, до пересечения с плоскостью обрушения — линию cd;

полученный отрезок между следами плоскости естественного откоса и плоскости обрушения (отрезок cd, см. рис. 40), измеренный в масштабе сил (в том же масштабе, в котором была отложена сила веса призмы обрушения), представляет собой величину активного давления сыпучего тела на подпорную стенку.

Для определения угла Θ по второму способу (способ Ребхана) воспользуемся третьим положением. Рассматривается такая плоскость обрушения, при которой давление сыпучего тела будет наибольшим.

Для определения максимального давления на подпорную стенку возьмем первую производную от давления (уравнение IV, 2) по углу Θ и приравняем ее нулю:

$$\frac{dR_0}{d\Theta} = \frac{dG}{d\Theta} \frac{\sin(\Theta - \varphi)}{\sin(\alpha + \Theta - \varphi)} + G \frac{\cos(\Theta - \varphi)\sin(\alpha + \Theta - \varphi) - \sin(\Theta - \varphi)\cos(\alpha + \Theta - \varphi)}{\sin^2(\alpha + \Theta - \varphi)} = 0,$$

или

$$\frac{dR_0}{d\Theta} = \frac{dG}{d\Theta} \sin(\Theta - \varphi)\sin(\alpha + \Theta - \varphi) + G\sin\alpha = 0. \qquad (IV, 3)$$

Решая уравнение (IV, 3) относительно G, получим:

$$G = -\frac{dG}{d\Theta} \frac{\sin(\Theta - \varphi)\sin(\alpha + \Theta - \varphi)}{\sin\alpha}. \qquad (IV, 4)$$

Правую часть уравнения можно определить, применяя геометрический метод.

Дадим углу Θ (рис. 41) приращение $d\Theta$. Ввиду малости угла $d\Theta$ элемент CC_1 примем за дугу круга радиуса AC. Тогда площадь сектора ACC_1 равна:

$$пл.\ ACC_1 = \frac{1}{2}\overline{CC_1} \times \overline{AC} = \frac{1}{2}\overline{AC}^2 d\Theta,$$

так как

$$\overline{CC_1} = \overline{AC}d\Theta.$$

Отсюда приращение веса призмы обрушения равно:

$$dG = -пл.\ ACC_1 \times \gamma \times 1 = -\frac{1}{2}\overline{AC}^2 \gamma d\Theta.$$

(знак минус поставлен потому, что с увеличением угла Θ объем, а следовательно, и вес призмы обрушения уменьшаются).

Подставляя полученное значение dG в уравнение (IV,4) и сокращая на $d\Theta$, имеем:

$$G = \frac{1}{2}\gamma \overline{AC}^2 \frac{\sin(\Theta - \varphi)\sin(\alpha + \Theta - \varphi)}{\sin \alpha}. \qquad (IV,5)$$

Проведем из точки C (см. рис. 41) прямую CF, образующую с линией естественного откоса угол α, и из точки C опустим перпендикуляр CF_1 на линию естественного откоса — AD.

Из треугольника ACF на основании теоремы синусов можем записать:

$$\frac{\overline{AF}}{\overline{AC}} = \frac{\sin[\pi - (\alpha + \Theta - \varphi)]}{\sin \alpha} = \frac{\sin(\alpha + \Theta - \varphi)}{\sin \alpha}, \qquad (IV,6)$$

а

$$CF_1 = AC \sin(\Theta - \varphi). \qquad (IV,7)$$

Подставив в уравнение (IV, 5) значение отношения синусов из (IV, 6) и значение AC из (IV, 7), получим:

$$G = \frac{1}{2}\gamma \overline{AC} \times \overline{CF_1} \frac{\overline{AF}}{\overline{AC}} = \frac{1}{2}\gamma \overline{AF} \times \overline{CF_1}. \qquad (IV,8)$$

Из рис. 41 видно, что $\frac{1}{2}\overline{AF} \times \overline{CF_1} = пл.\ ACF$.

Следовательно,

$$G = \gamma\ пл.\ ACF. \qquad (IV,9)$$

Но, с другой стороны, вес призмы обрушения G равен:

$$G = \gamma\ пл.\ ABC. \qquad (IV,10)$$

Приравнивая правые части уравнений (IV, 9) и (IV, 10), получим:

$$пл.\ ABC = пл.\ ACF. \qquad (IV,11)$$

Треугольник ACF (см. рис. 41) подобен силовому треугольнику acd (см. рис. 39,*б*), так как углы треугольников равны.

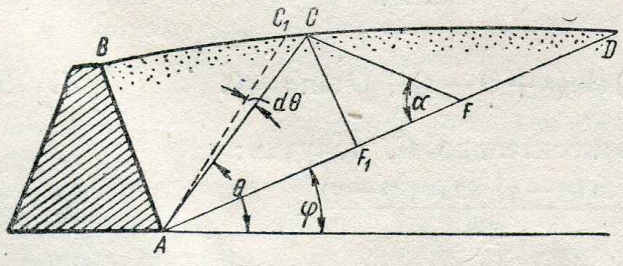


Рис. 41. Графическое построение для определения давления на подпорную стенку графо-аналитическим методом

Полученная при этом призма ACF (см. рис. 41) называется дополнительной призмой.

Так как уравнение (IV, 11) получено в результате нахождения максимального значения R_0, то его можно читать следующим образом:

Наибольшее значение активного давления (R_0) будет в том случае, когда площадь призмы обрушения (ABC) будет равна площади (ACF) дополнительной призмы, т. е. площади силового треугольника, построенного на следу плоскости обрушения.

В том случае, когда поверхность сыпучего тела является плоскостью, можно получить более простой способ отыскания положения плоскости обрушения (способ Понселе).

Пусть прямая AC (рис. 42) является следом плоскости обрушения при наибольшем давлении сыпучего тела на стенку AB, а AD — линия

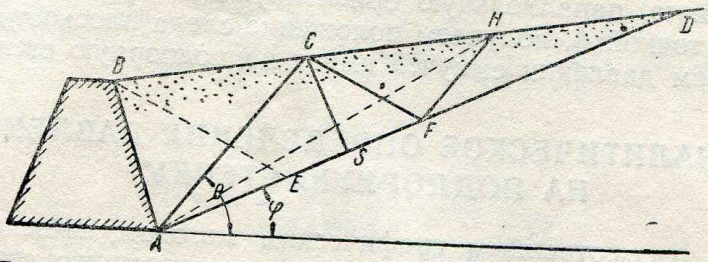


Рис. 42. Графическое построение для определения давлений на подпорную стенку для случая, когда поверхность сыпучего тела плоскость

естественного откоса. Проведем ориентирующую прямую BE и параллельную ей линию CF из точки C. Тогда на основании ранее доказанного $пл.\ ABC = пл.\ ACF$.

Для определения площади ACF необходимо уметь находить положение точки F, которое позволяет без труда получить искомые величины путем простого построения.

Проведем линию FH, параллельную AC (см. рис. 42). Полученный треугольник ACH равновелик треугольнику ACF и, следовательно, треугольнику ABC, так как у этих треугольников общее основание AC и вершины их F и H лежат на одинаковом расстоянии от основания.

На основании равенства площадей треугольников ABC и ACH можно утверждать, что и их основания равны, т. е. $BC = CH$.

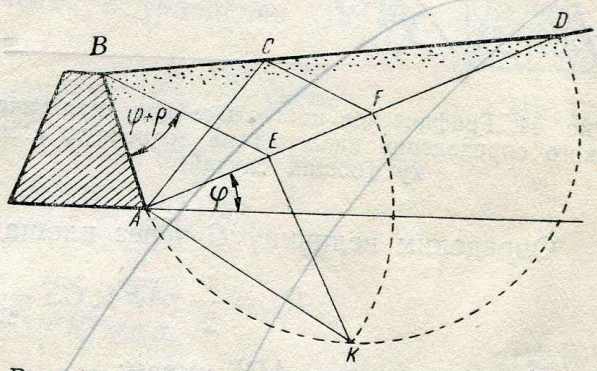


Рис. 43. Графический метод определения плоскости обрушения при наибольшем давлении на подпорную стенку

Из свойства параллельности прямых, пересекающих стороны угла, следует:

$$\frac{AF}{AD} = \frac{CH}{CD} = \frac{BC}{CD},$$

но

$$\frac{BC}{CD} = \frac{EF}{FD} = \frac{AF - AE}{AD - AF},$$

следовательно,

$$\frac{AF}{AD} = \frac{AF - AE}{AD - AF};$$

отсюда

$$AF \times AD - AF^2 = AF \times AD - AD \times AE,$$

или

$$AF^2 = AD \times AE. \qquad (IV, 12)$$

Полученное выражение (IV, 12) дает возможность весьма просто определить положение точки F.

Для этого необходимо на линии AD (след плоскости естественного откоса) построить полуокружность как на диаметре и из точки B провести ориентирующую прямую BE (рис. 43). Из точки E восстановить перпендикуляр до пересечения с окружностью в точке K и соединить точки A и K. Тогда полученная линия AK будет равна AF. Найдя точку F, проводим прямую, параллельную ориентирующей прямой BE, и, соединяя точку C с точкой A, получаем положение следа плоскости обрушения при наибольшем давлении сыпучей смеси на подпорную стенку.

3. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ПОДПОРНУЮ СТЕНКУ

Пользуясь рассмотренным графическим методом, выведем аналитическую формулу давления сыпучего тела на подпорную стенку.

Рассмотрим общий случай (рис. 44), при котором:

1. Сыпучее тело расположено под углом δ к горизонту.
2. Сыпучее тело оказывает давление на подпорную стенку, наклоненную под углом ε к вертикали.
3. Высота стенки равна h.
4. Угол внутреннего трения равен φ, угол внешнего трения ρ_1.

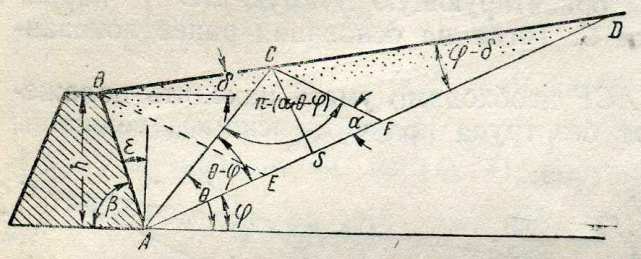


Рис. 44. Графическое построение для аналитического определения давления на подпорную стенку (общий случай)

Величина давления согласно формуле (IV, 2) равна:

$$R_0 = G\frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin(\alpha+\theta-\varphi)}.$$

Определим величину G через площадь треугольника ACF, тогда

$$R_0 = \frac{1}{2}\gamma\overline{AF}\times\overline{CS}\,\frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin(\alpha+\theta-\varphi)}. \qquad (IV, 13)$$

Из треугольника ACF имеем:

$$\frac{CF}{AF} = \frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin[\pi-(\alpha+\theta-\varphi)]} = \frac{\sin(\theta-\varphi)}{\sin(\alpha+\theta-\varphi)}. \qquad (IV, 14)$$

и

$$CS = CF\sin\alpha, \qquad (IV, 15)$$

Подставив значения (IV, 14) и (IV, 15) в уравнение (IV, 13), получим:

$$R_0 = \frac{1}{2}\gamma\times\overline{CF}\times\overline{CS} = \frac{1}{2}\gamma CF^2\sin\alpha. \qquad (IV, 16)$$

Для получения аналитического выражения давления сыпучего тела на подпорную стенку в уравнении (IV, 16) выразим значение отрезка CF через высоту стенки h и известные углы.

Действительно,

$$\frac{CF}{BE} = \frac{DF}{DE}; \quad CF = BE\frac{DF}{DE},$$

но

$$BE = AB\frac{\sin\left(\frac{\pi}{2}+\varepsilon-\varphi\right)}{\sin\alpha} = \frac{h}{\cos\varepsilon}\cdot\frac{\cos(\varphi-\varepsilon)}{\sin\alpha}.$$

линию BB_1 параллельно AM до пересечения с продолжением линии MD в точке B_1 и соединяем новую вершину треугольника с вершинами A и C.

Пользуясь уравнением (IV, 19), определяем величину активного давления на подпорную стенку высотой h и строим эпюру давлений (см. рис. 45,*б*). Затем определяем точку перелома эпюры давлений путем нахождения глубины h_x, при которой величина давления, определяемая уравнением (IV, 19), будет равна давлению на глубине, отсчитываемой от линии DCM.

Положение равнодействующей определяется центром тяжести эпюры давления.

Величина активного давления на подпорную стенку может быть определена аналитически из уравнения (IV, 2). В частности для вертикальной стенки при допущении, что угол трения сыпучего тела о стенку равен нулю, $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\alpha=90°$.

Подставив в уравнение (IV, 2) значения угла α и заменяя угол Θ через дополнительный $\Theta=\frac{\pi}{2}-\psi$, получим:

$$R_0=G\frac{\sin(\Theta-\varphi)}{\sin(\alpha+\Theta-\varphi)}=G\frac{\cos(\psi+\varphi)}{\sin(\psi+\varphi)}=\frac{G}{\operatorname{tg}(\psi+\varphi)}.$$

Вес призмы обрушения G определяем как разность в весе призм, имеющих основание AB_1M и BB_1M, т. е.

$$G=\gamma\frac{(H+a)^2}{2}\operatorname{tg}\psi-\gamma\frac{ab}{2}.$$

Тогда активное давление на подпорную стенку равно:

$$R_0=\gamma\frac{(H+a)^2\operatorname{tg}\psi-ab}{2\operatorname{tg}(\psi+\varphi)}. \qquad (IV, 19')$$

Для получения максимального значения активного давления сыпучего тела на подпорную стенку необходимо взять первую производную $\frac{dR_0}{d\psi}$ и приравнять ее нулю.

Решив полученное выражение относительно угла ψ, будем иметь:

$$\operatorname{tg}\psi=-\operatorname{tg}\varphi+\sqrt{(1+\operatorname{tg}^2\varphi)\left[1+\frac{ab}{(H+a)^2\operatorname{tg}\varphi}\right]}.$$

4. НЕКОТОРЫЕ ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА ПОДПОРНУЮ СТЕНКУ

В практике расчета стен зернохранилищ обычно имеют дело со случаями, когда подпорная стенка вертикальная, т. е. угол $\varepsilon=0$; при этом сыпучее тело — зерно — располагается либо горизонтально $\delta=0$, либо, при самом невыгодном случае работы стенки, под углом естественного откоса к горизонту $\delta=\varphi$.

Если к тому же принять допущение, как это делают на практике, что угол внешнего трения сыпучей смеси о стенку равен нулю, т. е. $\rho_1=0$, то уравнение (IV, 19) можно значительно упростить, получив его в удобном для практического пользования виде.

Рассмотрим некоторые наиболее часто встречающиеся случаи:

1-й случай: $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$, $\delta=\varphi$;

тогда в уравнении (IV, 19) $\sin\alpha=\sin\left(\frac{\pi}{2}-\varepsilon-\rho_1\right)=1$ и

$$z=\frac{\sin(\varphi+\rho_1)\sin(\varphi-\delta)}{\sin\alpha\sin\left(\frac{\pi}{2}-\varepsilon+\delta\right)}=\frac{\sin\varphi\sin(\varphi-\varphi)}{\sin\alpha\sin\left(\frac{\pi}{2}+\varphi\right)}=0;$$

$$K^2=\frac{1}{(1+\sqrt{z})^2}\cdot\frac{\cos^2(\varphi-\varepsilon)}{\cos^2\varepsilon\sin^2\alpha}=\cos^2\varphi.$$

Уравнение (IV, 19) для этого частного случая примет вид:

$$R_0=\frac{1}{2}\gamma h^2\cos^2\varphi. \qquad \text{(IV, 20)}$$

2-й случай: $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$, $\delta=0$;
тогда $\sin\alpha=1$; $z=\sin^2\varphi$;

$$K^2=\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sin\varphi)^2}=\frac{1-\sin^2\varphi}{(1+\sin\varphi)^2}=\frac{1-\sin\varphi}{1+\sin\varphi}=\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right).$$

Уравнение (IV, 19) для данного частного случая примет вид:

$$R_0=\frac{1}{2}\gamma h^2\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right). \qquad \text{(IV, 21)}$$

3-й случай: $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$, $\delta<\varphi$; $\alpha=\frac{\pi}{2}-\varepsilon-\rho_1=\frac{\pi}{2}$ (см. рис. 39);
$\sin\alpha=1$;

$$z=\frac{\sin\varphi\sin(\varphi\pm\delta)}{\sin\left(\frac{\pi}{2}\pm\delta\right)}; \qquad K^2=\frac{1}{(1+\sqrt{z})^2}\cdot\frac{\cos^2\varphi}{1}=\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2};$$

тогда

$$R_0=\frac{1}{2}\gamma h^2\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2}. \qquad \text{(IV, 22)}$$

В рассмотренных частных случаях при $\rho_1=0$ и $\varepsilon=0$ давление сыпучего тела на стенку направлено под углом 90° к поверхности стенки, т. е. во всех случаях будет горизонтальным (в силу сделанного допущения, что $\rho_1=0$).

5. УДЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА ПОДПОРНУЮ СТЕНКУ

При решении практических задач часто приходится определять не общее давление на подпорную стенку, а давление на стенку той или иной ширины на заданной глубине.

Для этого проще всего иметь дело не с общим давлением, а с удельным давлением — давлением на единицу длины стенки при заданной высоте h.

Из уравнения (IV, 19) следует, что $R_0=f(h)$, тогда удельное давление на глубине h будет равно:

$$p_z=\frac{dR_0}{dh}=\gamma hK^2\sin\alpha=n\gamma h, \qquad \text{(IV, 23)}$$

где $n=K^2\sin\alpha$.

Для рассмотренных частных случаев (см. раздел 4) удельное давление соответственно равно:

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta=\varphi$

$$p_г=\gamma h\cos^2\varphi; \qquad (IV,24')$$

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta=0$

$$p_г=\gamma h\,\mathrm{tg}^2\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right); \qquad (IV,24'')$$

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta<\varphi$

$$p_г=\gamma h\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2}. \qquad (IV,24''')$$

Из анализа уравнения (IV, 23) следует, что удельное давление растет пропорционально глубине засыпки, подобно гидростатическому, но с меньшей скоростью, так как коэффициент $n=K^2\sin\alpha$ менее единицы.

Так как для рассмотренных частных случаев направление бокового давления принято горизонтальным и оно растет по закону треугольника, то равнодействующая давления на стенку приложена в центре тяжести треугольника, т. е. на расстоянии $\frac{1}{3}h$ от основания стенки.

6. УДЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ В СЫПУЧЕМ ТЕЛЕ

Высказанное положение об удельном давлении на подпорную стенку можно с теми же погрешностями распространить на сыпучее тело.

Рассмотрим сыпучее тело, заключенное в какой-либо емкости (рис. 46).

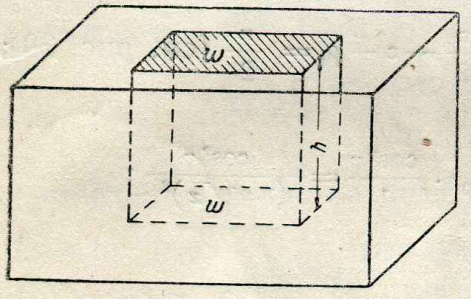


Рис. 46. Схема к определению удельного давления в сыпучем теле

Выделим в сыпучем теле объем, ограниченный вертикальными плоскостями, имеющий площадь основания ω, и рассмотрим давление, развиваемое выделенным объемом сыпучего тела на глубине h.

При объемном весе сыпучего тела γ удельное вертикальное давление на площади ω будет равно весу выделенного объема сыпучего тела, отнесенного к той же площади:

$$p_в=\frac{\gamma\omega h}{\omega}=\gamma h. \qquad (IV,25)$$

Удельное горизонтальное давление на боковые плоскости сыпучего тела со стороны выделенного объема согласно уравнению (IV, 23) равно:

$$p_г=n\gamma h=np_в. \qquad (IV,26)$$

Следовательно, распространяя этот вывод на весь объем сыпучего тела, можем сказать, что сыпучее тело в каждой своей точке находится в напряженном состоянии; при этом $p_в$ и $p_г$ являются главными напряжениями сыпучего тела.

7. ДАВЛЕНИЕ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА НАКЛОННУЮ ПЛОСКОСТЬ

Зная главные напряжения в сыпучем теле, нетрудно определить давление последнего на наклонную площадку.

Возьмем внутри сыпучего тела точку 0 (рис. 47), в которой удельные давления соответственно равны $p_в$ и $p_г$ и рассмотрим некоторую площадь, наклоненную под углом α к горизонту.

Площадка испытывает некоторое нормальное (σ) и касательное (τ) давления.

Рассмотрим равновесие бесконечно малой призмы с высотой, равной единице, и гранями dx, dy и dl.

Из условия равновесия призмы следует:

$$p_г\,dy - \sigma\,dl\sin\alpha - \tau\,dl\cos\alpha = 0; \qquad \text{(IV,27}$$

$$p_в\,dx - \sigma\,dl\cos\alpha + \tau\,dl\sin\alpha = 0. \qquad \text{(IV,28)}$$

Из треугольника ABO следует:

$$dx = dl\cos\alpha; \quad dy = dl\sin\alpha.$$

Подставим значения dx и dy в уравнения (IV, 27) и (IV, 28), получим:

$$p_г\sin\alpha - \sigma\sin\alpha - \tau\cos\alpha = 0; \qquad \text{(IV,29)}$$

$$p_в\cos\alpha - \sigma\cos\alpha + \tau\sin\alpha = 0. \qquad \text{(IV,30)}$$

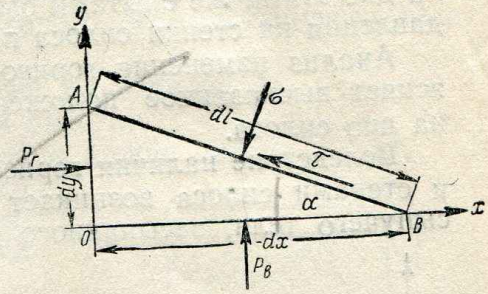


Рис. 47. Схема сил, действующих на наклонную плоскость, находящуюся в сыпучем теле

Решая уравнения (IV, 29) и (IV, 30) относительно σ и τ, получим:

$$\sigma = p_г\sin^2\alpha + p_в\cos^2\alpha = n\gamma h\sin^2\alpha + \gamma h\cos^2\alpha = \gamma h\,(n\sin^2\alpha + \cos^2\alpha) \qquad \text{(IV,31)}$$

и

$$\tau = (p_г - p_в)\sin\alpha\cos\alpha = (n\gamma h - \gamma h)\frac{\sin 2\alpha}{2} = \gamma h\,\frac{n-1}{2}\sin 2\alpha. \qquad \text{(IV,32)}$$

Полное давление на площадку будет равно:

$$p = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} = \sqrt{\gamma^2h^2\,(n\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)^2 + \gamma^2h^2\,\frac{(n-1)^2}{2}\sin^2 2\alpha} =$$

$$= \gamma h\sqrt{n^2\sin^2\alpha + \cos^2\alpha}. \qquad \text{(IV,33)}$$

Угол наклона силы P к площадке — β определится из условия:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\sigma}{\tau} = \frac{2\,(n\sin^2\alpha + \cos^2\alpha)}{(n-1)\sin 2\alpha}. \qquad \text{(IV,34)}$$

8. ДАВЛЕНИЕ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА СТЕНКИ И ДНО СИЛОСА

Для хранилищ, состоящих из ряда узких, но глубоких закромов — силосов, широко применяемых в элеваторно-складской практике, рассмотренные методы определения давления зерна на стенку неприемлемы. Так как след линии естественного откоса не пересекает поверхности сыпучего тела в силосе, применение полученных уравнений для определения усилий не отражает реальности явлений.

Попытки применения этих методов для расчета стен силосов приводили к получению несообразной толщины их либо к введению в конструкцию дополнительных креплений, вызывающих значительные, ничем не оправданные расходы материалов.

В то же время широкое применение силосных хранилищ в элеваторно-складском хозяйстве заставило искать новые пути определения давлений на стенки и дно силосов.

Опытное изучение вопроса определения вертикального давления на дно и стенки силоса, проведенное во второй половине XIX в., установило, что вертикальное давление на дно силоса не равно весу засыпанного в него сыпучего тела, во всех случаях оно ниже и стремится к определенному пределу [1].

Последующие исследования подтвердили этот вывод и доказали, что вертикальное давление сыпучего тела на дно силоса в зависимости от глубины засыпки изменяется по некоторому закону (рис. 48).

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II. Заготиздат, 1941.

С увеличением глубины засыпки рост давления на дно замедляется и при определенной глубине давление достигает своего максимума, почти не изменяясь, несмотря на дальнейшее увеличение глубины засыпки.

Наряду с установлением закона изменения вертикального давления на дно этими же опытами было доказано, что изменение горизонтального давления на стенки силоса подчиняется тому же закону (см. рис. 48).

Анализ изменения горизонтального давления на стенки силоса объясняет высказанное положение об изменении вертикального давления на дно силоса.

Вследствие наличия горизонтального давления между сыпучим телом и стенами силоса возникает трение, в результате которого часть веса сыпучего тела, засыпанного в силос, передается на его стенки в виде вертикального давления.

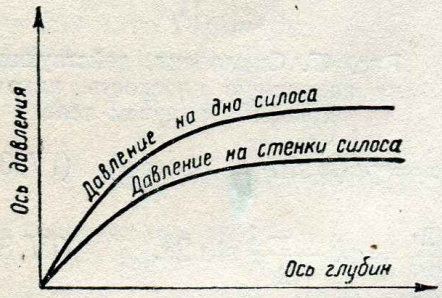


Рис. 48. Изменение давления на дно и стенки силоса в зависимости от глубины засыпки

Дальнейшие исследования над моделями и натуральными силосами показали, что величина давления сыпучего тела на стенки и на дно силоса зависит от ряда факторов, в том числе от величин, характеризующих сыпучее тело: объемного веса, коэффициентов внутреннего и внешнего трения, состояния тела (в покое либо движении), от процессов заполнения или опорожнения силоса и характера этих процессов, от уплотнения сыпучего тела при хранении и т. д.

Несмотря на значительное число проведенных исследований, сущность механизма явлений, имеющих место при хранении сыпучего тела в силосах, не была вскрыта.

Исследования, проведенные Центральным научно-исследовательским институтом промышленных сооружений совместно с Промзернопроектом в 1938/39 г., ЦНИИЛ Заготстроя в 1951 г., лабораторией механики сыпучих тел Одесского технологического института им. И. В. Сталина, внесли некоторую ясность в вопросы изменения давления в силосах, одновременно с этим вскрыли новые явления и поставили перед исследователями вопросы, которые требуют дальнейшего глубокого изучения.

9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА ДНО И СТЕНКИ СИЛОСА

В результате многочисленных исследований давления сыпучего тела на дно и стенки силосов был предложен ряд методов для определения величины вертикального и горизонтального давлений.

Наибольшее распространение в расчетной практике нашел метод, предложенный Янсеном и обобщенный последующими исследователями. Метод Янсена основан на обобщении установленных опытами законов изменения вертикального и горизонтального давлений сыпучего тела на дно и стенки силоса.

В основу этого метода положено следующее: а) сыпучее тело, помещенное в силосе, оказывает боковое давление на стенки, в результате чего между сыпучим телом и поверхностью стенок возникает сила трения, уменьшающая давление на дно; б) соотношение между величинами горизонтального и вертикального давлений принято постоянным.

Рассмотрим силос (рис. 49) постоянного сечения, заполненный сыпучим телом объемным весом γ. На глубине h выделим двумя горизонтальными плоскостями элементарный слой высотой dh. Выделенный элементарный слой находится в равновесии под действием сил:

а) Вертикального давления вышележащего слоя сыпучей смеси: $Q=p_в S$,

Вертик. давл. вышерасп. слоя $Q = p_в S$

где S — площадь горизонтального сечения силоса в $м^2$;
$p_в$ — единичное вертикальное давление на глубине h.

б) Собственного веса слоя $\gamma S dh$.

в) Реакции нижележащего слоя $(p_в + dp_в)S$,

где $dp_в$ — приращение единичного вертикального давления на высоте dh.

г) Силы трения выделенного элементарного объема сыпучего тела о стенки $p_г L dh\, \mu_1$,

где $p_г$ — единичное горизонтальное давление на глубине h;
L — периметр горизонтального сечения силоса;
μ_1 — коэффициент трения сыпучего тела о стенки силоса.

Из условия равновесия выделенного объема сыпучего тела следует, что проекция всех сил на вертикальную ось равна нулю, следовательно,

$$p_в S + \gamma S\, dh - (p_в + dp_в) S - p_г L\, dh \mu_1 = 0,$$

или

$$dh = \frac{dp_в}{\gamma - \frac{\mu_1 p_г L}{S}}. \qquad (IV, 35)$$

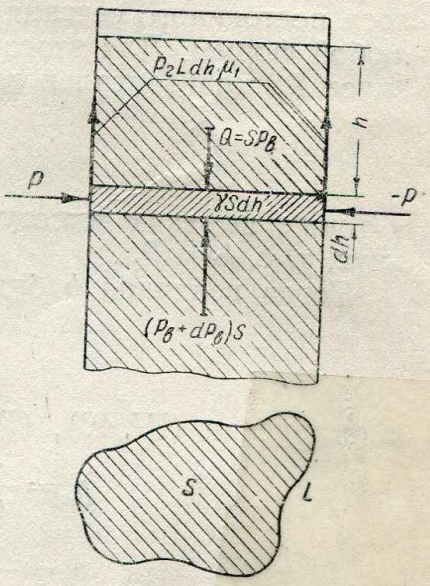


Рис. 49. Схема сил, действующих на выделенный объем сыпучего тела в силосе

Так как между вертикальным и горизонтальным давлениями существует определенная зависимость (см. раздел 6, главу IV), то

$$\mu_1 p_г \frac{L}{S} = \mu_1 n p_в \frac{L}{S} = b p_в, \qquad (IV, 36)$$

так как в данном случае $L = \text{const}$, $S = \text{const}$ и $n = \text{const}$, то $b = \mu_1 n \frac{L}{S} = \text{const}$.

Подставив полученное значение в уравнение (IV, 35), получим:

$$dh = \frac{dp_в}{\gamma - b p_в} = \frac{-\frac{1}{b} d(\gamma - b p_в)}{\gamma - b p_в}. \qquad (IV, 37)$$

Интегрируя уравнение (IV, 37), получим:

$$h = -\frac{1}{b} \ln(\gamma - b p_в) + C.$$

При начальных условиях

$$h = 0 \quad \text{и} \quad p_в = 0; \quad C = \frac{1}{b} \ln \gamma.$$

Подставив в уравнение значение постоянной, получим:

$$h = -\frac{1}{b} \ln \frac{\gamma - b p_в}{\gamma}, \qquad (IV, 38)$$

или

$$\frac{\gamma - b p_в}{\gamma} = e^{-bh}. \qquad (IV, 39)$$

Решая уравнение (IV, 39) относительно $p_в$, получим:

$$p_в = \frac{\gamma}{b}(1 - e^{-bh}) \qquad (IV, 40)$$

и следовательно,

$$p_г = n p_в = \frac{n\gamma}{b}(1 - e^{-bh}). \qquad (IV, 41)$$

Наибольшая величина единичного горизонтального и вертикального давлений будет, очевидно, иметь место в случае, когда высота засыпки стремится к бесконечности, следовательно,

$$p_{в\max}=\lim_{h\to\infty}p_в=\lim_{h\to\infty}\frac{\gamma}{b}(1-e^{-bh})=\frac{\gamma}{b} \qquad \text{(IV, 42)}$$

$$p_{г\max}=\lim_{h\to\infty}p_г=\lim_{h\to\infty}\frac{n\gamma}{b}(1-e^{-bh})=\frac{\gamma S}{\mu_1 L}. \qquad \text{(IV, 43)}$$

Полученные формулы (IV, 40), (IV, 41), (IV, 42) и (IV, 43) для силоса постоянного сечения можно обобщить, распространив их на силосы любой формы. Для этого воспользуемся понятием о гидравлическом радиусе $R_г$ горизонтального сечения силоса, т. е.

$$R_г=\frac{S}{L}, \qquad \text{(IV, 44)}$$

а также выразим высоту слоя сыпучей смеси через гидравлический радиус, т. е. $h=aR_г$.

Тогда величина b будет равна:

$$b=\frac{\mu_1 nL}{S}=\frac{\mu_1 h}{R_г}$$

и уравнения (IV, 40), (IV, 41) примут вид:

$$p_в=\frac{\gamma}{b}(1-e^{-bh})=\frac{\gamma R_г}{\mu_1 n}(1-e^{-\mu_1 na}) \qquad \text{(IV, 45)}$$

$$p_г=\frac{n\gamma}{b}(1-e^{-bh})=\frac{\gamma R_г}{\mu_1}(1-e^{-\mu_1 na}). \qquad \text{(IV, 46)}$$

Максимальные значения единичных давлений соответственно равны:

$$p_{в\max}=\frac{\gamma R_г}{\mu_1 n}; \qquad \text{(IV, 47)}$$

$$p_{г\max}=\frac{\gamma R_г}{\mu_1}. \qquad \text{(IV, 48)}$$

Пользуясь уравнением (IV, 40), определим полное вертикальное давление на глубине h и его отношение к весу засыпанного в силос сыпучего тела при площади горизонтального сечения силоса, равной S.

Полное давление на глубине h равно:

$$Q=p_в S=\frac{\gamma S}{b}(1-e^{-bh}).$$

Вес сыпучего тела в силосе равен:

$$G=\gamma hS.$$

Тогда отношение полного вертикального давления к весу засыпанного сыпучего тела равно:

$$\lambda=\frac{Q}{G}100\%=\frac{1-e^{-bh}}{bh}100\%=\frac{1-e^{-\mu_1 na}}{\mu_1 na}100\%. \qquad \text{(IV, 49)}$$

На основании полученных уравнений для единичного горизонтального и вертикального давлений и соотношения между полным вертикальным давлением и весом сыпучего тела можно сделать вывод, что:

1) единичные давления для одинаковых высот загрузки силоса и при прочих равных условиях равны, если равны их гидравлические радиусы, либо относятся между собой как их гидравлические радиусы;

2) при известном изменении единичных давлений в зависимости от $R_г$ для какого-либо силоса единичные давления для другого силоса находятся из отношения их гидравлических радиусов при равных значениях $\frac{h}{R_г}$;

3) давление на дно силоса является частью собственного веса засыпанного в него сыпучего тела и является функцией высоты слоя.

10. ДАВЛЕНИЕ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА СТЕНКИ ВЫПУСКНЫХ ВОРОНОК СИЛОСА

Исследование давления сыпучего тела на стенки выпускных воронок силоса почти не проводилось. Отсутствие экспериментального исследования этого вопроса не позволяет установить соответствие предложенных теорий реальному положению. Поэтому при решении вопроса о давлении сыпучего тела на стенки выпускных воронок приходится искать более или менее вероятные положения.

При решении вопроса о давлении сыпучего тела на стенки выпускных воронок необходимо учитывать, что здесь имеем дело с наклонной плоскостью и поэтому полученные значения для вертикальных и горизонтальных давлений (см. раздел 9, главу IV) не могут быть приняты безоговорочно.

Для определения давления сыпучего тела на стенки выпускной воронки силоса предложено несколько методов. Остановимся на изложении одного из них, наиболее простого и дающего средние ориентировочные результаты.

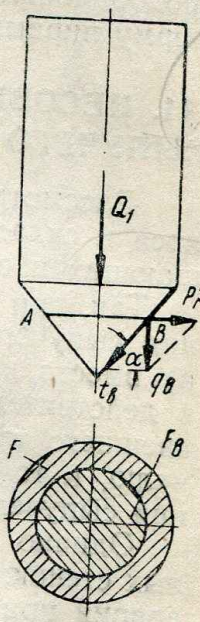


Рис. 50. Схема сил, действующих на наклонное днище силоса

При расчете конструкции выпускной воронки принимаем, что вертикальное давление на воронку Q распределяется равномерно по площади ее проекции; при этом

$$Q = Q_1 + G_з + G_в,$$

где Q_1 — давление сыпучего тела в силосе на его основание;

$G_з$ — вес зерна, заключенного в воронке;

$G_в$ — собственный вес воронки.

При площади проекции воронки S давление на единицу площади — единичное давление $p'_в$ — равно:

$$p'_в = \frac{Q}{S} = \frac{Q_1 + G_з + G_в}{S} = \frac{\gamma R_г}{\mu_1 n}\left(1 - e^{-\mu_1 n a}\right) + \frac{G_з + G_в}{S}. \qquad (IV, 50)$$

Полное давление на произвольно выбранное горизонтальное сечение воронки $S_в$, выраженное через единичное давление, равно:

$$Q_в = p'_в S_в,$$

а отнесенное к периметру этого сечения $L_в$, на который передается давление

$$q_в = \frac{Q_в}{L_в} = p'_в \frac{S_в}{L_в} = p'_в R'_г, \qquad (IV, 51)$$

где $R'_г$ — гидравлический радиус сечения AB.

Разложив давление $q_в$ на направления горизонтальное и касательное к днищу конуса (рис. 50), получим:

$$p'_г = q_в \operatorname{ctg} \alpha = p'_в R'_г \operatorname{ctg} \alpha \qquad (IV, 52)$$

и

$$t_в = \frac{q_в}{\sin \alpha} = p'_в \frac{R'_г}{\sin \alpha}. \qquad (IV, 53)$$

Подставив в уравнения (IV, 52) и (IV, 53) значение $p_в^1$ из уравнения (IV, 50), получим:

$$p_г' = \left[\frac{\gamma R_г}{\mu_1 n}(1 - e^{-\mu_1 n a}) + \frac{G_з + G_в}{S}\right] R_г' \operatorname{ctg} \alpha \qquad \text{(IV, 54)}$$

и

$$t_в = \left[\frac{\gamma R_г}{\mu_1 n}(1 - e^{-\mu_1 n a}) + \frac{G_з + G_в}{S}\right] \frac{R_г'}{\sin \alpha}. \qquad \text{(IV, 55)}$$

Так как в уравнениях (IV, 54) и (IV, 55) выражение, заключенное в скобки, постоянно для данного конкретного случая и угол наклона днища α также постоянен, то единичные давления на днище изменяются пропорционально гидравлическому радиусу $R_г$ (для воронок, имеющих форму пирамиды и прямого конуса).

11. НЕСОВЕРШЕНСТВО СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕОРИЙ ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕГО ТЕЛА НА ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ И СТЕНКИ СИЛОСА

Рассмотренные теории давления сыпучего тела на стенки и дно силоса и склада выведены при допущении целого ряда положений, упрощающих и в силу этого не отражающих реальных условий.

Так, при выводе основных уравнений, определяющих величину давления сыпучего тела на подпорные стенки, с целью упрощения принято: а) вместо криволинейной поверхности обрушения, как это имеет место в действительности, принята плоскость обрушения; б) значение угла внешнего трения сыпучего тела о подпорную стенку принято равным нулю, в то время как в действительности величина угла внешнего трения сыпучего тела отлична от нуля, и др.

Однако длительная практика строительства и эксплуатации подпорных стенок, рассчитанных на основании изложенных теорий, и отсутствие аварий при нормальной эксплуатации дают возможность сделать вывод о практической применимости выведенных уравнений для расчета подпорных стенок.

Теория давления сыпучего тела на стенки и дно силосов также далеко не отражает объективную реальность вследствие того, что:

а) при выводе основных формул нет увязки с теорией давления сыпучего тела на подпорную стенку;

б) величины горизонтального и вертикального давлений приняты не зависящими от угла внутреннего трения сыпучего тела, что не соответствует фактически наблюдаемому при опытах;

в) передача давления в сыпучем теле принимается от одной горизонтальной плоскости к другой, тогда как в действительности гораздо вероятнее (как это показывает опыт), что эта передача осуществляется через своды, образующиеся в сыпучем теле;

г) принятое постоянство коэффициента n — отношения горизонтального давления к вертикальному, дающее возможность интегрировать полученное дифференциальное уравнение, не только не подтверждается, но опровергается практикой;

д) дифференциальное уравнение составлено из условия равновесия элементарного объема; в действительности, как показали опыты, величина давлений, исчисленных по полученным формулам в момент движения сыпучего тела (заполнения и опорожнения силоса), далеко не соответствует фактически наблюдаемым и др.

Однако в силу ряда достоинств принятой теории, и в первую очередь простоты расчета, при соответствующей корректировке с помощью экспериментально определенных коэффициентов, она дает возможность получить данные, весьма близко совпадающие по величине с данными, по-

лученными опытным путем, что заставляет пока считать ее наиболее приемлемой для практического применения в расчетной практике.

Тем не менее отмеченные недостатки заставили искать иные пути определения давления. В результате многочисленных опытов и теоретических исследований были предложены новые приемы и теории для определения давления сыпучей смеси на стенки силоса. Однако они не смогли устранить отмеченных недостатков, в силу чего не нашли применения [1].

Из большого числа исследований, посвященных изучению давления сыпучей смеси на стенки силосов, необходимо отметить последние исследования, проведенные в 1938—1941 гг. на элеваторе в Баку Центральным научно-исследовательским институтом промышленных сооружений совместно с Промзернопроектом, ЦНИЛ Главзаготстроя (инж. В. С. Ким, 1951 г.), лабораторией механики сыпучих тел Одесского технологического института им. И. В. Сталина (инж. К. И. Куценко, 1951 г.). Проведенные работы представляют существенный интерес в силу того, что они производились на силосах промышленного типа в наиболее крупном масштабе из всех до сих пор известных работ в этой области, с применением современных приборов и совершенной методики исследования, что дало возможность получить результаты, которые по научной строгости несравненно достовернее всех известных до сих пор.

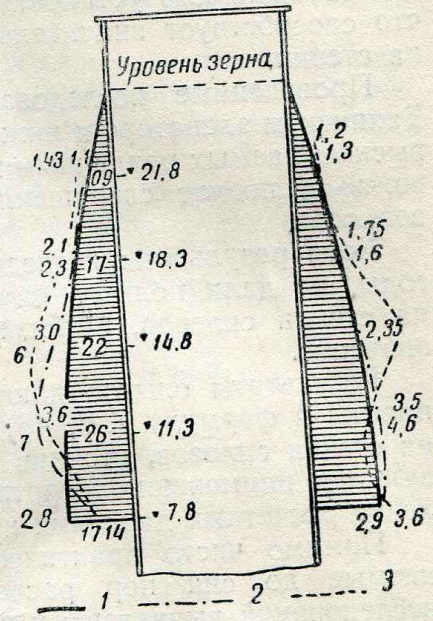


Рис. 51. Распределение горизонтального давления на стенки силосов (по данным опытов, проведенных в Баку):

1—давление, вычисленное по формуле; *2*—фактически наблюдаемое давление; *3*—давление в момент выпуска

На основании этих исследований были получены следующие результаты:

1. Величина горизонтального давления по высоте силоса отличается от величины горизонтального давления, определенного по уравнению (IV,46); при этом наибольшее давление наблюдается в средней по высоте части силоса (рис. 51).

2. Распределение давления по высоте стенки силоса тесно увязано с жесткостью стенки. Обычно наибольшее давление наблюдается в направлении более жесткой стенки силоса (такой стенкой является общая стенка двух соседних силосов).

3. Давление в заполненном силосе с течением времени изменяется незначительно; горизонтальное давление незначительно падает, вертикальное возрастает.

4. При выпуске зерна из силосов в начальный момент горизонтальное давление зерна на стенки значительно возрастает (см. рис. 51), превосходя через 5—15 мин. после начала выпуска теоретическое давление в 2—4,5 раза. Одновременно с ростом горизонтального давления наблюдается уменьшение вертикального давления до 23% от первоначального. Расположение выпускного отверстия и размеры силоса в плане не оказывают заметного влияния на величину повышения давления, происходящего в начале выпуска.

5. Колебание давлений зерна на стенку силоса при его разгрузке особенно ярко выражено при нецентральном расположении выпускного отверстия.

---

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II. Заготиздат, 1941.

6. Повышение давления в силосе находится в определенной зависимости от характера и скорости истечения зерна. Эти зависимости, впервые установленные во время проведения опытов в Баку, а затем более тщательно исследованные инж. Ким и Куценко, являются весьма существенными при расчете давлений на стенки широко применяемых в настоящее время высоких силосов. Раскрытие природы этой связи должно дать ключ к объяснению причин повышения давления на стенки силосов при выпуске зерна.

7. Повышение давления в силосе находится в зависимости от шероховатости внутренней поверхности силосов и резко увеличивается с уменьшением последней. Опыты, проведенные инж. Ким, показали целесообразность установки настенных выступающих внутренних колец, что способствует значительному уменьшению горизонтального давления на стенки.

Проведенные исследования давления зерна на стенки силосов на Бакинском элеваторе и инж. Ким и Куценко подтвердили ряд положений, высказываемых различными исследователями и впервые возбудили много важных, подчас совершенно неожиданных и до сих пор неизвестных вопросов.

Хотя результаты исследований, проведенных в СССР за последние годы, не дали полного объяснения законов изменения давлений зерна на стенки силосов, выводы этих опытов имеют большое практическое значение.

Результаты опытов дают возможность ввести поправочные коэффициенты в формулу (IV, 46) для определения горизонтального давления на стенки силосов, уточнив этим расчетные давления, получаемые в результате применения теоретических формул, и дифференцировать определение расчетных давлений в зависимости от жесткости стенок силоса.

Помимо чисто практических выводов, впервые уточняющих применяемые до сих пор расчетные формулы, результаты проведенных исследований выдвигают новые положения о природе давления сыпучего тела на стенки силосов, дальнейшее развитие которых дает возможность разработать более совершенную теорию давления сыпучего тела на стенки силосов.

12. ВЫБОР ПОСТОЯННЫХ, ВХОДЯЩИХ В УРАВНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЙ ЗЕРНА НА СТЕНЫ СКЛАДА И СТЕНКИ СИЛОСА

Выведенные уравнения для определения давлений на стены склада и стенки силоса (см. разделы 5 и 9) содержат ряд постоянных величин, характеризующих сыпучее тело.

К числу таких величин относятся:

γ — объемный вес (вес единицы объема);

$\mu = \operatorname{tg}\varphi$ — коэффициент внутреннего трения сыпучего тела;

$\mu_1 = \operatorname{tg}\rho_1$ — коэффициент внешнего трения сыпучего тела о стенки;

$n = \frac{p_г}{p_в}$ — коэффициент, характеризующий отношение единичных давлений горизонтального к вертикальному.

Для правильного выбора основных расчетных параметров, обеспечивающих прочность рассчитываемых сооружений, рассмотрим влияние каждого параметра в отдельности на изменения расчетных давлений.

При расчете стен складов величина удельного давления (IV,23 и IV,24) находится в прямой зависимости от объемного веса и изменяется обратно пропорционально углу внутреннего трения. Следовательно, при расчете стен складов необходимо брать максимальное значение объемного веса и минимальное значение углов внешнего и внутреннего трения.

При расчете стенок силоса величины единичных давлений (IV,45 и IV,46) находятся в обоих случаях (для $p_в$ и $p_г$) в прямой зависимости от объемного веса и совершенно не зависят от угла внутреннего трения.

Зависимость единичных давлений от остальных параметров μ_1 и n, как видно из формул, следующая: при возрастании μ_1 величины единичных давлений уменьшаются и наоборот; при возрастании n величина горизонтального единичного давления возрастает, а величина вертикального единичного давления падает и наоборот.

Следовательно, при расчете стенок силосов величину объемного веса необходимо брать максимальную из встречающихся в практике, величину коэффициента внешнего трения μ_1 — минимальную, а величину n — выбрать так, чтобы получающиеся при расчете давления соответствовали наблюдаемым в действительности.

Так как правильный выбор основных параметров, входящих в расчетные формулы, определяет собой прочность и экономичность сооружения, остановимся более подробно на выборе каждого из перечисленных параметров.

Выбор значения объемного веса. Объемный вес зерна зависит не только от культуры, но и от сорта и потому колеблется в значительных пределах.

Объемный вес зерна различных культур приведен в табл. 2.

Таблица 2

Объемный вес зерна

Культура	γ — кг/м³		
	от	до	рекомендуемый для расчетов
Пшеница	590	820	800
Рожь	570	770	750
Ячмень	480	780	700
Овес	300	560	500
Кукуруза	700	760	750
Горох	780	810	800
Льняное семя	650	460	550
Подсолнечник	270	460	450

Так как в практике элеваторно-складского хозяйства в зернохранилищах обычно хранят зерно различных культур, то при расчетах рекомендуется выбирать величину объемного веса по тяжелому зерну — пшенице. В силу этого в настоящее время принято при расчете хранилищ принимать величину объемного веса $\gamma = 800$ *кг/м³*.

В случае расчета конструкций хранилищ для зерна какой-либо определенной культуры (например: для ячменя — на пивоваренном заводе, для подсолнечника — на маслобойном заводе и т. д.) величина объемного веса зерна принимается согласно табл. 2.

Выбор величины коэффициента внутреннего трения зерна μ. Как следует из анализа влияния μ на единичные давления, величина коэффициента внутреннего трения зерна должна выбираться возможно меньшей.

На основании многочисленных опытов величина коэффициента внутреннего трения зерна характеризуется данными, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Значение величины углов и коэффициентов внутреннего трения зерна[1]

Культура	Угол внутреннего трения φ			Коэффициент внутреннего трения μ		
	от	до	рекомендуемый для расчетов	от	до	рекомендуемый для расчетов
Пшеница	24°	29°	25°	0,445	0,56	0,466
Рожь	26°	29,5°	26°	0,488	0,57	0,487
Ячмень	26°	31°	27°	0,488	0,60	0,51
Овес	26°	31°	27°	0,468	0,60	0,51
Кукуруза	27,5°	31°	28°	0,52	0,60	0,53
Горох	28,5°	32°	29°	0,54	0,62	0,554
Льняное семя	22°	25°	23°	0,40	0,47	0,424

При расчете зернохранилищ значение μ выбирается для пшеницы, так как расчет обычно производится для тяжелого зерна.

Выбор величины коэффициента внешнего трения μ_1. Правильный выбор коэффициента внешнего трения зерна о поверхности стенок имеет большое значение при расчете стенок силоса, как это следует из анализа формул (IV,45) и (IV,46). Поэтому вопросу правильного выбора значения μ_1 необходимо уделить должное внимание.

Величины коэффициентов внешнего трения для различных культур зерна и поверхностей стенок, приведенные в табл. 4, выведены на основании большого количества экспериментов, произведенных рядом авторов.

Таблица 4

Значение величины углов и коэффициентов внешнего трения μ_1

Культура	Поверхность трения								
	Дерево			Сталь			Бетон		
	т	до	рекоменд. для расчетов	от	до	рекоменд. для расчетов	от	до	рекоменд. для расчетов
Пшеница	0,41	0,64	0,40	0,37	0,41	0,37	0,40	0,44	0,40
Рожь	0,42	0,62	0,40	0,37	0,40	0,37	0,42	0,46	0,42
Ячмень	0,42	0,60	0,40	0,37	0,40	0,37	0,43	0,45	0,43
Овес	0,45	0,65	0,45	0,38	0,41	0,37	0,45	0,47	0,45
Кукуруза	0,35	0,51	0,35	0,37	0,39	0,37	0,42	0,51	0,42
Горох	0,32	0,43	0,32	0,37	0,38	0,37	0,30	0,41	0,30
Льняное семя	0,40	0,53	0,40	0,34	0,35	0,34	0,41	0,53	0,41

Так как расчет зернохранилищ ведется обычно по пшенице, то можно рекомендовать следующие значения, принимаемые для расчета:

для деревянных стенок . . . . . $\mu_1=0,4$

для железобетонных и каменных стенок . . . . . $\mu_1=0,4$

для стальных стенок . . . . . $\mu_1=0,37$

[1] Таблица составлена на основании данных, приведенных в литературе, а также полученных П. Н. Платоновым в 1939—1941 гг. и 1945/46 г. в лаборатории Одесского технологического института имени И. В. Сталина.

Выбор величины коэффициента n. Для случая расчета стен склада величина коэффициента n определяется в зависимости от условий заполнения склада (см. раздел 5, главу IV).

Величина n, принятая постоянной при выводе основных уравнений (IV,45) и (IV,46), в действительности колеблется в значительных пределах для зерна одной и той же культуры в зависимости от формы и размера силоса. По данным исследователей величина n колеблется в пределах от 0,3 до 0,6.

Поэтому приведенные в литературе результаты экспериментальных исследований не позволяют точно указать правильное значение коэффициента n. Однако задача определения рекомендуемой величины упрощается, если вспомнить, что от коэффициента n зависит максимальное вертикальное давление (уравнение IV,47).

Следовательно, если определить опытным путем максимальное вертикальное давление, то, пользуясь уравнением (IV,47), нетрудно определить величину n.

Определенная таким образом величина $n=0{,}44$ может быть принята за рекомендованную при расчетах зерновых силосов.

13. УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ЗЕРНА НА СТЕНКИ И ДНО ХРАНИЛИЩ

Полученные уравнения для определения единичных давлений сыпучего тела на стенки склада, а также на дно и стенки силоса могут быть значительно упрощены, если подставить численные значения основных параметров, принятых для зерна.

Упрощенные уравнения для расчета стен склада. Подставив в уравнения (IV, 24′), (IV, 24″) и (IV, 24‴) значение объемного веса зерна $\gamma=800$ *кг/м*³ и угла внутреннего трения $\varphi=25°$, получим:

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta=\varphi$

$$p_г=\gamma h\cos^2\varphi=656h; \qquad \text{(IV, 56)}$$

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta=0$

$$p_г=\gamma h\,\mathrm{tg}^2\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right)=324h; \qquad \text{(IV, 57)}$$

при $\varepsilon=0$, $\rho_1=0$ и $\delta<\varphi$

$$p_г=\gamma h\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2}=328\frac{h^2}{(1+\sqrt{z})^2} \qquad \text{(IV, 58)}$$

и

$$p_в=\gamma h=800h.$$

Упрощенные уравнения для расчета силосов. Подставив в уравнения (IV, 45), (IV, 46), (IV, 54) и (IV, 55) значения угла внешнего трения $\rho_1=22°$, $\mu_1=0{,}40$, объемного веса $\gamma=800$ и $n=0{,}44$, получим:

$$p_в=\frac{\gamma}{b}(1-e^{-bh})=4545R_г(1-e^{-0{,}176a}), \qquad \text{(IV, 59)}$$

где

$$b=\frac{\mu_1 n}{R_г}=\frac{0{,}176}{R_г};\quad bh=0{,}176\frac{h}{R_г}=0{,}176a$$

и

$$p_г=np_в=0{,}44p_в=2000R_г(1-e^{-0{,}176a}). \qquad \text{(IV, 60)}$$

Как уже отмечалось (см. раздел 11, главу IV), величина горизонтального давления на стенки силоса $p_г$, определяемая уравнением (IV,46) или (IV,60), не соответствует величине горизонтального давления, наблюдаемой на практике. Поэтому для того, чтобы приблизить результаты, получаемые по уравнению (IV,46) или (IV,60), к фактически наблюдаемым в практике, в уравнение вводится коэффициент C, полученный в результате экспериментальных исследований. Тогда уравнение для расчетной величины горизонтального давления зерна на стенки силосов примет вид:

$$p_г = 2000 C R_г (1 - e^{-0{,}176a}). \qquad (IV,61)$$

Коэффициент C, введенный в уравнение (IV,61), учитывает изменение горизонтального давления в зависимости от высоты засыпки зерна в силосе, выбранной силосной сетки (расположения силосов в плане) и изменения давления при выпуске зерна из силосов.

Величина коэффициента C для встречающихся на практике случаев приведена в табл. 5.

Таблица 5

Величина поправочных коэффициентов C для определения горизонтального давления зерна на стенки силосов[1]

Рядовое расположение силосов

Силосы	Участок			Примечание
	нижний 0,15h	средний 0,50h	верхний 0,35h	
Внутренние	1,0	1,0	1,0	h — высота силоса. Участки отсчитываются от основания силоса
Наружные	1,0	2,0	1,0	

Шахматное расположение силосов

Силосы	Участок					Примечание
	нижний 0,15h	второй 0,20h	средний 0,30h	четвертый 0,20h	верхний 0,15h	
Внутренние	1,0	1,0	1,15	1,0	1,0	h—высота силоса
Наружные силосы и стенки наружных звездочек	1,0	2,0	2,3	2,0	1,0	

Давление зерна на стенки выпускных воронок силоса определяется после подстановки в уравнения (IV,54) и (IV,55) принятых числовых значений параметров, т. е.

$$p'_г = \left[4545\,(1 - e^{-0{,}176a}) + \frac{G_з + G_в}{S_в}\right] R'_г \operatorname{ctg}\alpha; \qquad (IV,62)$$

$$t_в = \left[4545\,(1 - e^{-0{,}176a}) + \frac{G_з + G_в}{S_в}\right] \frac{R'_г}{\sin\alpha}. \qquad (IV,63)$$

[1] „Инструкция по проектированию и расчету железобетонных силосов зерновых элеваторов". Заготиздат, 1951.

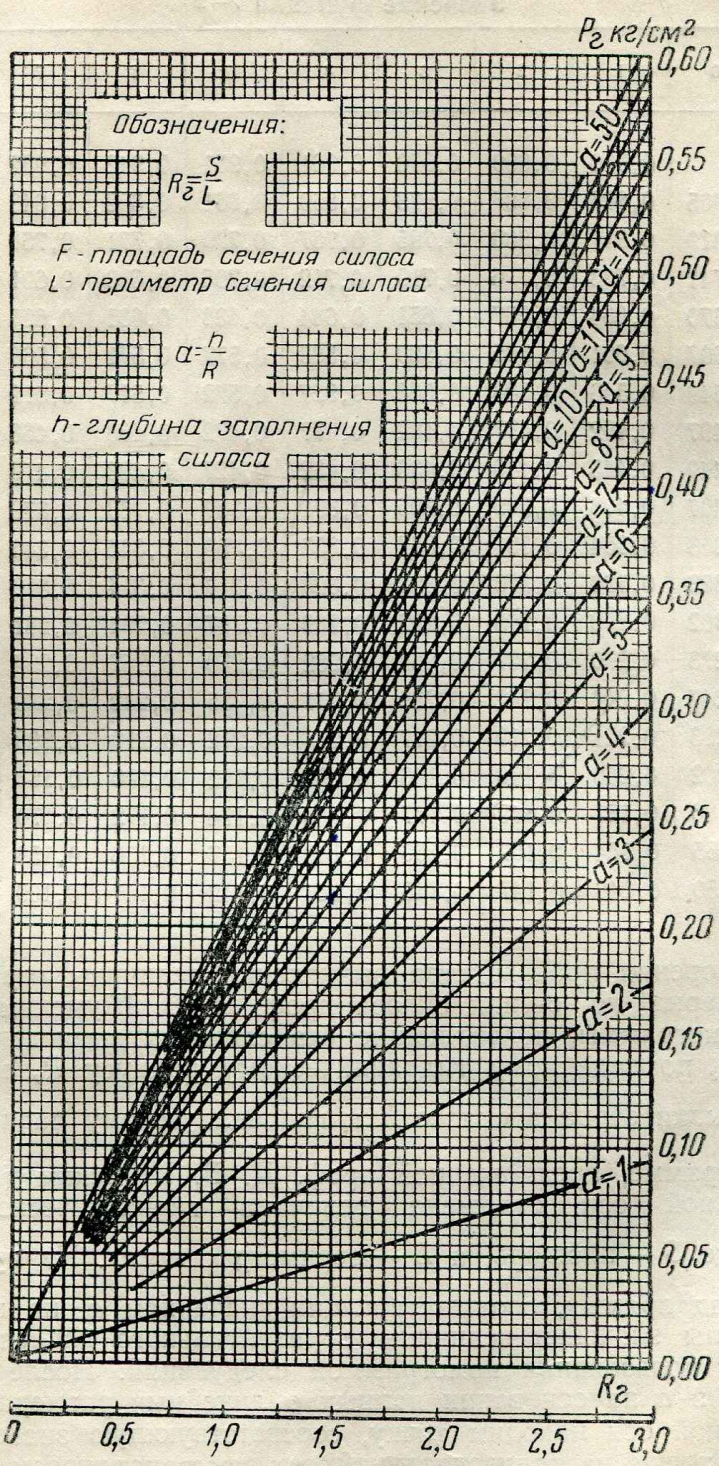


Рис. 52. Номограмма проф. Д. В. Шумского для определения горизонтального давления зерна на стенки силосов

Для упрощения вычислений величины давлений на стенки силосов и выпускной воронки значение функции e^{-x} (где $x=0{,}176a$) находится из табл. 6, составленной для фактически требуемых значений.

Таблица 6

Значение функции e^{-x}

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1	0,990	0,980	0,970	0,961	0,951	0,942	0,932	0,923	0,914
0,1	0,905	0,896	0,887	0,878	0,869	0,861	0,852	0,843	0,835	0,827
0,2	0,819	0,811	0,803	0,795	0,787	0,779	0,771	0,763	0,756	0,748
0,3	0,741	0,733	0,726	0,719	0,712	0,705	0,698	0,691	0,684	0,677
0,4	0,670	0,664	0,657	0,651	0,644	0,638	0,631	0,625	0,619	0,613
0,5	0,607	0,601	0,595	0,589	0,583	0,577	0,571	0,566	0,560	0,554
0,6	0,549	0,543	0,538	0,533	0,527	0,522	0,517	0,512	0,507	0,502
0,7	0,497	0,492	0,487	0,482	0,477	0,472	0,468	0,463	0,458	0,454
0,8	0,449	0,445	0,440	0,436	0,432	0,427	0,423	0,419	0,415	0,411
0,9	0,407	0,403	0,399	0,395	0,391	0,387	0,383	0,379	0,375	0,372
1,0	0,368	0,364	0,361	0,357	0,353	0,350	0,346	0,343	0,340	0,336
1,1	0,333	0,330	0,326	0,323	0,320	0,317	0,314	0,310	0,307	0,304
1,2	0,302	0,298	0,295	0,292	0,289	0,287	0,284	0,281	0,278	0,275
1,3	0,273	0,270	0,267	0,264	0,262	0,259	0,257	0,254	0,252	0,249
1,4	0,247	0,244	0,242	0,239	0,237	0,235	0,232	0,230	0,228	0,225
1,5	0,223	0,221	0,219	0,217	0,214	0,212	0,210	0,208	0,206	0,204
1,6	0,202	0,200	0,198	0,196	0,194	0,192	0,190	0,188	0,186	0,185
1,7	0,183	0,181	0,179	0,177	0,176	0,174	0,172	0,170	0,169	0,167
1,8	0,165	0,164	0,162	0,160	0,159	0,157	0,156	0,154	0,153	0,151
1,9	0,150	0,148	0,147	0,145	0,144	0,142	0,141	0,139	0,138	0,137

Для ускорения производства вычисления величины горизонтального давления зерна на стенки силоса проф. Д. В. Шумским были предложены номограммы, позволяющие без сложных вычислений получать величину $p_г$ по заданному гидравлическому радиусу $R_г$ и отношению высоты засыпки зерна в силосе h к гидравлическому радиусу $a=\frac{h}{R_г}$.

В номограмме, предложенной проф. Д. В. Шумским (рис. 52), по горизонтальной оси отложена величина гидравлического радиуса $R_г=\frac{S}{L}$ (где S — площадь, а L — периметр силоса). Из нулевой точки проведен ряд прямых, соответствующих значениям a, на вертикальной оси отложены значения величины горизонтального давления в *кг/см²*.

Порядок пользования номограммой следующий. После нахождения величин $R_г$ и a на основании данных о линейных размерах силоса на горизонтальной оси находим точку, соответствующую значению $R_г$. Из полученной точки на горизонтальной оси восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с соответствующей линией величины a. Из точки пересечения перпендикуляра с наклонной линией величины a проводим горизонтальную прямую до пересечения с вертикальной осью. Точка пересечения горизонтальной прямой с вертикальной осью дает искомую величину горизонтального давления зерна на стенку силоса.

ГЛАВА V

НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫЕ СКЛАДЫ

В результате большого опыта строительства и эксплуатации зернохранилищ Министерством заготовок выяснилось, что наиболее отвечающими современным условиям являются только два вида хранилищ — простые немеханизированные склады большой емкости (с 1951 г. 3200 *т*) и хорошо оборудованные элеваторы емкостью от 5500 *т* и выше.

Известно, что с точки зрения эксплуатационных качеств наиболее выгодными являются элеваторы, но они значительно дороже складов, требуют более длительного срока строительства.



Рис. 53. Схема классификации зерновых складов

Отсюда становится понятным, почему, с одной стороны, имеются зернохранилища со складской и силосной (элеваторной) емкостью и, с другой стороны, зернохранилища только со складской емкостью.

В первом случае зернохранилище имеет большой грузооборот и сочетание складской и силосной емкостей является наиболее рациональным решением задачи хранения зерна с минимальными эксплуатационными расходами.

Во втором случае зернохранилище имеет небольшой грузооборот, с постепенным и равномерным отпуском зерна, поэтому строительство силосной емкости для него в настоящее время не может быть экономически оправдано, и для выполнения возложенных на него задач достаточно простых немеханизированных складов с применением средств передвижной механизации. Подавляющая масса зерна хранится на складах насыпью, но склады в отличие от элеваторов могут быть приспособлены для хранения зерна и в таре.

Простые немеханизированные склады позволяют хранить зерно без порчи, а применение передвижной механизации значительно удешевляет хранение, уменьшает потребность в рабочей силе. Если к этому прибавить быстроту постройки (1—1,5 месяца), сравнительно небольшие первоначальные затраты, простоту строительства и другие факторы, то становится понятным, почему склады для хранения зерна имеют широкое распространение.

В зависимости от сроков хранения зерна склады могут быть подразделены на две основные группы: для кратковременного и долговременного хранения зерна (рис. 53).

1. ПЛОЩАДКИ И НАВЕСЫ ДЛЯ КРАТКОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

В практической деятельности приходится иногда временно размещать зерно на открытых площадках.

Необходимость в организации таких площадок может возникать по различным причинам, например при недостатке крытых складов или при очистке и сушке зерна.

Нужда в площадках может возникнуть и по чисто техническим причинам, например при перевалке зерна с водного транспорта на железную дорогу или наоборот.

Хранить зерно на открытой площадке крайне нежелательно, так как это всегда сопряжено с опасностью порчи зерна, а также с повышенными потерями в процессе хранения. Поэтому к такому способу хранения приходится прибегать только в крайних случаях.

Если все же в исключительных случаях возникает необходимость в размещении хлеба на площадках и на это дано специальное разрешение, то площадка должна быть правильно устроена. Поскольку она превращается в хранилище, необходимо обеспечить такую ее организацию, чтобы сохранить зерно без ухудшения качества и свести потери до минимума.

Для этого прежде всего необходимо выбрать соответствующий участок для устройства площадки. Он должен быть расположен в сухом месте и, по возможности, несколько возвышаться над окружающей территорией, желательно с небольшим уклоном в одну сторону (не менее 5°).

По периметру площадки устраивают канавки для стока верховых вод. Канавки должны находиться под постоянным наблюдением и всегда в исправном состоянии.

При устройстве площадки необходимо удалить верхний слой растительного грунта и хорошо ее спланировать. Площадка делается из различных материалов — асфальта, кирпича, камня, шлака, дерева, утрамбованной жирной глины. На случай дождя или сильного ветра она обеспечивается брезентами.

Зерно насыпается на площадку так, чтобы по краям оно ложилось под углом естественного откоса, с постепенным повышением к середине до уровня 3—4 *м*.

При размещении зерна на площадке без ограждения удельная нагрузка на пол принимается в среднем до 1 *т* на 1 *м*². В случае же установки по периметру площадки ограждающих подпорных стенок из хлебных щитов, значительно повышающих емкость площадки, удельная нагрузка на пол увеличивается до 2 *т/м*².

Хлебные щиты бывают разных систем, одна из них приведена на рис. 54. Щит представляет собой жесткий треугольник, к вертикальной и горизонтальной частям которого пришиваются доски толщиной 50 *мм*. При насыпании зерна щит работает как подпорная стенка, удерживаемая от опрокидывания действием веса зерна.

При расчете щита на устойчивость принимается, что высота насыпи зерна у щита 2 *м* и коэффициент трения зерна по дереву 0,53—0,54.

Поверхность засыпанного зерна выравнивают и площадку укрывают брезентами.

Для поддержания брезентов по середине площадки вдоль продольной оси через каждые 4 *м* устанавливают деревянные стойки (d=12—14 *см*) высотой до 5 *м*. Поверх стоек укладывают прогоны, к которым прикрепляют брезенты. Для предотвращения увлажнения зерна и возможного самосогревания его, а также порчи самих брезентов последние должны быть хорошо натянуты на стойки, а не лежать на насыпи зерна (рис. 55).

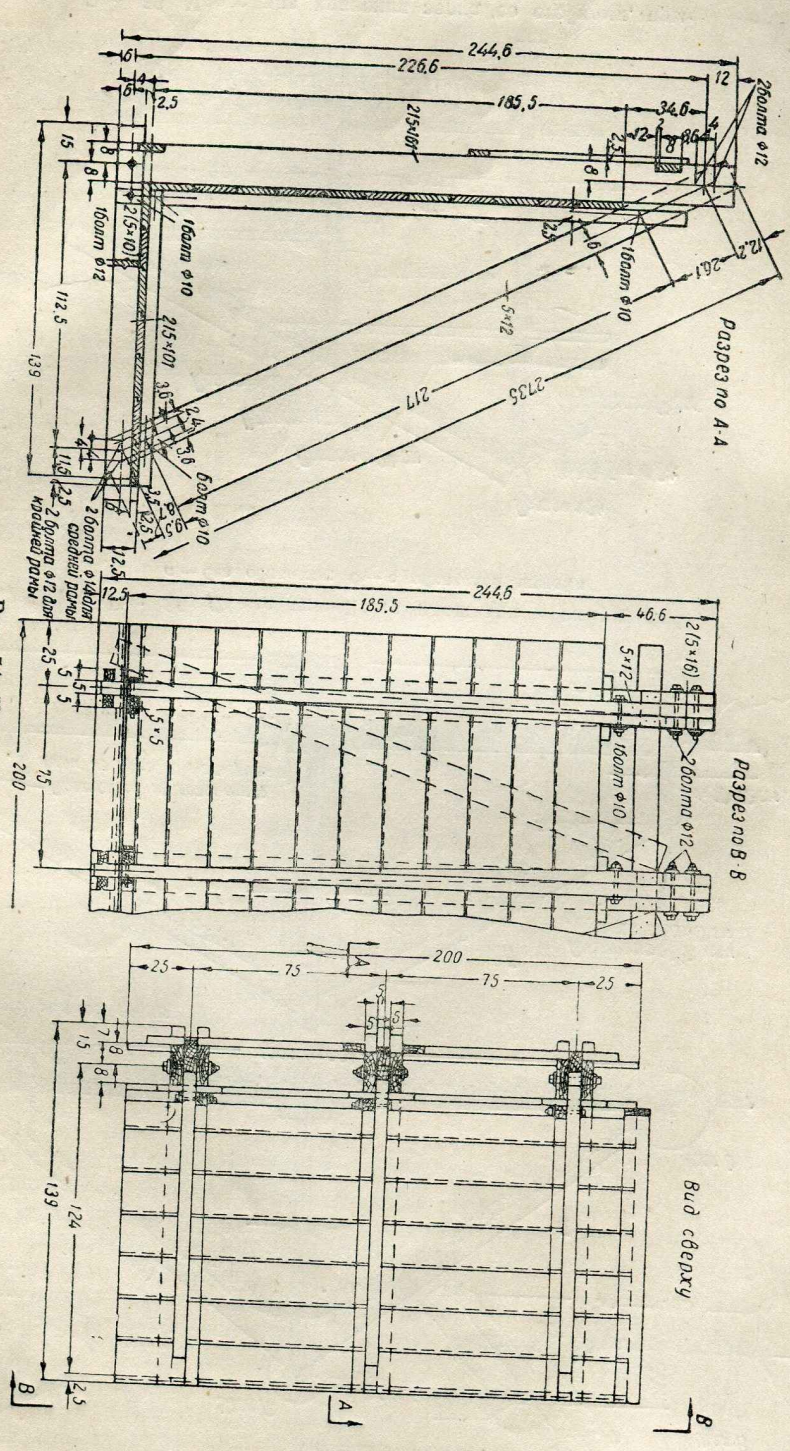


Рис. 54. Хлебный щит

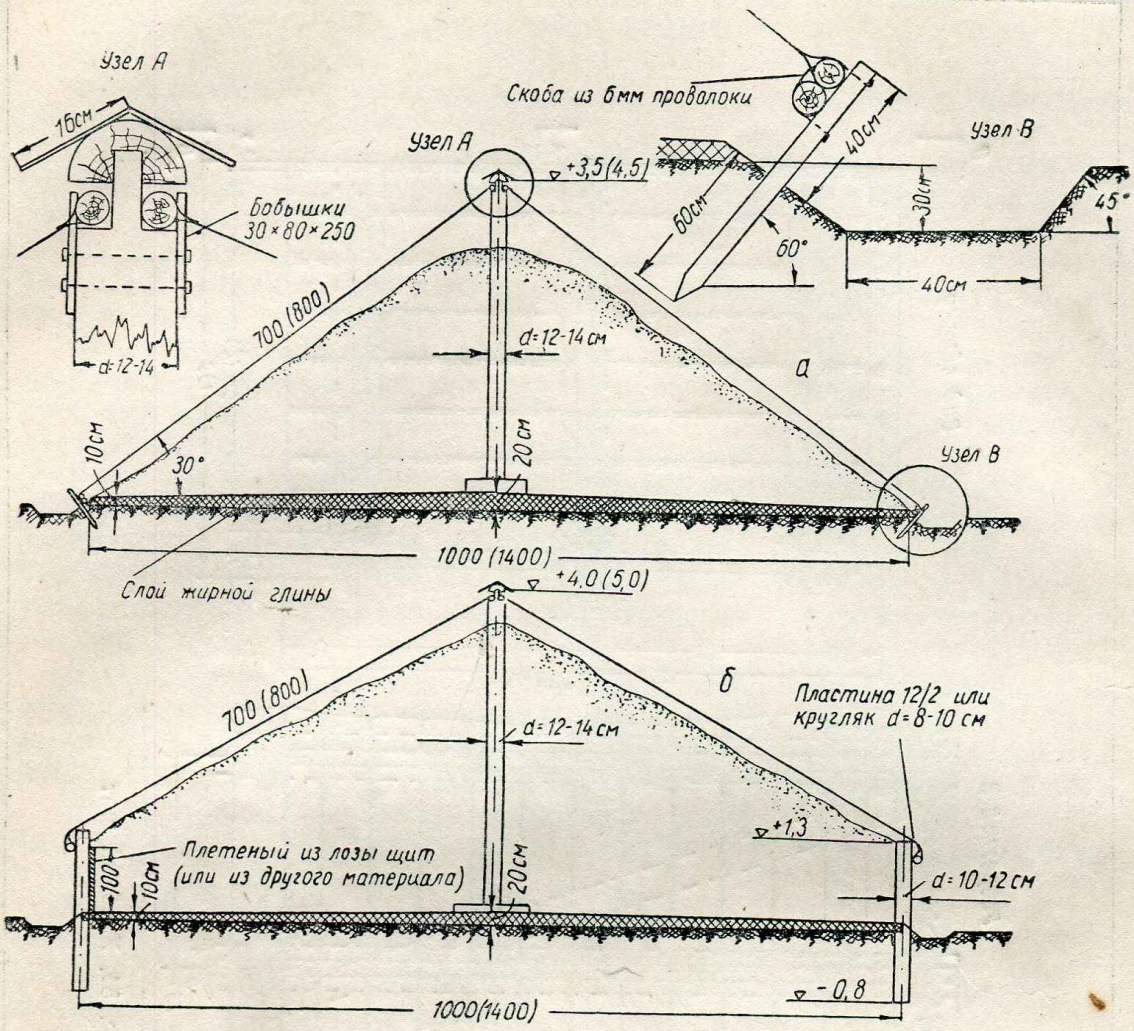


Рис. 55. Схема устройства площадок и их укрытий:
а — без обкладки; *б* — с обкладкой щитами

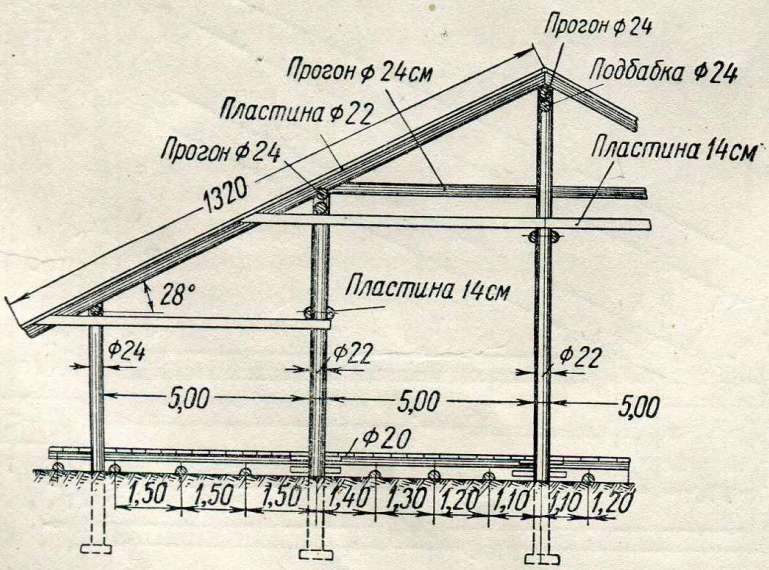


Рис. 56. Навес для хранения зерна со стойками, врытыми в землю

Иногда вместо укрытия брезентами над площадкой устраивают постоянное укрытие — крышу. Тогда площадка превращается в навес. Однако крыша не предохраняет зерна от подмачивания косым дождем или снегом. Навесы используют чаще всего для размещения небольших партий зерна, влажных отходов или зараженного зерна (рис. 56). Емкость навесов мало отличается от емкости площадок. Увеличена она может быть также при помощи зерновых щитов.

Размеры навесов приняты 30×15; 60×15 и 50×20 *м*. Строительство навесов обходится дорого, мало разнится от стоимости крытых деревянных складов, поэтому от дальнейшего их сооружения отказались.

Из сказанного понятно, что хранение зерна во временных хранилищах может быть оправдано только исключительными обстоятельствами, по миновании которых зерно должно передаваться на транспорт или помещаться в хранилища, приспособленные для более или менее длительного хранения.

2. КОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕРНОВОГО СКЛАДА

Прежде чем перейти к описанию зерновых складов необходимо познакомитьея с их конструктивными элементами: полами, стенами, кровлями, окнами и дверями.

Все основные конструктивные элементы зерновых складов помимо чисто строительных требований должны также соответствовать специфическим особенностям хранящегося продукта.

Конструкции полов. Качество материала, из которого устроен пол, имеет весьма существенное значение в отношении сохранности зерна.

Полы в зерновых складах должны удовлетворять ряду требований, основные из которых следующие: предупреждать просыпание зерна в подполье, надежно предохранять зерно от проникновения атмосферной и грунтовой влаги, а также грызунов, не создавать благоприятных условий для развития вредителей и давать возможность проводить эффективную борьбу с ними и т. п.

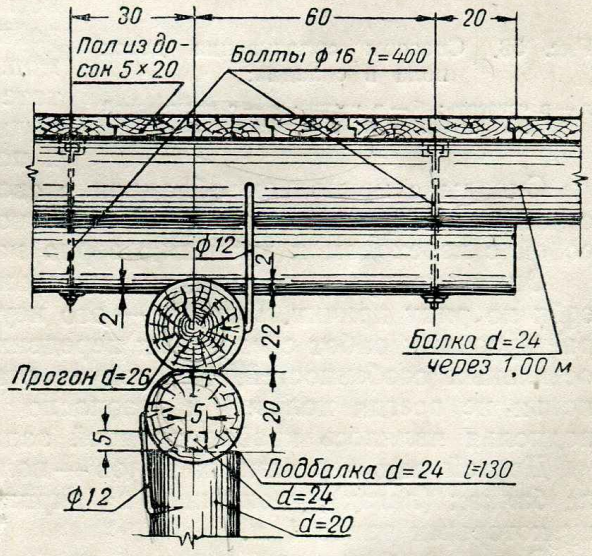


Рис. 57. Детали пола склада с высоким подпольем

Для выполнения этих требований материал пола должен обладать хорошей гигроскопичностью, плохой теплопроводностью, быть достаточно прочным, допускать перемещение различных машин и средств передвижной механизации (например, колеса транспортеров не должны разрушать полы). К полам предъявляются также требования санитарно-гигиенического порядка. Вместе с тем стоимость полов не должна быть высокой, ремонт их должен быть дешев и прост.

Существующие конструкции полов в зерновых складах можно подразделить на две основные группы: деревянные полы, уложенные на лагах с подпольем и без него, и сплошные полы, укладываемые на грунте по специальной подготовке.

В старых конструкциях складов широкое распространение получили деревянные полы с подпольем (рис. 57). Одним из серьезных преимуществ этой конструкции полагали благоприятное влияние подполья

на устойчивость зерна при хранении и удобство обеззараживания подполья.

Конструкция пола, приведенная на рис. 57, представляет прогоны, уложенные на стулья, расположенные на расстоянии 1,85 *м* друг от друга как по длине, так и по ширине склада. На прогоны укладывают половые балки, по которым настилают пол.

По условиям прочности деревянные полы настилают из досок толщиной 50 *мм*. Доски пола сплачивают различным способом: в четверть (рис. 58,*а*), в шпунт (см. рис. 58,*б*), с подкладкой под стыки реек (см. рис. 58,*в*), в два слоя из досок толщиной 25 *мм* (см. рис. 58,*г*).

Необходимо отметить отрицательное свойство деревянного пола — усыхание досок, в результате чего, появляются щели, через которые просыпается зерно и неизбежно расселяются вредители. Для борьбы с вредителями, гнездящимися в щелях, приходится ежегодно разбирать полы.

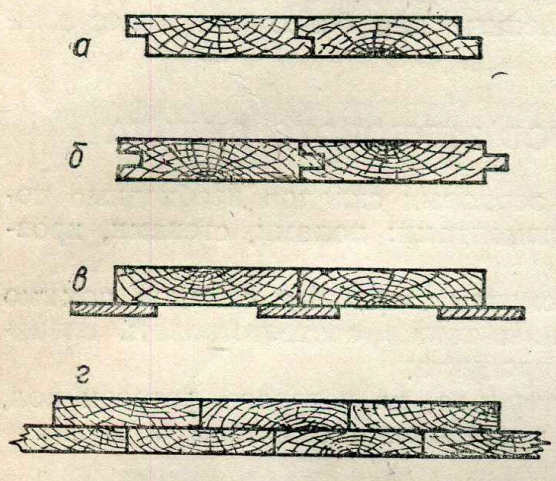


Рис. 58. Способы сплачивания досок пола в складах:

а — в четверть; *б* — в шпунт; *в* — с подкладкой под стыки реек; *г* — двухслойные

Прикрепление досок пола к балкам при помощи гвоздей, применявшееся в первое время, создавало значительные трудности при разборке полов и вызывало порчу досок. Чтобы избежать этого, в дальнейшем полы стали прикреплять путем прижима свободно настланных досок рейками, имевшими в поперечном сечении форму трапеции. Сами рейки прикрепляли к лагам при помощи заершенных болтов. В результате такого простого мероприятия полы разбирались без особого труда и порчи досок.

Склады с подпольем обладали в свое время бесспорным преимуществом при операциях с затаренным зерном. Это достоинство отпало само собой с переходом к хранению зерна насыпью.

Опыт эксплуатации этих сравнительно дорогих складов не оправдал себя по ряду причин. Главное — это неудобство проведения погрузочно-разгрузочных работ средствами передвижной механизации. Что касается остальных особенностей, то следует отметить, что проветривание подполья не всегда полезно и безопасно для зерна, а обеззараживание подполья являлось крайне трудной задачей.

Другой вид деревянных полов — полы на лагах. Полы настилались на балках (лагах), уложенных на кирпичные столбики, расстояние между которыми равно 1 *м*.

Однако конструкция пола на лагах в силу ряда отрицательных моментов (благоприятные условия для развития грызунов, необходимость при очистке поднимать все полы и пр.) не нашла широкого применения и была запрещена при строительстве.

Существенные недостатки деревянных полов послужили причиной отказа от дальнейшего применения их. В настоящее время склады с деревянными полами на стульях строятся только в тех местах, где горизонт грунтовых вод высокий.

Взамен деревянных повсеместное распространение получили сплошные полы, укладываемые на грунте, освобожденном от верхнего растительного слоя, с верхним покрытием из асфальта, бетона, а также глинобитные и глинощебневые. Последние три типа полов вследствие существенных недостатков категорически запрещены к применению в зерновых складах.

Наиболее полно отвечают требованиям асфальтовые полы[1]. Асфальтовые полы располагают на таком уровне, который предупреждает проникновение верховых вод в склад. Устройство их заключается в следующем. Прежде всего снимают верхний слой растительного грунта. Площадку выравнивают и на нее насыпают слой земли (лучше, если это будет пластичная глина) толщиной 15 *см*, который тщательно утрамбовывают. Затем укладывают слой известкового бетона из каменного или кирпичного щебня и песка в пропорции 1 : 3 : 5 толщиной 8 *см*. Сверху покрывают слоем тугоплавкого асфальта толщиной 20 *мм*.

Асфальтовые полы нуждаются в регулярном ремонте для предотвращения развития вредителей в трещинах и щелях.

Конструкции стен. Материал для стен зерновых складов должен удовлетворять ряду требований как общего порядка (прочность, дешевизна, огнестойкость, защита от атмосферных осадков), так и специфическим, применительно к особенностям хранения зерновых масс (плохая теплопроводность, гигроскопичность, гладкая без щелей поверхность, газонепроницаемость и пр.).

Материалами, удовлетворяющими в большей или меньшей мере предъявленным требованиям, являются: дерево, кирпич, естественный камень, шлакобетон, железобетон и др.

Дерево, наиболее удовлетворяющее условиям хранения зерна, широко применялось при строительстве зерновых складов. Однако в силу ряда отрицательных особенностей (огнеопасность, недолговечность, дефицитность для отдельных районов и др.) в последнее время деревянные стены вытесняются каменными. Склады с деревянными стенами в настоящее время занимают незначительный удельный вес в общем строительстве зерновых складов.

Кирпичные (особенно из пустотелого кирпича) и вообще каменные стены наиболее полно отвечают требованиям в отношении долговечности, защиты от атмосферных осадков, огнестойкости и пр.

Для каменных стен зерновых складов применяют как искусственный камень — кирпич, шлакобетон, так и естественный — ракушечник, гранит и др. Гладкая поверхность стен в целях устранения благоприятных условий для развития вредителей зерна достигается путем внутренней и наружной штукатурки стен.

Однако кирпичные, каменные и шлакоблочные стены обладают серьезным недостатком. Слой зерна, расположенный в непосредственной близости к стене, при длительном хранении портится (плесневеет). Чтобы избежать этого, стены обмазывают с внутренней стороны составом нефтебитума (10—30% нефтебитума № 3 и 90—70% нефтебитума № 5).

Каменные стены рассчитываются как подпорные стенки на давление зерна (см. главу IV). Размеры стен склада из кирпича приведены на рис. 72 (см. стр. 98). В случае применения для стен других материалов (местный камень, шлакобетон) размеры стен устанавливают по расчету. Для повышения устойчивости каменных стен по всему периметру склада делают выступающие (кирпичные стены) либо сплошные (стены из каменного бута) контрфорсы.

Устройство деревянных стен зерновых складов современной конструкции показано на рис. 59 и 60. К наружным стойкам прикрепляют, или, как говорят, пришивают, доски. Доски стен склада сплачивают различными способами: в четверть (рис. 61,*а*), в шпунт с зубом (см. рис. 61,*б*), в косой шпунт (см. рис. 61,*в*). Особенно неудовлетворительна обшивка досками внахлестку (см. рис. 61,*г*) и с притесанными досками (см. рис. 61,*д*).

---

[1] В районах с очень низкой температурой в зимний период применение асфальтовых полов не совсем целесообразно.

Лучший способ сплачивания досок стен склада — в косой шпунт При этом способе устраняется возможность просыпания зерна через щели в стенах, а также проникновения внутрь склада атмосферных осадков.

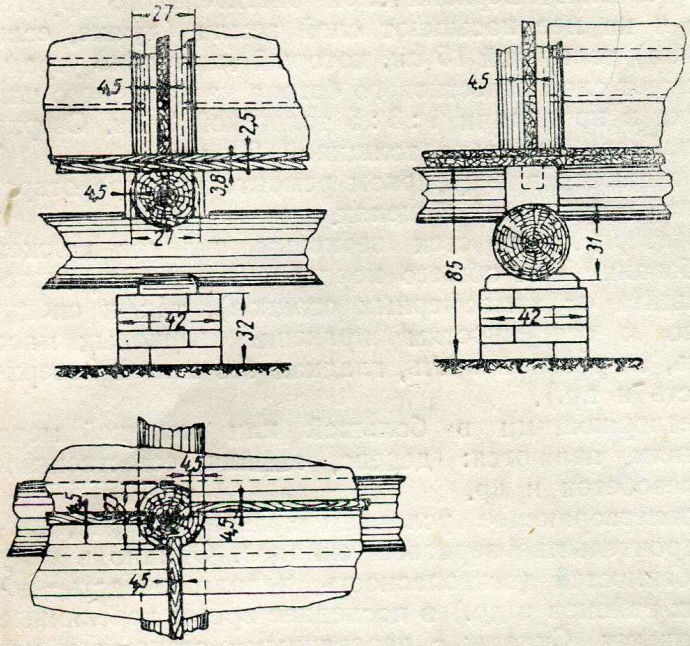


Рис. 59. Устройство стены деревянного склада

Практиковавшееся раньше прикрепление досок гвоздями оказалось неудовлетвори-

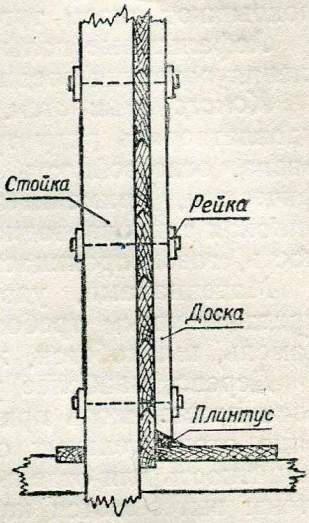
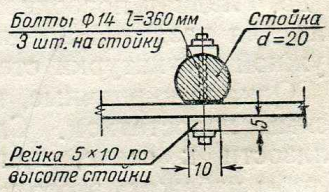


Рис. 60. Детали обшивки стен деревянного склада

тельным, так как при усыхании досок между ними могут образоваться щели. Лучший способ пришивания досок к стойкам склада при помощи прижима их деревянными рейками сечением 50×100 *мм*, которые крепятся к стойкам болтами диаметром 14 *мм*.

Для возможности осадки досок при их усыхании отверстия для болтов сделаны овальными (рис. 62).



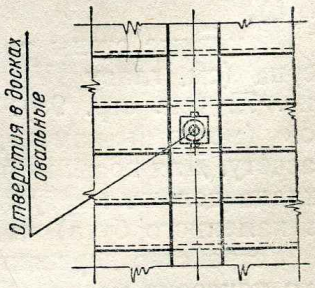


Рис. 62. Крепление досок стен склада

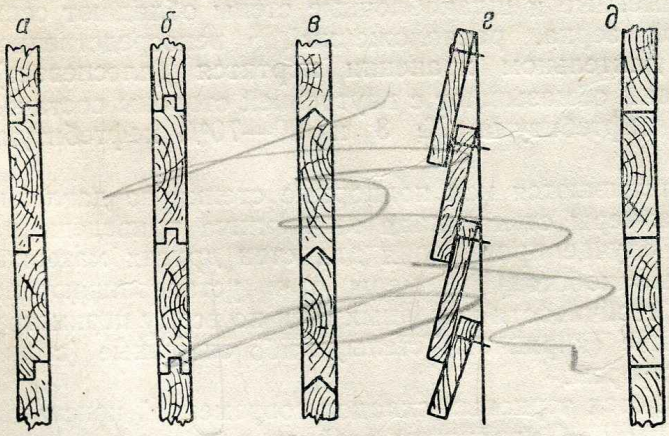


Рис. 61. Способы сплачивания стен деревянного склада:

а — в четверть; *б* — в шпунт с зубом; *в* — в косой шпунт; *г* — внахлестку; *д* — с притесанными кромками

Конструкции крыш и их внутренних опор. Исправность крыши склада — одно из основных условий сохранности зерна. Прочная, исправная крыша, и особенно ее кровля, предупреждает проникновение влаги в склад.

В качестве кровельных материалов для складов применяют кровельную сталь, черепицу, шифер, асбошифер, асбофанеру (плоскую и волнистую), рубероид, толь и др.

Кровельная сталь может с успехом применяться для покрытия зерновых складов. Надо, однако, иметь в виду, что хорошая теплопроводность кровельной стали может отрицательно сказываться на зерне как в холодное время (отпотевание крыши, капёль), так и в теплое время (сильное нагревание).

Для устранения этих недостатков стальные покрытия устраивают со сплошным настилом или с обрешеткой 5×5 *см* с зазорами 20 *см*. Сравнительно короткий срок службы и дефицитность стальной кровли ограничивают ее применение.



Рис. 63. Детали устройства рубероидной кровли

Черепичная кровля, благодаря большому собственному весу требует усиленной стропильной конструкции и в силу этого не получила широкого распространения, несмотря на долговечность, плохую теплопроводность и дешевизну.

Наибольшее распространение получили кровли из рулонных материалов — толевые и рубероидные. При соблюдении всех требований при покрытии кровли (тщательное изготовление опалубки из сухого леса, правильная наклейка) и хорошем уходе за ней рулонные материалы служат продолжительное время. Пятилетний срок службы двуслойной рулонной кровли до капитального ремонта считается нормальным.

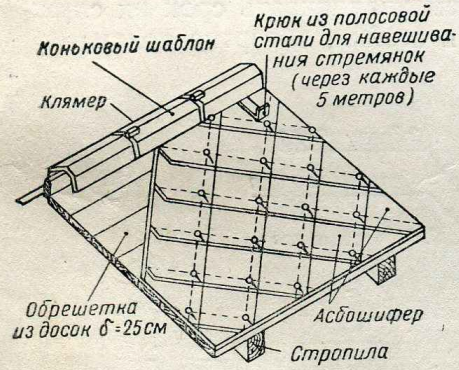


Рис. 64. Детали устройства кровли из асбошифера и асбофанеры

Рулонный кровельный материал наклеивают при помощи клебемассы по пергамину, который в свою очередь наклеивают по сплошному настилу (рис. 63).

Наряду с кровлями из рулонного материала широкое распространение получили также кровли из асбошифера.

Асбошифер — кровельный материал, представляющий собой спрессованные плитки из смеси цемента с асбестом. Размер плиток 400×400 *мм*. Плитки асбошифера (рис. 64) укладывают по сплошному настилу. Наклон кровли зависит от района постройки, но не делается менее 27°.

Конструкция кровли, как правило, деревянная. Деревянные конструкции стропил весьма просты в изготовлении и потому нашли широкое распространение в зерновых складах.

При строительстве складов должны быть приняты меры, предупреждающие скопление пыли на отдельных элементах конструкций. Такие скопления пыли обычно служат рассадниками вредителей зерна. Особое внимание в этом отношении должно быть обращено на мауэрлаты, которые при укладке на каменные стены не должны создавать труднодоступных мест для осмотра и очистки от пыли.

Конструкция кровли кроме стен опирается также на деревянные стойки. В типовых складах довоенной постройки (емкостью 2500 *т*) по ширине склада устанавливалось два ряда стоек, которые образовывали три пролета — два боковых по 5 *м* и один средний 10 *м*. Такое расположе-

ние стоек в складе и величина пролетов как по ширине, так и по длине склада были продиктованы необходимостью свободного перемещения внутри склада средств передвижной механизации при погрузочно-разгрузочных или внутрискладских операциях с зерном.

В проектах последних типовых складов число стоек по ширине сохранено прежнее, но величина среднего пролета увеличена до 11 *м* за счет уменьшения боковых на 0,5 *м*, т. е. вместо 5 стало 4,5 *м* (рис. 65).

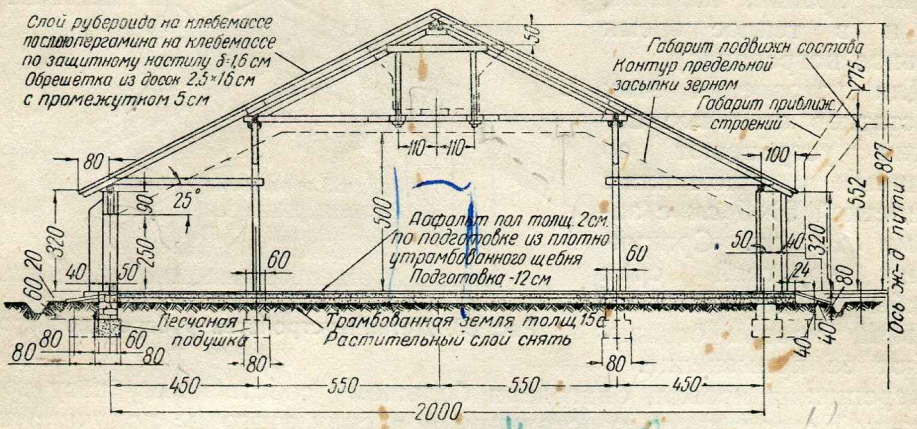


Рис. 65. Схема типового кирпичного склада

Нижний конец стойки опирается на фундамент из бутового камня (рис. 66) либо на подушку из уложенных пластин. Деревянные части стоек, соприкасающиеся с землей, необходимо предохранять от преждевременного гниения (антисептировать) и тем увеличивать срок их службы (покрытие горячей смолой, обжиг части стойки, обвертка толем).

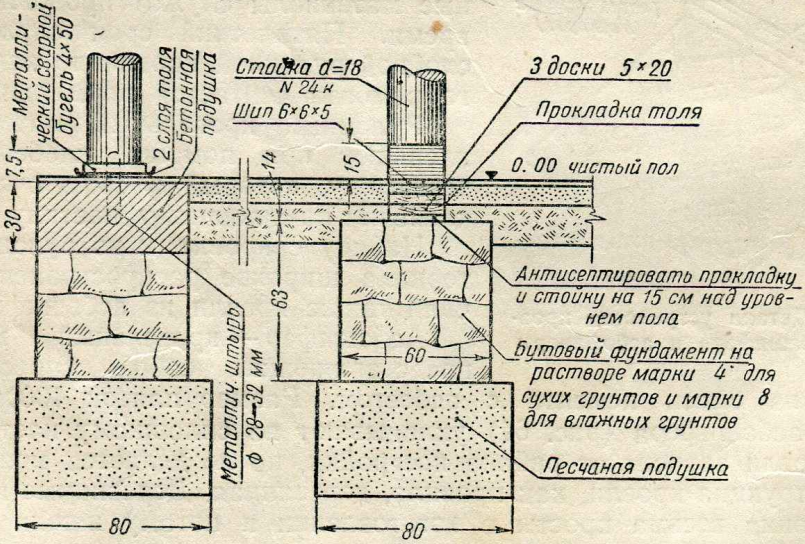


Рис. 66. Деталь опирания стоек на фундамент в кирпичном складе

Для предотвращения развития вредителей в трещинах и щелях стоек последние рекомендуется шпаклевать и окрашивать масляными красками на высоту, несколько превышающую уровень засыпки зерна при хранении.

Всегда необходимо иметь в виду, что от качества кровли во многом зависит сохранность зерна. Поэтому в процессе эксплуатации за состоянием кровли необходимо вести неослабное наблюдение, и немедленно исправлять малейшие повреждения и своевременно проводить ремонт

с соблюдением технических условий и правил. Особенно осторожно и бережно следует относиться к кровлям из рулонных материалов.

Конструкции окон и дверей. Для освещения склада устраивают в верхней части стены окна, которые одновременно служат и для вентиляции. Свет в складах должен быть рассеянным.

Для правильной эксплуатации склада существенное значение имеет расстояние между дверями. В складах старой конструкции это расстояние выбиралось из расчета возможности устанавливать без расцепки один двухосный вагон перед каждой дверью (8 *м* ось от оси). Такой порядок расстановки вагонов обусловливался ручным способом разгрузки или погрузки вагонов. При изменившемся положении с вагонами (увеличение в вагонном парке СССР удельного веса четырехосных вагонов) и широком применении средств механизации необходимость в таком выборе расстояния между дверями склада отпала.

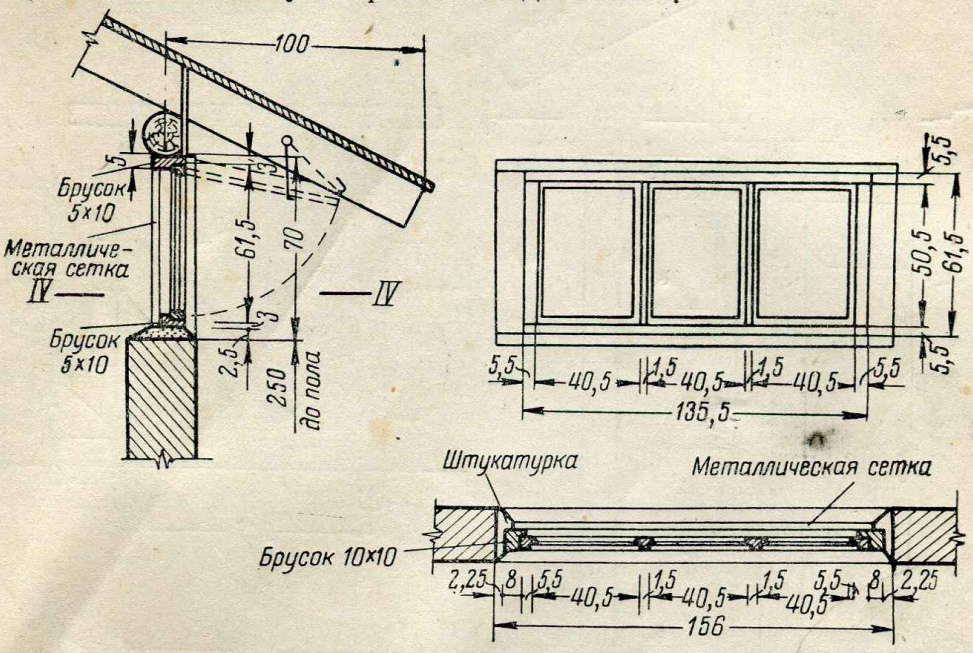


Рис. 67. Детали устройства окна

В настоящее время при разбивке дверей руководствуются стремлением создать все удобства для максимального использования передвижных механизмов и площади склада.

В последних типовых складах оси дверей располагают на расстоянии 15,4 *м* друг от друга (см. рис. 70 и 71 на стр. 97—98).

Иногда в складах устраивают фонари, если ширина складов превышает 30 *м*, а также, когда в механизированных складах делают галерею для верхнего транспортера. Устраивать фонари не рекомендуется, так как они могут служить причиной попадания в зерно битого стекла и недостаточно предохраняют от проникновения внутрь склада атмосферных осадков.

Ввиду того, что во время работы в складе двери, как правило, бывают открытыми, число окон требуется сравнительно небольшое. Так, в типовых складах последних лет устанавливают по два окна (135,5×61,5) в каждом пролете между дверями склада. Окна навешивают на горизонтальных петлях так, чтобы они открывались наружу (рис. 67). С внутренней стороны в оконную раму вставляют проволочную сетку с размером ячеек 15×15 *мм* для предупреждения проникновения в склады птиц (голубей, воробьев). Надо отметить, что сетки на окнах не гарантируют от попадания осколков стекла внутрь склада, если окно будет разбито по каким-либо причинам.

Двери зернового склада обычно устраивают створчатыми, размером

2,2×2,6 *м* либо раздвижными на обе стороны. Размеры дверей выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить свободный проход в склад передвижных механизмов и машин. Двери должны быть прочными, плотно закрывающимися, предохраняющими от попадания в склад атмосферных осадков (рис. 68).

С целью увеличения полезной емкости склада дверные проемы закладывают досками и проходы между двумя противоположными дверями

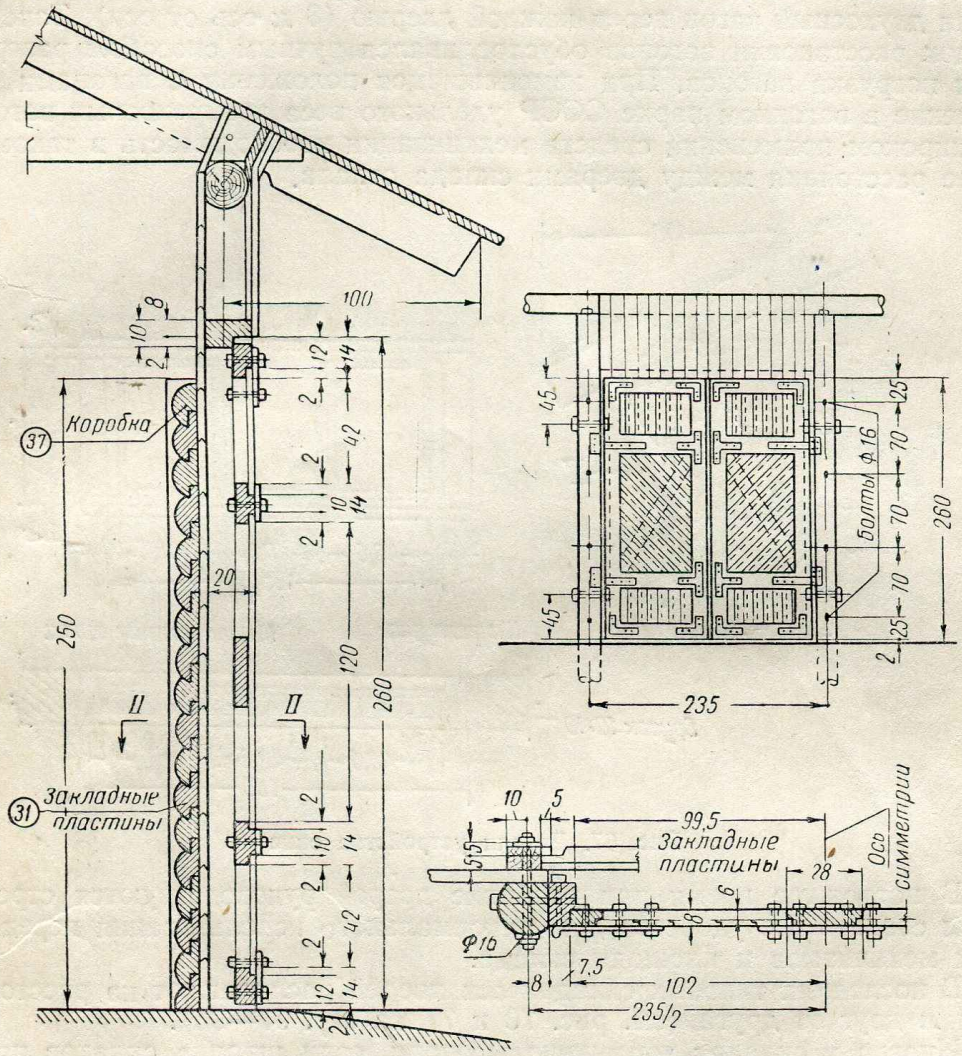


Рис. 68. Конструкция ворот деревянного склада

заполняют зерном. Для закладки досок в дверной коробке устраивают специальные пазы. Когда склад проветривают, двери закладывают сетками.

3. СКЛАДЫ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА

Зерновые склады емкостью 3200 *т* тяжелого зерна типа 1951 и 1952 гг. строят деревянными и каменными (из кирпича, шлакоблоков, ракушечника, гранита и пр.).

За последние годы удельный вес деревянных складов в общем объеме строительства резко упал. Опыт показал, что эти склады, удовлетворяя задачам сохранности зерна, в то же время крайне невыгодны: через 10—15 лет становятся ветхими.

В настоящее время широко развернуто строительство кирпичных (лучше, если кирпич пустотелый), каменных и шлакоблочных складов. Эти

склады долговечны, гораздо менее огнеопасны, расходов на ремонт требуют меньше, чем деревянные.

Деревянные склады имеют размеры в плане 62,0×20,0 *м* по осям угловых наружных стоек (рис. 69 и 70).

При расчете конструкций высота засыпки зерна у продольных и торцевых стен принята равной 2,5 *м* с увеличением ее к середине склада под углом 25° до 5 *м*. Таким образом, длина насыпи зерна поверху получается равной около 51 *м*, ширина — около 9 *м*.

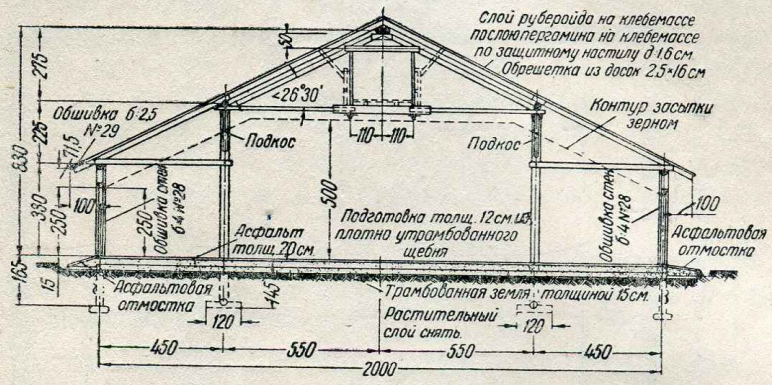


Рис. 69. Деревянный склад емкостью 3200 *т* (разрез)

Расчет показывает, что объем зерна, насыпанного выше уровня 2,5 *м*, составляет значительную величину—около 40% от полной емкости склада, причем это зерно не оказывает непосредственного давления на стены.

По ширине склад имеет три пролета: средний, равный 11 *м*, и боковые — по 4,5 *м*.

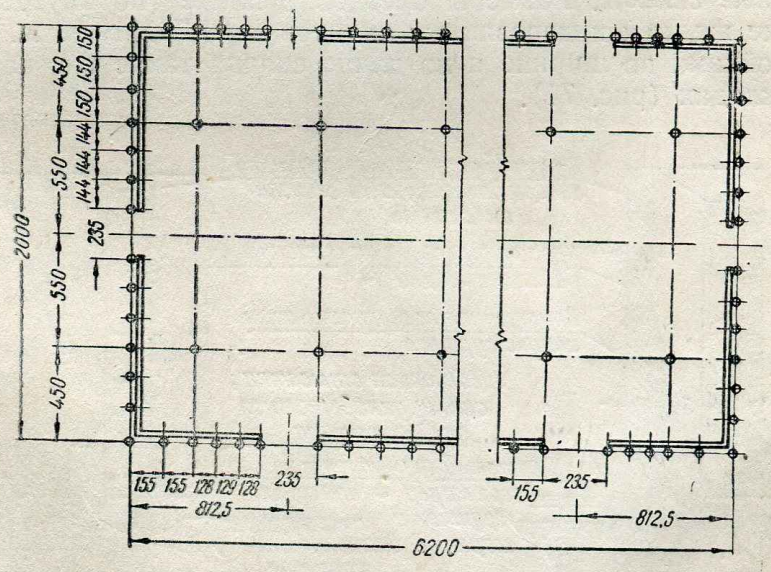


Рис. 70. Деревянный склад емкостью 3200 *т* (план)

Кровля поддерживается стойками. Расстояние между стойками по длине склада равно 6,2 *м*. Подобное расположение опор внутри склада создает достаточные удобства для маневрирования с передвижными механизмами.

Учитывая переменный характер бокового давления зерна, толщина досок берется неодинаковой по высоте: 50, 40 и 25 *мм*.

Вдоль длинной оси склада имеется по 4 двери с каждой стороны. В торцовых стенах предусмотрено по одной двери.

Дверные проемы в случае необходимости могут закладываться полукруглыми пластинами ($d=16$ *см*), для чего в дверной коробке устраивают пазы. Иногда дверные проемы ограждают хлебными щитами.

При максимальной засыпке склада зерном коэффициент заполнения получается довольно высоким — несколько выше 70% от всего объема склада.

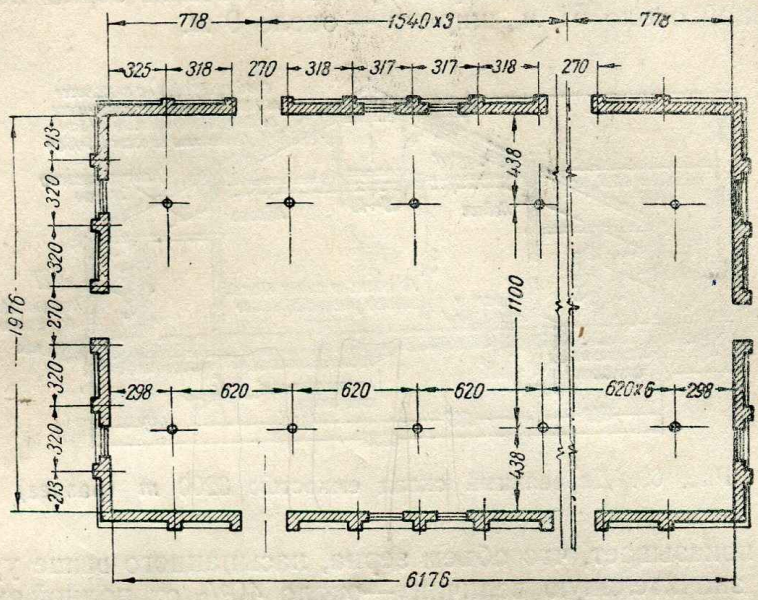


Рис. 71. Кирпичный склад емкостью 3200 *т* (план)

Каменные склады. Размеры складов в плане (по внутренним обмерам) такие же, как и деревянных складов — 61,76×19,76 *м*. Расстояние между стойками по ширине и по длине склада такие же, как и в деревянных складах (рис. 71).

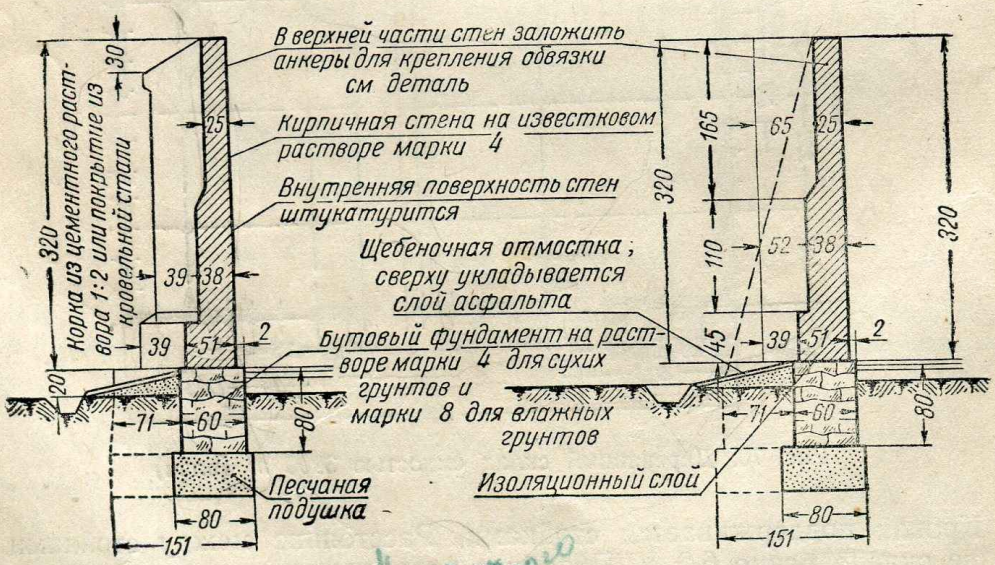


Рис. 72. Детали стен каменного склада емкостью 3200 *т*

Толщина стен кирпичного склада переменная по высоте: внизу на высоту 45 *см* — 51 *см* (2 кирпича); в средней части на высоту 110 *см* — 38 *см* (1,5 кирпича) и в верхней части на высоту 165 *см* — 25 *см* (1 кирпич). Полная высота стены, считая от уровня пола, 3,2 *м* (рис. 72).

Стены склада из сплошных шлакобетонных камней или ракушечника делаются толщиной 60 *см* на высоту 45 *см*, а выше этого уровня—39 *см*.

Стены из шлакобетона и ракушечника штукатурят и белят известью снаружи и внутри. Кирпичные стены изнутри обязательно штукатурят и белят известью. В результате стены получаются с гладкой поверхностью, не допускающие скопления пыли и образования трещин и щелей — гнездилищ вредителей.

Каменные стены опираются на фундаменты из бутового камня в виде плит (постелистый камень), уложенных на песчаной подушке. Толщина подушки зависит от глубины промерзания грунта. При грунте, допускающем давление не менее 1,5 *кг/см*^{2}, толщина песчаной подушки делается не менее 500 *мм* как в деревянных, так и в каменных складах.

Для отвода атмосферной влаги по периметру стен устраивают снаружи каменную отмостку, лучше всего асфальтовую. Ширина отмостки должна быть не менее 1 *м*, а у дверных проемов — не менее 3 *м* и длина 5—6 *м*.

Отмостка должна иметь уклон (1 : 10) в сторону кювета, чтобы вода не поглощалась грунтом и не подмачивала фундамента и стен.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ СКЛАДОВ

Емкость хранилищ различают паспортную и рабочую.

Паспортной принято считать емкость, рассчитанную на хранение пшеницы с объемным весом 750 *кг/м*^{3} и влажностью в пределах 14—15,5% (средней сухости). Понятие о паспортной емкости носит условный характер и введено для единообразного учета складской емкости.

Рабочей емкостью называют такую, в которой помещается фактическое количество зерна данной культуры с учетом истинной влажности.

Паспортная емкость типовых зерновых складов принята равной проектной, так как последняя определена таким же способом, каким определяется паспортная емкость. Например:

для типовых складов размером 62×20 *м*	3200 *т*
для типовых складов размером 50×20 „	2500 „
для типовых складов размером 45×20 „	2000 „
для типовых складов размером 65×15 „	2000 „
для типовых складов размером 30×15 „	1000 „

При исчислении емкости типовых складов высота засыпки зерна у стен принята равной 2,5 *м*, а по середине — 5 *м*. В складах, в которых по их конструкции не допускается высота насыпи 2,5 *м* и вследствие этого используются хлебные щиты, паспортная емкость устанавливается иной. Так, например, при размере склада 60×15 *м* емкость определена в 1500 *т* и для склада размером 30×15 *м* — 800 *т*.

Нетиповые склады имеют самые различные размеры и разнообразную конструкцию. Поэтому их емкость может быть определена после обмера и установления допустимой высоты засыпки зерна у стен и по середине склада.

В инструкции по проведению паспортизации заготовительных пунктов Заготзерно приводятся упрощенные формулы для определения складской емкости, дающие результаты, мало отличающиеся от результатов, полученных по точным формулам.

Для складов, имеющих ширину 7,5 *м* и более (рис. 73), емкость подсчитывается по формуле:

$$E_м = \left[ABh + \left(\frac{A+a}{2} \cdot \frac{B+b}{2}\right)(H-h)\right] 0{,}75 \ т, \qquad (V,1)$$

где $E^{ж}$ — емкость склада в *т*;
A — внутренняя длина склада в *м*;
a — длина насыпи зерна поверху в *м*;
B — внутренняя ширина склада в *м*;
b — ширина насыпи зерна поверху в *м*;
H — высота засыпки зерна по середине в *м*;
h — высота засыпки зерна у стен склада в *м*;
0,75 — объемный вес пшеницы в $т/м^3$.

Величины a и b насыпи зерна поверху нетрудно определить:

$$a = A - 2(H - h)\operatorname{ctg}\alpha;$$

$$b = B - 2(H - h)\operatorname{ctg}\alpha,$$

где α обозначает угол наклона насыпи зерна (см. рис. 73).

Если α принять равным 25°, то величины a и b будут соответственно равны:

$$a = A - 4{,}29\,(H - h)\ м;$$

$$b = B - 4{,}29\,(H - h)\ м.$$

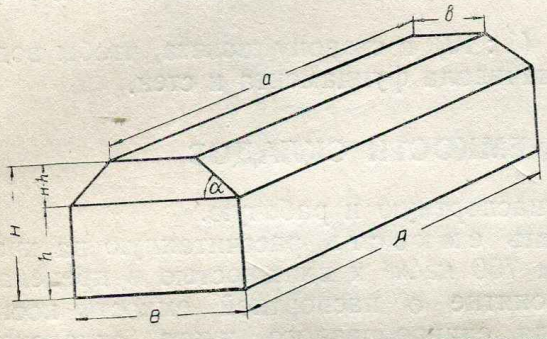


Рис. 73. Схема засыпки зерна в складе шириной 7,5 *м* и более.

Величины a и b приняты в инструкции равными:

$$a = A - 5\ (H - h)\ м,$$

$$b = B - 5\ (H - h)\ м.$$

Для складов, имеющих ширину менее 7,5 *м* (рис. 74), емкость должна подсчитываться по формуле:

$$E_м = AB\,\frac{H+h}{2}\,.\,0{,}75\ т. \qquad (V,2)$$

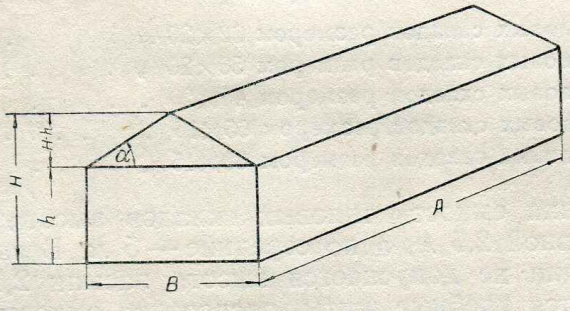


Рис. 74. Схема засыпки зерна в складе шириной до 7,5 *м*

Для получения паспортной емкости ($E^{п}_{м}$) вносят поправки в формулы (V, 1 и V, 2), величина которых (поправок) зависит от длины склада:

для складов длиной 15 *м* . . . . . $E^{п}_{м} = 0{,}90\,E_м$
для складов длиной 15—30 *м* . . . . . $E^{п}_{м} = 0{,}86\,E_м$
для складов длиной 30—45 „ . . . . . $E^{п}_{м} = 0{,}82\,E_м$
для складов длиной 45—60 „ . . . . . $E^{п}_{м} = 0{,}78\,E_м$
для складов длиной 60 *м* и выше . . . . . $E^{п}_{м} = 0{,}75\,E_м$

Приведенные поправки учитывают потерю емкости склада, вызываемую наличием проходов между отдельными партиями зерна для ухода

за ним, а также для установки передвижных механизмов, весов и зерноочистительных машин.

Для складов, имеющих поперечные внутренние стены, образующие секции, емкость по приведенным выше формулам с учетом поправок подсчитывается для каждой секции отдельно и затем складывается для определения общей емкости.

5. СКЛАДЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Продукты переработки зерна — муку, крупу и отруби — хранят в таких же типовых складах, как и зерно.

При хранении муки и крупы в них происходят те же биохимические процессы, что и в зерне, но протекают они с повышенной активностью. Эта активность во многом зависит как от качества муки и крупы, так и от воздействия на них внешних условий — температуры и относительной влажности окружающей среды. Приходится также считаться с возможностью слеживания муки, особенно при наличии значительного давления, чаще всего проявляющегося в нижних рядах мешков. Поэтому хранить муку и крупу необходимо в таких условиях, которые исключают их порчу и снижение качества.

Пониженная стойкость муки и крупы создает особые трудности в организации хранения этих продуктов. В связи с этим для муки и крупы отводят лучшие склады, которые должны предохранять продукцию не только от непосредственного воздействия атмосферных осадков, но и от резких колебаний температуры и влажности воздуха.

Принимая во внимание особенности и целевое назначение муки и крупы, категорически запрещается хранить их в складах вместе с зерном. Это и понятно, так как опасность заражения муки и крупы при совместном хранении их с зерном намного увеличивается.

Муку и крупу на складах хранят в основном в затаренном виде — в мешках (пеньковых, льняных, джутовых, хлопчатобумажных). Размеры мешков бывают следующие: длина 0,9—0,7 *м*, ширина 0,5 *м*, толщина 0,3 *м*.

При отсутствии вентилируемого подполья в складах с деревянными или сплошными полами (асфальтовыми, бетонными, железобетонными) устраивают специальные настилы (стеллажи) с таким расчетом, чтобы воздушная прослойка между полом и мешком была не менее 10 *см*. Мешки с мукой и крупой разрешается укладывать только на стеллажи.

Наиболее распространен способ хранения затаренной муки и крупы в штабелях. Муку и крупу, которые отпускают из складов постепенно, хранят в штабелях повагонно.

Укладывают мешки в штабель весьма тщательно по отвесу, чтобы избежать разрушения штабеля и возможных при этом несчастных случаев. Мешки укладывают всегда зашивкой внутрь. Если в штабеле более 10 ярусов, то, начиная с десятого ряда, мешки укладывают с уступом от края штабеля с таким расчетом, чтобы ширина каждого ряда уменьшалась на 0,25 *м*.

Для удобства приема, отпуска и наблюдения за хранящимся продуктом, а также для циркуляции воздуха устраивают между стеной и штабелем и между самими штабелями разрывы шириной не менее 0,5 *м*. Для передвижения между штабелями с грузом устанавливают проход шириной 1,25 *м*. В механизированных складах ширина проходов сообразовывается с габаритами применяемых механизмов.

Количество рядов (ярусов) в штабеле зависит от влажности муки и крупы, времени года, среднесуточной температуры наружного воздуха, состояния тары, технического состояния склада.

В зависимости от этих показателей допускается укладка от 6 до 14 рядов (табл. 7).

Таблица 7

Нормы укладки рядов мешков с мукой и крупой в штабеля

Вид продукции	Влажность продукции в %	Высота укладки рядов в штабеле		
		в теплое время (температура 10° и выше)	в холодное время (температура ниже 10° до 0°)	в морозно время (температура ниже 0°)
Мука всех сортов, крупа манная, ячменная, гречневая и рисовая	До 14	10	12	14
	Свыше 14 до 15 включительно .	8	10	12
Пшено, овсяная и кукурузная крупа	До 12	8	10	12
	Свыше 12 до 13 .	6	8	10
	Свыше 13	6	6	8

В особенно жарких районах СССР (Таджикская, Туркменская, Узбекская, Киргизская ССР, южные области Казахской ССР, Закавказье) высота укладки штабеля в теплое время соответственно снижается на 1—2 мешка.

Муку и крупу укладывают чаще всего тройником («в лапу») и пятериком (рис. 75).

При хранении муки или крупы повышенной влажности рекомендуется укладка четвериком («сквозная»), при которой мешки располагаются следующим образом: два мешка первого ряда кладут параллельно, отступя друг от друга, следующую пару мешков кладут на первую, перпендикулярно к ней; третью пару, как первую, и т. д. Мешки в этом случае укладывают на ребро не свыше 6 рядов. Иногда встречается и другой способ укладки мешков — стоймя («на попа») в 2 яруса. Последний способ упрощает укладку в ярусы, позволяет уменьшить высоту этажа здания; при этом уменьшается давление на тару, что способствует удлинению срока службы мешка. Однако площадь пола склада в этом случае используется хуже по сравнению с обычным способом укладки: на 1 $м^2$ пола укладывается только 12 мешков, в то время как при укладке плашмя— до 28 мешков. Следует отметить, что использование объема помещения в случае укладки стоймя довольно хорошее, так как этажи склада возможно делать невысокими.

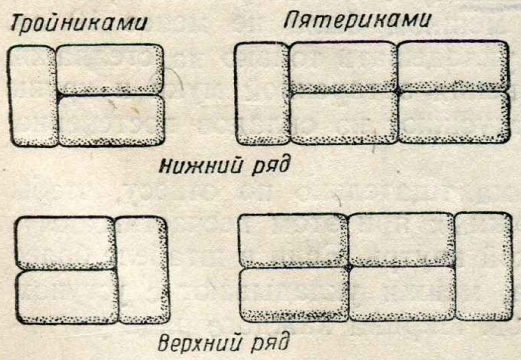


Рис. 75. Укладка мешков тройником и пятериком

Коэффициент использования площади склада зависит от степени механизации работ и значительно снижается по мере ее увеличения, так как площадь, отведенная для действия механизмов, не может быть использована для укладки мешков. Коэффициент использования обычных одноэтажных складов принимается равным 0,65, многоэтажных—0,6.

Склады для хранения муки и крупы в таре бывают одноэтажные и многоэтажные (рис. 76). Для их возведения применяют различные строительные материалы: дерево, камень, кирпич, железобетон.

Конструктивные элементы склада должны удовлетворять таким же условиям, которые требуются и для зерновых складов. В многоэтажных складах перекрытия, обычно выполняемые в железобетоне, делают безбалочными для получения необходимой рабочей высоты склада при минимальной высоте этажа.

Площадь склада может быть определена по следующей формуле:

$$F = \frac{1000Qf}{nq\eta} \ м^2, \qquad (V,3)$$

где Q — емкость склада в $т$;

f — площадь пола, занимаемого одним мешком, равная 0,45 $м^2$;

n — число мешков в ярусе по высоте (значение выбирается по табл. 7);

q — средний вес одного мешка с продукцией в $кг$;

η — коэффициент использования площади склада 0,6—0,65.

Емкость мучных складов (согласно упомянутой выше инструкции) определяется путем умножения длины, ширины и высоты загрузки склада на 0,6 (0,6 — насыпной вес муки в $т/м^3$).

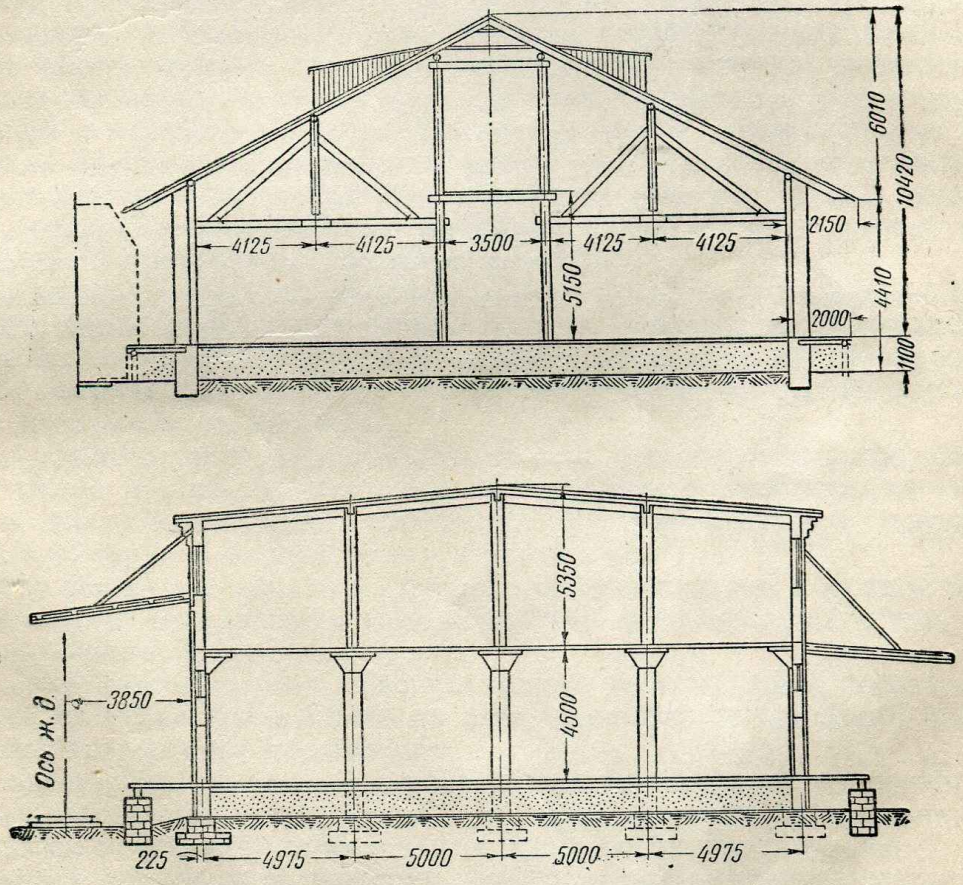


Рис. 76. Одноэтажный и двухэтажный склады для хранения муки и крупы

Для определения емкости, которая должна быть записана в паспорте, необходимо полученное произведение умножить на 0,75.

Длину выбирают в зависимости от фронта отгрузки и возможности размещения склада на территории предприятия, а ширину — в пределах 6—30 $м$.

Рабочую высоту этажа склада определяют из расчета возможности укладки штабеля требуемой высоты, производства работ по укладке и контроля за хранящейся продукцией, но не менее 4,4 *м*.

Приемная и отпускная способность склада готовой продукции зависит от степени механизации погрузочно-разгрузочных работ в нем. Так, при ручных работах можно ориентировочно принимать, что через одни двери в час можно принять или отгрузить до 25 *т* продукции. Применение механизации значительно повышает эту норму; например, использование передвижных транспортеров увеличивает пропускную способность до 50 *т* и более.

Складские помещения следует содержать в образцовом порядке и чистоте. Для поддержания чистоты необходимо на складе иметь скребки, щетки, веники для очистки одежды и обуви, подстилки. Для просеивания, перетаривания муки и крупы выделяют отдельное помещение. Выделяют также отдельное помещение и для очистки тары.

ГЛАВА VI

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА СКЛАДАХ

Через мельнично-крупяные предприятия и зернохранилища страны ежегодно проходят миллионы тонн зерна и готовой продукции. Вся масса зерна в процессе заготовки, хранения и переработки неоднократно перемещается на складах и элеваторах и внутри страны.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ, связанных с этими операциями, правильная организация и умелое, наиболее эффективное использование механизмов — дело большой государственной важности, так как обеспечивает сохранность государственного зерна, значительно повышает производительность труда и снижает расходы, связанные с хранением и перевозками зерна. Но не только эти вопросы решает механизация погрузочно-разгрузочных работ. Она способствует значительному ускорению оборачиваемости транспорта (вагонов, судов, автомобилей), облегчает труд рабочих, уменьшает потребность в рабочих для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и т. д.

Рост из года в год механизации сельского хозяйства, сокращение сроков сдачи зерна социалистическим сельским хозяйством на заготовительные зернохранилища требуют максимальной механизации работ в элеваторно-складском хозяйстве — связующем звене между промышленностью и сельским хозяйством.

Для осуществления поставленной задачи применяют разнообразные транспортные машины и установки, позволяющие в различном их сочетании обеспечивать полную механизацию трудоемких работ по погрузке и разгрузке зерна и продуктов его переработки.

Выбор системы механизации работ с хлебопродуктами в каждом конкретном случае определяется технико-экономическими показателями, характеризующими предприятие.

Из ряда факторов, составляющих технико-экономические показатели, наиболее существенное влияние на выбор системы механизации работ оказывает грузооборот предприятия.

В зависимости от величины и характера грузооборота на предприятиях выбирается схема механизации, которая уточняется в соответствии с местными условиями, характерными для данного предприятия.

Поэтому в каждом отдельном случае при выборе системы механизации необходимо тщательно обосновать выбранный вариант, учитывая при этом как технико-экономические, так и эксплуатационные показатели.

Прежде чем перейти непосредственно к изложению метода технико-экономического расчета, применяющегося для сравнения вариантов систем механизации, рассмотрим конкретные примеры механизации погрузочно-разгрузочных работ с хлебопродуктами.

Существующие системы механизации работ вне зависимости от их индивидуальных особенностей могут быть сведены к двум основным видам: передвижной и стационарной. Каждому из этих видов

свойственны свои особенности, поэтому принципы построения систем механизации работ с хлебопродуктами для каждого из указанных основных видов изучим отдельно.

1. ПЕРЕДВИЖНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ

Под передвижной механизацией обычно понимают такую систему устройств и транспортных машин, которая не связана с определенным местом и заранее установленным направлением потоков груза.

Система передвижной механизации обладает большой гибкостью и подвижностью, позволяющей в короткое время создать любые, требуемые условиями места направления потоков груза. Такая гибкость и подвижность повышает коэффициент использования оборудования по времени и, как следствие, требует меньшего количества машин для выполнения разнохарактерных перегрузочных работ.

К числу недостатков систем передвижной механизации следует отнести неполное использование технической производительности оборудования.

Осуществление схем передвижной механизации базируется на использовании ряда разнообразных конструкций передвижных транспортных машин. Характеристика основных передвижных транспортных машин, применяемых в элеваторно-складском хозяйстве, приведена в табл. 8.

Таблица 8

Техническая характеристика передвижных транспортных машин, применяемых в элеваторно-складском хозяйстве

Ленточные транспортеры

Тип транспортера	Ширина ленты в *мм*	Габаритные размеры в *мм*		Высота подъема в *мм*	Мощность электродвигателя в *квт*	Вес в *кг*
		длина	ширина			
Конструкции Филиппова 10 *м*	500	10100	1450	3200	3,3	885
Конструкции Филиппова 6,5 *м*	500	6700	1400	2500	2,2	670
„Январец"	500	15600	1340	4000[1] / 2740	5,5	2280
„Самарец"	600	10750	1860	4500 / 2750	4,1	1500
„Ленинец I"	500	10600	13000	3800 / 1500	4,1	890
„Ленинец II"	500	15600	1600	5000 / 2520	5,5	1365
Конструкции Лаптева	500	6000	625	400	2,2	270
Трюмный	400	3800	600	300	1,5	200
Линейный транспортер ЛТ-10	500	10250	1530	4200 / 1800	3,2	1000
Ленточный транспортер ЛТ-11	500	8740	1260	3100	3,2	764
Зернотарный транспортер З-Т	500	8800	1400	3000	3,3	844

[1] Числитель показывает максимальную высоту, знаменатель—минимальную.

Вагоноразгрузчики

Тип вагоноразгрузчика	Габаритные размеры в *мм*			Скорость рабочего хода скребка лопаты в *м/сек*	Мощность электродвигателя в *квт*
	длина	ширина	высота		
Конструкции Волошина и Жоголева	4800	1160	1400	0,65	3,8
Передвижная сдвоенная механическая лопата ВНИИЗ	2300	1200	1670—1970	0,78	4,5

Самоподаватели

Тип самоподавателя	Габаритные размеры в *мм*			Площадь захвата зерна в $м^2$	Угол поворота скребковой части в °	Скорость движения в *м/сек*		Мощность электродвигателя в *квт*
	длина	ширина	высота			ленты транспортера	ленты скребковой части	
Конструкции Булавенко . . .	6420	1400	1920	0,8	—	3,5	1,1	3,2
Конструкции Кропоткинского завода	7840	1350	2230	18,1	180	3,8	1,75	3,2
Конструкции Маслакова . .	5800	1760	2010	22,0	270	3,0	1,5	3,0
Конструкции Жоголева и Волошина	6740	1040	1960	—	—	—	1,9	3,2

Схемы применения передвижных транспортных механизмов при перемещении хлебопродуктов весьма разнообразны и многочисленны и не могут быть исчерпаны любыми заранее рекомендованными вариантами. Умение правильно применять ту либо иную транспортную машину, правильная организация работы для данных условий, творческая инициатива работников, связанных с эксплуатацией передвижных механизмов, обеспечивают успех выбора наиболее эффективного варианта механизации работ.

Решение вопроса о выборе варианта механизации проследим на конкретных примерах для различного вида работ, встречающихся в элеваторно-складском хозяйстве.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Одной из основных массовых операций в заготовительных зернохранилищах является разгрузка зерна с автомобильного транспорта, на долю которого приходится свыше 90% от общего объема перевозок зерна.

Учитывая, что основной подвоз зерна в заготовительные зернохранилища заканчивается в очень короткие сроки, механизация разгрузки автомобильного транспорта является одной из первоочередных задач и имеет особое значение в период хлебозаготовительной кампании.

Исследование продолжительности разгрузки автомобилей, проведенное Всесоюзным научно-исследовательским институтом зерна (ВНИИЗ), показало, что время разгрузки одного автомобиля вручную колеблется от 12 до 19 мин. и требует участия двух-трех рабочих.

Применение разработанных ВНИИЗ методов разгрузки автомобилей снизило это время до 6—8 мин., повысив в 2—3 раза выработку одного рабочего.

Для механизации процесса разгрузки автомобилей могут применяться различные способы. К числу наиболее эффективных способов можно отнести разгрузку автомобилей при помощи передвижных механических лопат, передвижных автомобилеопрокидывателей, приспособлений для наклона кузова, а также переделку кузовов или применение специальных автомобилей — самосвалов, позволяющих осуществлять разгрузку самотеком.

К числу наиболее простых способов механизации разгрузки зерна из автомобилей относится приспособление кузова для механизированной разгрузки через боковые борта путем установки в нем наклонных днищ с одновременным подъемом высоты бортов, компенсирующим неизбежную при этом потерю емкости кузова.

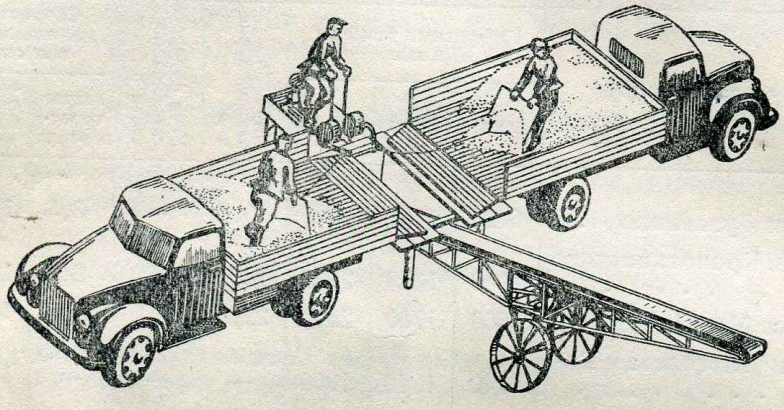


Рис. 77. Разгрузка автомобилей сдвоенной механической лопатой

Самотечная разгрузка автомобиля осуществляется путем применения специальной переносной эстакады, которая позволяет наклонять помещавшийся на ней автомобиль и тем обеспечить почти полную разгрузку кузова самотеком через боковой борт.

Способы разгрузки зерна из автомобиля через боковой борт весьма простые. Однако применение их ограничено, так как приемные устройства зернохранилищ не приспособлены для приема зерна, разгружаемого через боковой борт, а конструкции кузовов ряда автомобилей позволяют разгружать их только через задний борт.

Для одновременной разгрузки двух автомобилей рекомендуется применять сдвоенную механическую лопату ВНИИЗ (рис. 77).

Выгружать зерно при этом способе возможно в приемную воронку передвижного транспортера или в переносный бункер Белокура с введенным в него скребковым самоподавателем с защитным кожухом либо на площадку, на которой устанавливается самоподаватель, убирающий выгруженное зерно.

Эффективность применения механических лопат, определенная на основании хронометража, приведена в табл. 9[1].

Применение передвижных автомобилеопрокидывателей, снабженных электроталью грузоподъемностью 2 *т*, позволяет придавать автомобилю необходимый наклон и разгружать зерно на площадку либо в бункер через задний борт кузова.

Для подачи разгруженного зерна в склады или на другой вид транспорта применяют специальные переносные площадки либо переносные бункеры конструкции Белокура.

---

[1] ВНИИЗ. „Мероприятия по осуществлению комплексной механизации на пристанских заготовительных пунктах Заготзерно". Заготиздат, 1951.

сколько бо́льшим длины самоподавателя (рис. 80). На площадке устанавливают самоподаватель конструкции Маслакова, который, поворачи-

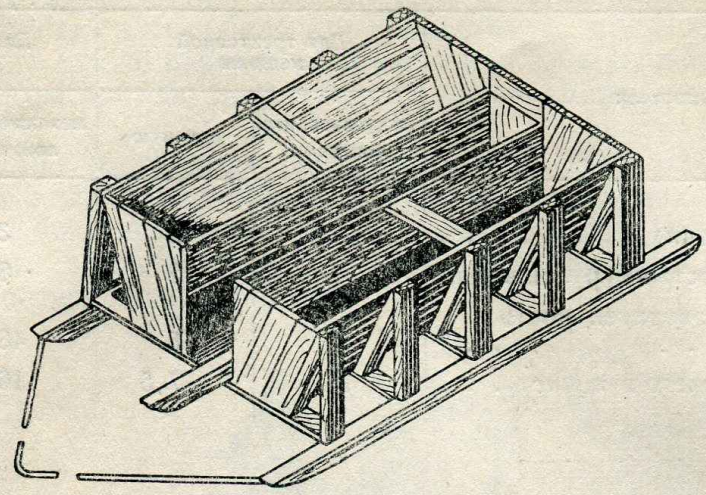


Рис. 79. Бункер конструкции Белокура

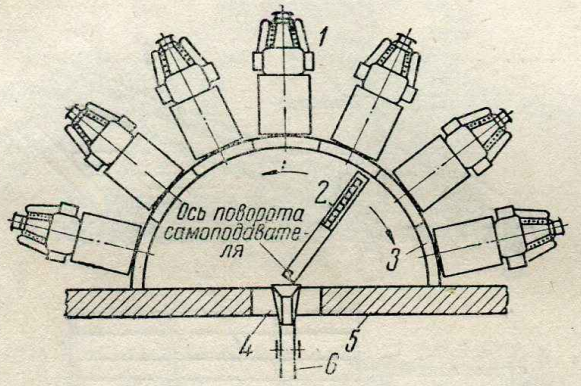


Рис. 80. Прием зерна с автомобильного транспорта при помощи самоподавателя конструкции Маслакова:

1—автомобиль; *2*—самоподаватель; *3*—площадка; *4*—двери склада; *5*—стена склада; *6*—ленточный транспортер

ваясь вокруг своей оси, забирает зерно с площадки и подает его на ленточный транспортер для дальнейшей передачи в склад.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Зерно из вагонов обычно разгружается на ленточные транспортеры, чему способствует разность уровней пола вагона и земли.

Для подачи зерна из вагона пользуются специальным лотком, устанавливаемым в дверях вагона, через который зерно ссыпается в приемную воронку транспортера, а также передвижными механическими лопатами конструкции ВНИТО, ВНИИЗ (рис. 81) и др.

Применение передвижной механической лопаты для разгрузки вагонов значительно повышает производительность труда рабочих по сравнению с ручной разгрузкой. Так, четырехосный вагон бригада рабочих в составе 5 человек разгружает вручную при помощи совков в течение 60—70 мин. Пользуясь механической лопатой, в тех же условиях бригада в составе 3 человек разгружает такой вагон в течение 50—55 мин., затрачивая непосредственно на разгрузку 35—40 мин. и на предварительные, вспомогательные и заключительные операции 15 мин.

Удачным решением вопроса механизации разгрузки железнодорожных вагонов является применение вагоноразгрузчика системы Волошина

и Жоголева (рис. 82). Сочетание в машине механизма, разгружающего вагон,— механической лопаты — и ленточного транспортера со специальной приемной воронкой, принимающей разгруженное из вагона зерно, создает условия работы, аналогичные разгрузке передвижными механи-

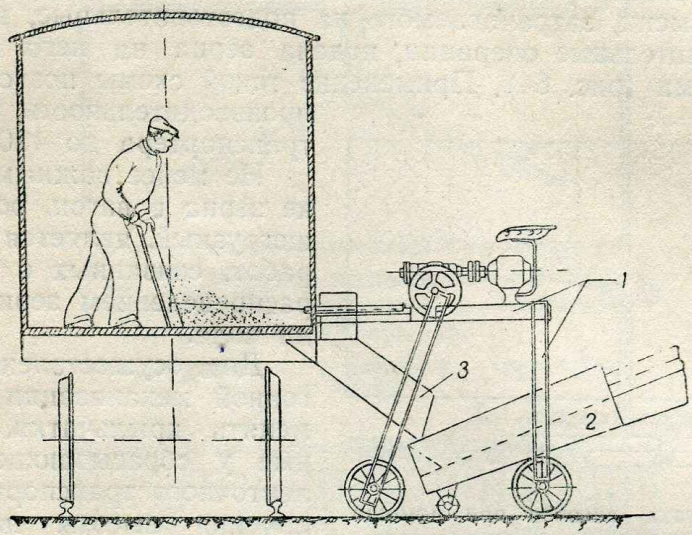


Рис. 81. Разгрузка вагонов при помощи механической лопаты:

1—передвижная механическая лопата; *2*—транспортер; *3*—лоток

ческими лопатами, сокращая при этом время, затрачиваемое на подготовительные, вспомогательные и заключительные операции, повышая тем самым производительность установки.

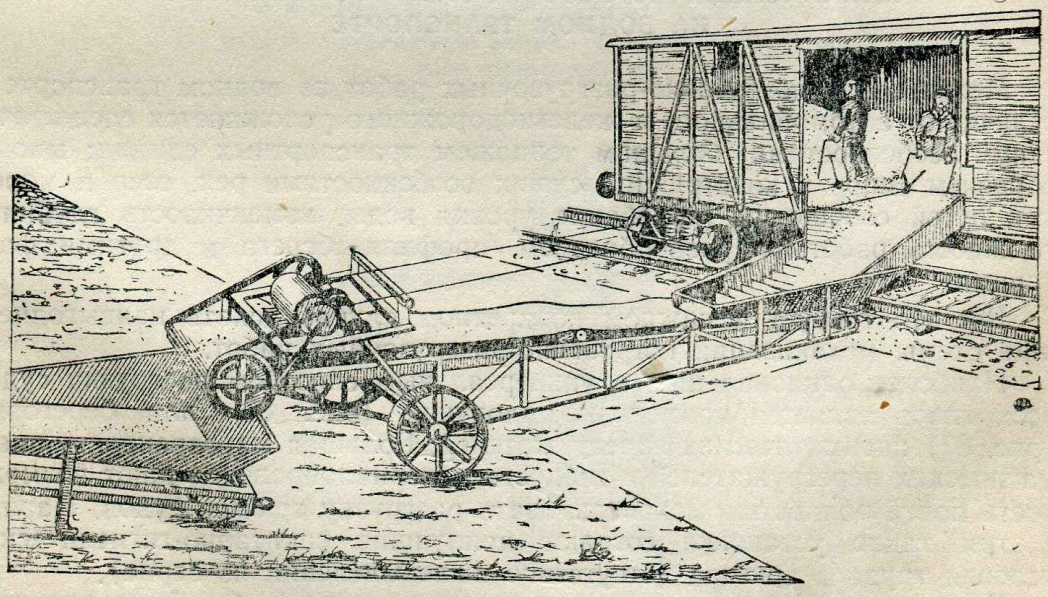


Рис. 82. Разгрузка вагонов при помощи вагоноразгрузчика системы Волошина и Жоголева

Для расширения фронта разгрузки при ограниченном числе приемных устройств, через которые зерно подается в склад, применяется схема с установкой вдоль фронта разгрузки транспортеров-питателей, принимающих зерно из отдельных вагонов и перемещающих его в склад при помощи основного транспортера (рис. 83). Подача зерна на насыпь осуществляется при помощи зернопульта.

Погрузка вагонов производится при помощи ленточного транспортера через двери или люки вагона.

Подача зерна на основной транспортер осуществляется самоподавателем.

Для повышения производительности основного транспортера за счет снижения времени, затрачиваемого на подготовительные, вспомогательные и заключительные операции, подача зерна на него производится двумя потоками (рис. 84). Применение такой схемы позволяет довести производительность основного транспортера до 120—150 *т/час*.

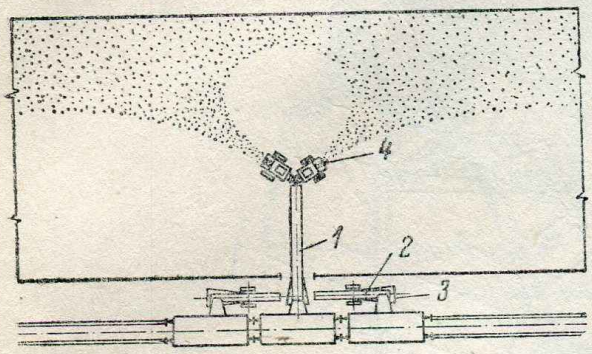


Рис. 83. Разгрузка вагонов при помощи ленточных транспортеров и зернопульта:

1—головной транспортер; *2*—транспортер-питатель; *3*—лоток; *4*—зернопульт

Не менее важным при погрузке зерна в вагон, особенно большегрузный, является механизация работ, связанных с равномерным распределением зерна по площади пола.

Для осуществления внутривагонной механизации можно применять крыльчатки, установленные у сбрасывающего барабана ленточного транспортера для увеличения высоты насыпи зерна (см. рис. 95), либо бросковые транспортеры типа зернопульта (рис. 85).

Зернопульт дает возможность погрузить поданное через дверь зерно в отдаленную от нее часть вагона с последующей загрузкой центральной части непосредственно транспортером.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Механизация погрузочно-разгрузочных работ на водном транспорте в отличие от автомобильного и железнодорожного усложняется специфическими особенностями: большим тоннажем транспортных единиц; многообразием типов и конструкций судов; особенностями рек, озер и морей как путей сообщения (колебание уровня воды, изменчивость глубины, сложность работы); разнообразием профиля берега и другими факторами.

Все это требует в каждом конкретном случае искать наивыгоднейшие схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Наиболее рациональным и универсальным способом разгрузки судов всех типов является применение пловучих (рис. 86) или береговых (рис. 87) пневматических перегружателей. Большая маневренность пневматических перегружателей и гибкость материалопроводов дают возможность почти полностью механизировать разгрузку трюмов судов. Наряду с этим такие установки создают наилучшие санитарно-гигиенические условия труда в трюмах (отсутствие пылевыделения из зерна).

Для разгрузки зерна из судна широко применяют норийные пловучие перегружатели (рис. 88) или передвижные нории (рис. 89).

Норийные установки в отличие от пневматических выгружают зерно с ограниченной площади трюма. В силу этого после выгрузки из трюма зерна, поступающего в норию самотеком (рис. 90), оставшееся зерно должно быть подано к нории. Для механизации подачи зерна к башмаку нории в трюмах баржи устанавливают небольшой длины (3—5 *м*) транспортеры-питатели, или винтовые транспортеры сплошного заполнения с частично открытым днищем, либо скребковые транспортеры.

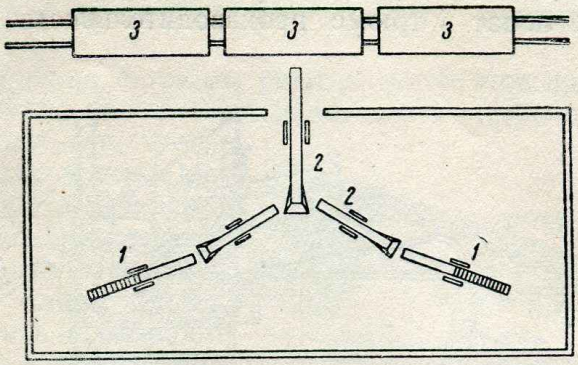


Рис. 84. Погрузка железнодорожных вагонов при помощи ленточных транспортеров и самоподавателя:

1—самоподаватель; *2*—ленточный транспортер; *3*—вагоны

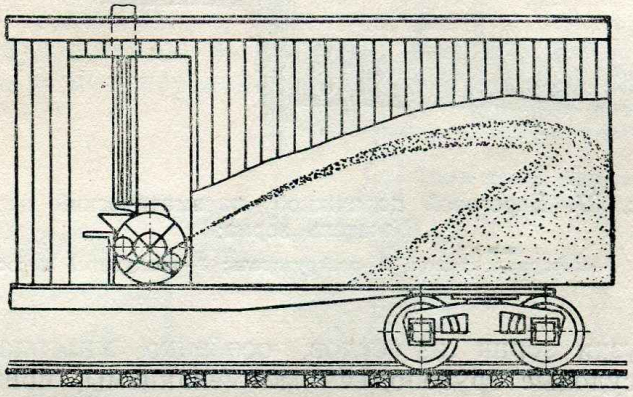


Рис. 85. Заполнение вагона при помощи броскового транспортера

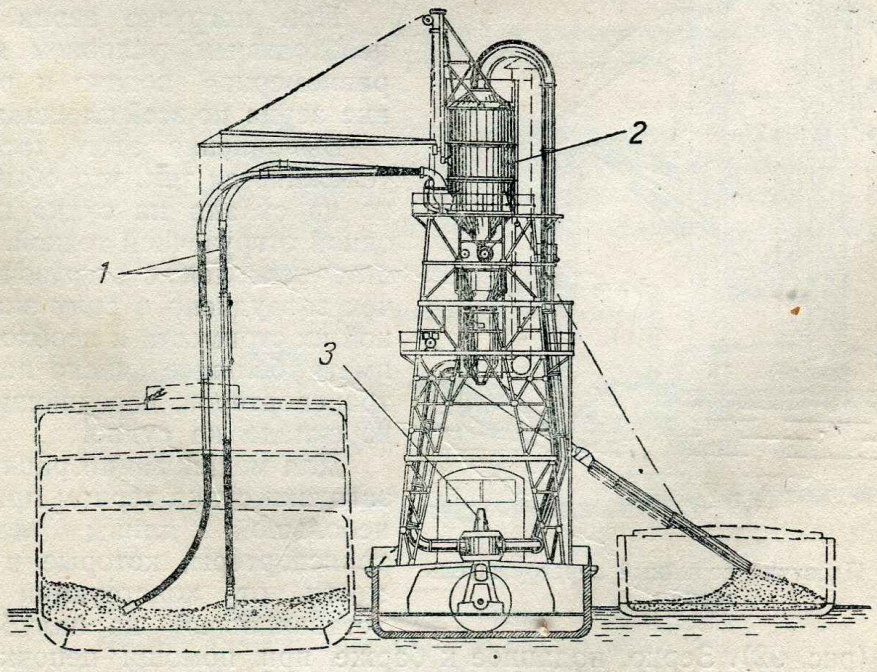


Рис. 86. Плавучий пневматический перегружатель зерна:

1—материалопровод; *2*—разгрузитель; *3*—воздушный насос

Хорошие результаты при внутритрюмной механизации получают, применяя механические лопаты для подгребания зерна к нории (рис. 91). При работе двух лопат в трюме производительность нории достигает 40—45 *т/час*.

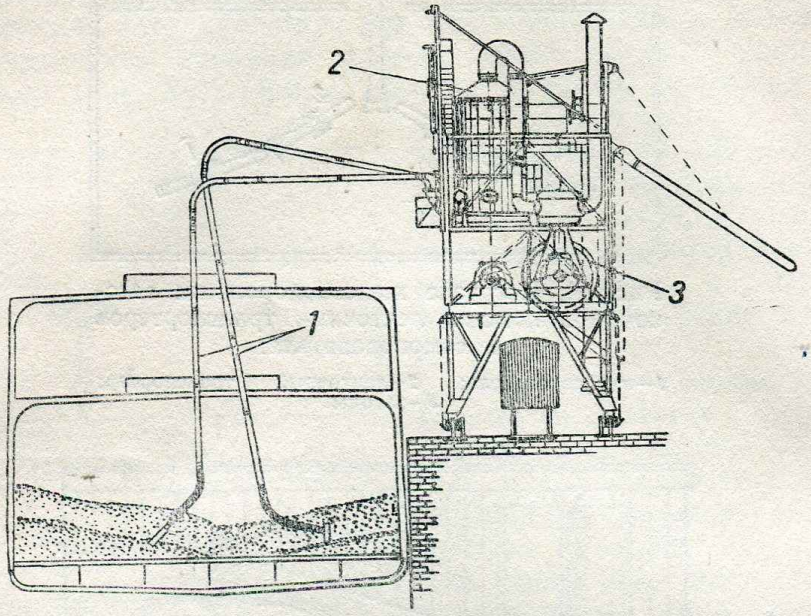


Рис. 87. Береговой подвижной пневматический перегружатель зерна:

1—материалопровод; *2*—разгрузитель; *3*—воздушный насос

Для разгрузки зерна из судов, особенно многопалубных, можно использовать судовые грузоподъемные механизмы, применяя при этом в качестве грузозахватного органа бадью или грейфер. Для этих же целей можно пользоваться существующими портовыми кранами.

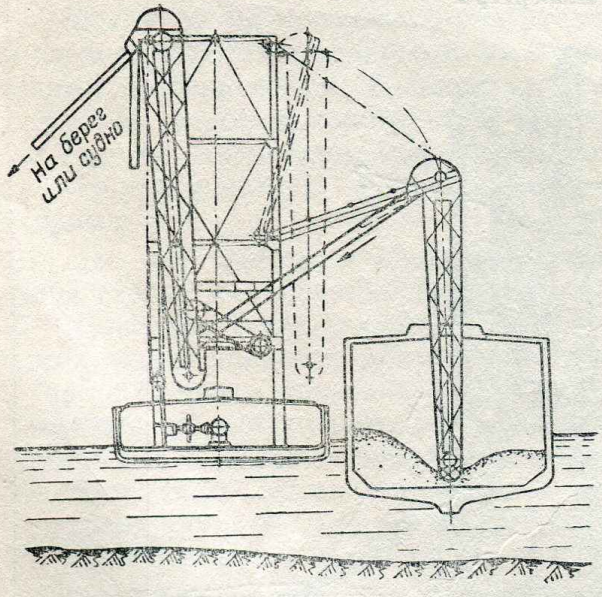


Рис. 88. Пловучий норийный перегружатель зерна

При погрузке зерна в судно необходимым условием является равномерная подача и размещение зерна по всей площади трюма.

Выполнение этого требования усложняется тем, что обычно зерно из склада на судно подается одной отгрузочной точкой. Устройство нескольких отгрузочных точек затруднено в силу значительной их стоимости и необходимости иметь большое число ленточных транспортеров, передающих зерно из склада на судно.

Для механизации равномерной загрузки судна зерном применяют небольшой длины ленточные транспортеры, которые в зависимости от конструкции баржи устанавливают на палубе или в трюме (рис. 92). Зерно, поданное к барже при помощи цепочки передвижных ленточных или секционных транспортеров, передается цепочкой транспортеров-питателей, установленных на барже, к соответствующим люкам.

Наиболее трудоемкий процесс при погрузке барж и судов — это разравнивание зерна в трюме, которое до сего времени осуществляется вручную.

При погрузке зерна в трюмы речных судов этот процесс может быть механизирован путем применения зерномета Григоровича (рис. 93), подвешенного на тросе так, чтобы была создана возможность регулирования выброса зерна рабочим, обслуживающим зерномет. Использование зерномета для заполнения трюма баржи позволяет повысить производительность рабочего, занятого на разравнивании (штивке) зерна в трюме, до 12—15 *т/час*.

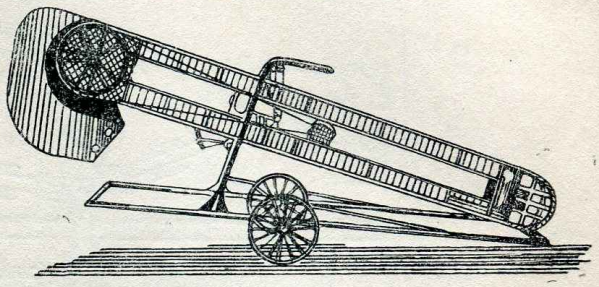


Рис. 89. Передвижная нория для разгрузки зерна из барж

При погрузке зерна в многопалубные морские суда условия механизации загрузки трюма значительно усложняются, как требованием полного заполнения трюма, так и неудобствами, вызванными теснотой в трюмах, не позволяющей вводить в них передвижные транспортные машины больших габаритов.

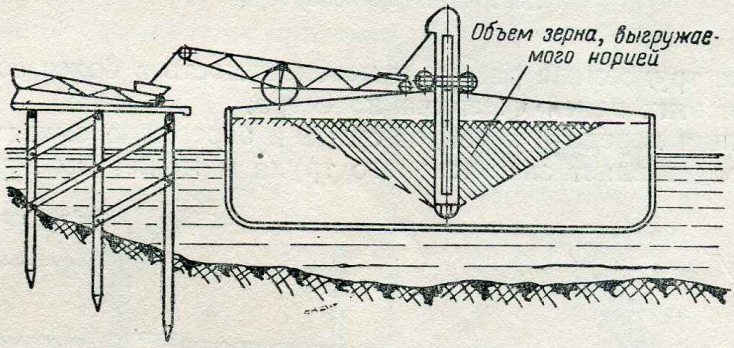


Рис. 90. Разгрузка трюма баржи при помощи передвижной нории без внутритрюмной механизации

Полное заполнение зерном трюмов морских судов и устраиваемых в люковых просветах «питателей» необходимо потому, что при штормовых погодах в незаполненных трюмах зерно может пересыпаться к одному борту, в результате чего судно получит нежелательный и опасный крен.

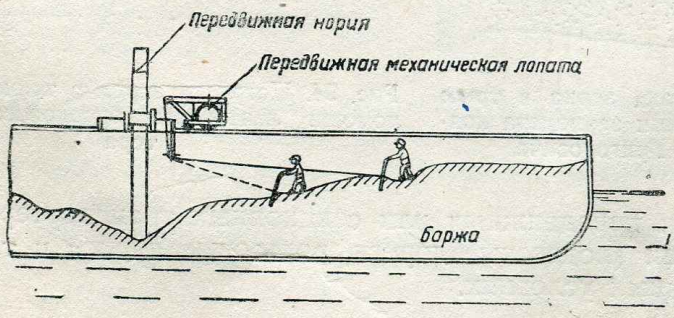


Рис. 91. Механизация подачи зерна к передвижной баржевой нории при помощи механических лопат

В силу этого применение погрузочных машин в трюмах морских судов ограничено малогабаритными установками. Одним из таких механизмов является ленточный бросковый транспортер типа зернопульта (рис. 94).

Существующие машины и установки для механизации внутритрюмных работ не дают возможности получать из всех точек трюма зерно равномерного качества в силу имеющего место самосортирования зерна при заполнении трюма. Этот недостаток не позволяет полностью механизи-

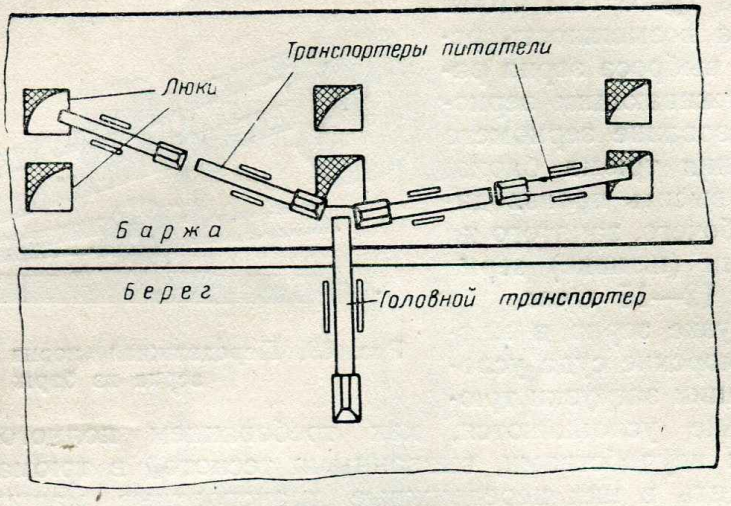


Рис. 92. Погрузка баржи через ряд люков при помощи ленточных транспортеров

ровать весьма трудоемкие работы и необходимость в более совершенных машинах для этих целей чрезвычайно остра.

Механизация передачи зерна от судна в береговую емкость либо наоборот не представляет значительного труда и может быть решена при

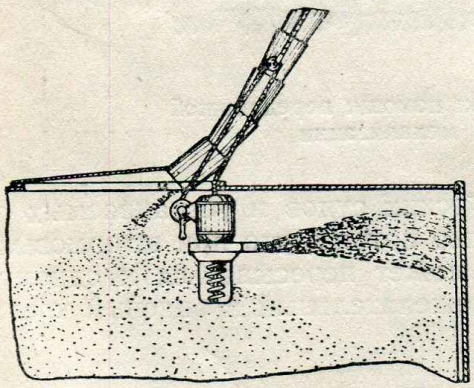


Рис. 93. Погрузка зерна в трюм судна при помощи зернометa конструкции Григоровича

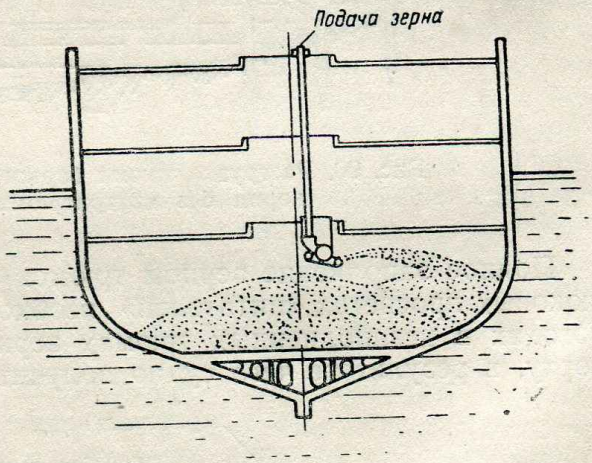


Рис. 94. Погрузка зерна в трюм судна при помощи ленточного броскового транспортера

помощи цепочки передвижных или секционных транспортеров, а также иными способами (подвесные дороги, рельсовые дороги и т. д.), рациональными в данных условиях.

МЕХАНИЗАЦИЯ ВНУТРИСКЛАДСКИХ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

По своему характеру внутрискладские работы связаны с перемещением зерна и сводятся к выполнению следующих основных операций: заполнение склада, перемещение зерна из склада в склад и внутри склада, подача зерна на зерноочистительные и зерносушильные установки и уборка очищенного и просушенного зерна, разгрузка складов.

Механизация перечисленных операций может решаться в различных вариантах в зависимости от местных условий и наличного парка передвижных механизмов.

Работы по заполнению склада сводятся к подаче зерна в склад и заполнению емкости склада путем подъема насыпи зерна на необходимую высоту.

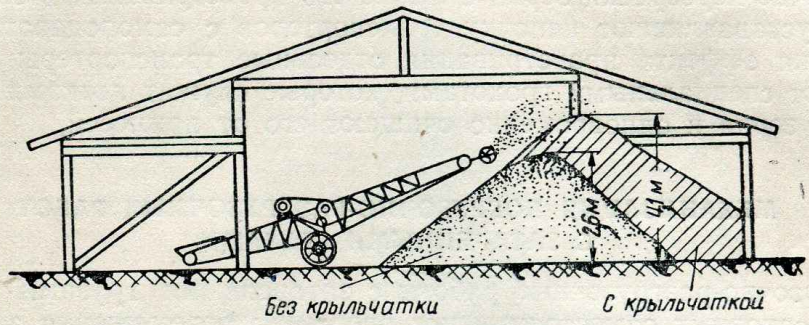


Рис. 95. Погрузка зерна в склад при помощи крыльчатки.

Для подъема насыпи зерна на высоту свыше 2,6 *м* на головном транспортере устанавливают крыльчатку, которая при 700 об/мин. выбрасывает зерно на высоту 1,5—2,0 *м* и на расстояние 4,0—4,5 *м*. Крыльчатка приводится в действие от электродвигателя транспортера через специальный контрпривод (рис. 95).

Для подъема насыпи зерна с успехом применяют бросковые транспортеры-зернопульты, позволяющие увеличить насыпь зерна до необходимой высоты.

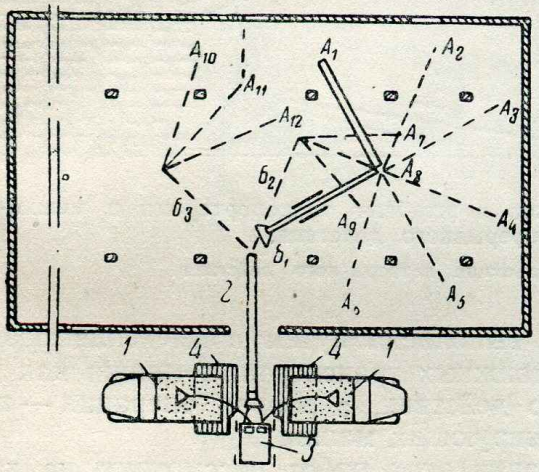


Рис. 96. Погрузка зерна в склады при помощи ленточных транспортеров:

1—автомобиль; *2*—самоподаватель; *3*—сдвоенная механическая лопата; *4*—разгрузочная площадка; *А*—головной транспортер с крыльчаткой (цифрами указан порядок расстановки транспортеров); *Б*—приемный транспортер

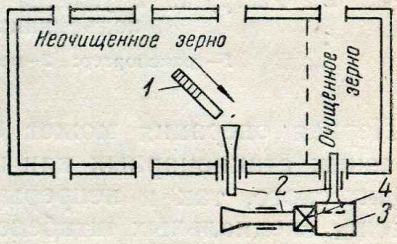


Рис. 97. Очистка зерна на передвижном сепараторе:

1—самоподаватель; *2*—транспортеры; *3*—передвижной сепаратор; *4*—весы

Заполнение складов зерном производится системой передвижных транспортеров. Для избежания частой перестановки транспортеров ВНИИЗ предложил порядок расстановки машин, обеспечивающий минимальную их передвижку (рис. 96).

По этой схеме зерно, убираемое с разгрузочной площадки самоподавателем, подается при помощи приемного транспортера на головной транспортер, снабженный крыльчаткой; по мере наполнения склада транспортеры перестанавливаются (в порядке, указанном на рис. 96), обеспечивая полную загрузку склада.

Перемещение зерна внутри склада обычно связано с улучшением его качества, для чего необходимо обеспечить подачу зерна на соответствующую машину, а затем уборку к месту хранения.

Механизация внутрискладских работ осуществляется при помощи самоподавателя, ленточных транспортеров и передвижных весов.

Примером механизации внутрискладских работ может служить схема очистки зерна, приведенная на рис. 97. Схемой предусмотрен количественный контроль путем включения передвижных ковшевых весов до сепаратора или путем весового учета отходов, полученных в результате очистки зерна. Аналогично решается схема механизации подачи зерна на сушку.

В случае переброски зерна с целью его проветривания в складе либо вне его устанавливают цепочку транспортеров с самоподавателем. Для повышения эффекта проветривания отдельные транспортеры в цепочке соединяют специальными грохотами, которые служат лотками для перемещения зерна и одновременно очищают его от примесей.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ С ЗАТАРЕННЫМИ ГРУЗАМИ

Погрузочно-разгрузочные работы с затаренными грузами слагаются из двух основных самостоятельных операций: перемещения затаренного груза к месту укладки и укладки его в штабеля.

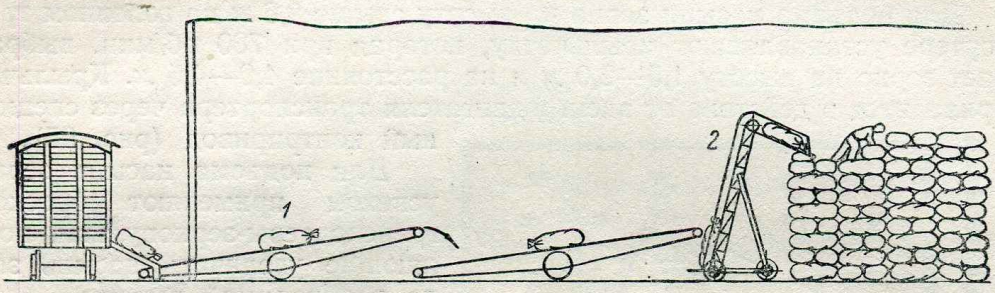


Рис. 98. Разгрузка и укладка мешков в штабеля транспортерами и мешкоподъемником непрерывного действия:

1—транспортер; *2*—мешкоподъемник непрерывного действия

Первая операция может быть выполнена путем применения разнообразных стационарных или передвижных транспортных машин как периодического, так и непрерывного действия, а вторая операция — при помощи специальных штабелеформирующих машин.

Возможные варианты механизации этих работ рассмотрим на конкретных примерах с применением машин непрерывного и периодического действия.

На рис. 98 приведена схема механизации работ с затаренными грузами. Мешки, разгружаемые из вагона вручную, подаются к штабелю при помощи ленточных или пластинчатых транспортеров, затем поднимаются мешкоподъемником (на штабель) и укладываются вручную. Недостаток такой схемы — значительный удельный вес работы вручную при подаче мешков на транспортеры и укладке их в штабель.

Более совершенная схема с применением автопогрузчиков приведена на рис. 99. Автопогрузчик, снимая с транспорта (автомобиля) груз, заранее сформированный на специальных поддонах, перевозит его к месту укладки и укладывает в штабель, тем самым обеспечивая механизацию полного цикла работ.

Наиболее трудоемкой работой является укладка мешков в штабель. Предложенные в последние годы штабелеформирующие машины дают возможность решить вопрос механизации этой трудоемкой операции и создают условия для широкого внедрения комплексной механизации работ с затаренными грузами.

На рис. 100 приведена автоматическая штабелеформирующая установка, предложенная инженерами А. И. Кругляком и Г. Л. Рехтманом.

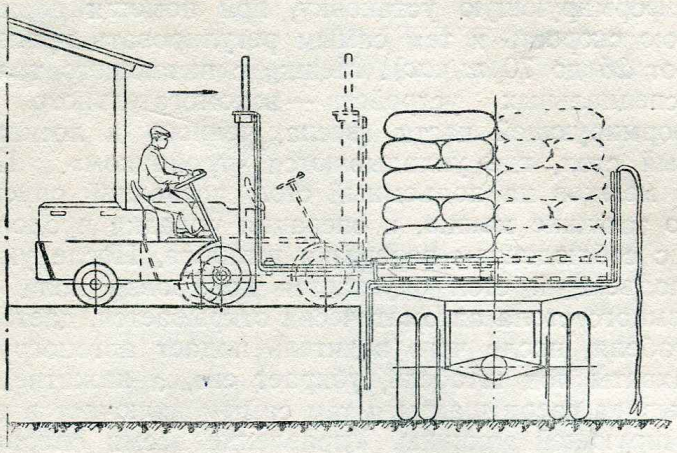


Рис. 99. Разгрузка автомобиля автопогрузчиком

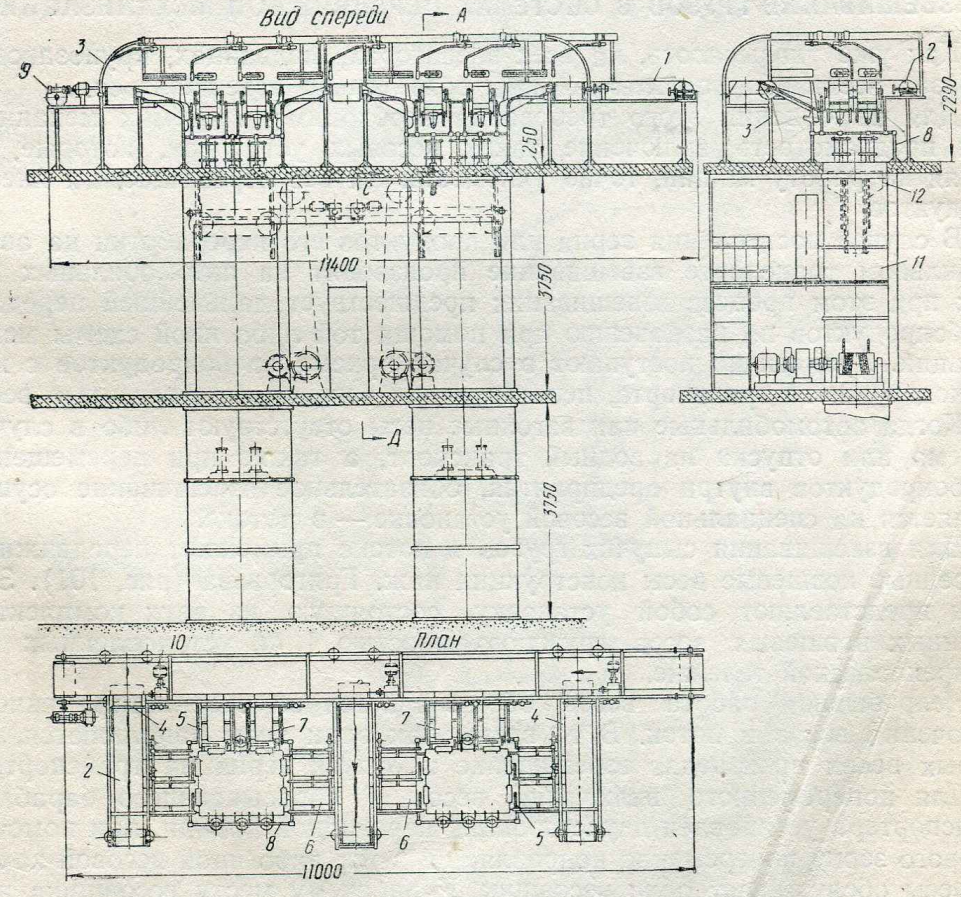


Рис. 100. Штабелеформирующая установка конструкции инж. Кругляка и Рехтмана:

1—основной транспортер; *2*—поперечный транспортер; *3*—станина; *4*—весло; *5*—челнок; *6*—двойной лоток; *7*—одинарный лоток; *8*—формовочная рама; *9*—привод основного транспортера; *10*—привод поперечного транспортера; *11*—шахта подъемно-отпускной части; *12*—платформа

Автоматическая штабелеформирующая установка (рис. 100) состоит из питающего транспортера, укладочно-формирующей части и подъемного стола. Питающий транспортер, служащий для регулирования подачи мешков на формирующую установку, при помощи вариаторов может изменять свою скорость и тем самым регулировать производительность установки (от 25 до 70 *т/час*). Мешки с питающего транспортера посредством специальных устройств — вспомогательного транспортера, укладочно-формирующей части (весла, челнока и лотков) — подаются на подъемный стол, где укладываются «тройником». После укладки одного ряда мешков на подъемный стол последний опускается на высоту, равную толщине мешка, и операция укладки продолжается в том же порядке с соблюдением перевязки штабеля. После укладки последнего ряда подъемный стол опускается до уровня пола склада, дверь шахты подъемного стола автоматически открывается, дается сигнал о готовности штабеля, после чего водитель подает автопогрузчик, заводит вилочные захваты под штабель, убирает его, а нажатием специальной кнопки закрывает двери шахты и тем самым включает в работу секцию штабелеформирующей машины. Управление всеми операциями штабелеформирующей машины производится автоматически, что исключает необходимость в специальном штате.

ВЗВЕШИВАНИЕ ГРУЗОВ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДВИЖНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

Как уже указывалось, на всех элеваторах, мельницах, крупозаводах и базах все хлебопродукты должны обязательно взвешиваться.

Для выполнения этого требования необходимо в схемах механизации предусмотреть включение таких весовых установок, которые, не влияя на работу машин, точно учитывали бы вес перемещаемых хлебопродуктов.

В случае поступления зерна или продуктов его переработки на автомобильном транспорте взвешивание производят на автомобильных весах; при этом процесс взвешивания предшествует дальнейшей передаче хлебопродуктов по назначению при помощи той либо иной схемы механизации. Аналогично поступают в случае приема хлебопродуктов с железнодорожного транспорта, используя для взвешивания вагонные весы.

Когда автомобильные или вагонные весы отсутствуют либо в случае приема или отпуска на водный транспорт, а также при перемещении хлебопродуктов внутри предприятия, обязательное взвешивание осуществляется на специальной весовой установке — в потоке.

Для взвешивания сыпучих грузов в потоке применяют передвижные сдвоенные ковшевые весы конструкции инж. Григорьева (рис. 101). Эти весы представляют собой установку, состоящую из двух комплектов сотенных ковшевых весов грузоподъемностью 1 *т*, установленных на четырехколесной тележке.

Непрерывная работа весов обеспечивается за счет попеременного включения весов в поток. В то время как одни весы наполняются, на вторых весах производят взвешивание и отпуск зерна на транспортер.

Для попеременного включения весов у сбрасывающего барабана транспортера установлен двухсторонний перекидной клапан, при помощи которого зерно попеременно направляется в тот либо иной весовой ковш.

Весы обслуживает один весовщик. К рабочему месту весовщика выведены рукоятки рычагов управления задвижками весов и перекидным клапаном, регулирующим направление зерна в весовые бункеры.

Для взвешивания в потоке затаренного груза (мешков) на ряде предприятий с успехом применяют специальную установку, позволяющую взвешивать мешки при непрерывной их подаче.

Устройство для взвешивания мешков в потоке (рис. 102) состоит из двух параллельно установленных весов с многоярусной весовой плат-

формой (для помещения на ней восьми мешков), загрузочного лотка и разгрузочной части.

Процесс взвешивания слагается из следующих операций.

При помощи перекидного клапана загрузочного лотка мешки направляют на весы. Загрузка весовой платформы производится путем изменения положения загрузочного лотка специальной лебедкой, управляемой

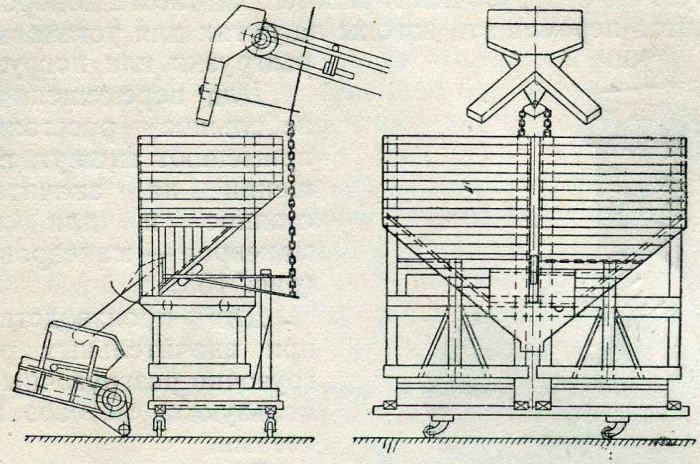


Рис. 101. Спаренные ковшевые весы конструкции инж. Григорьева

рабочим. Весовая платформа, состоящая из ряда наклонных лотков, запирается специальной заслонкой, задерживающей на ней мешки. После заполнения мешками платформы весовщик производит взвешивание и

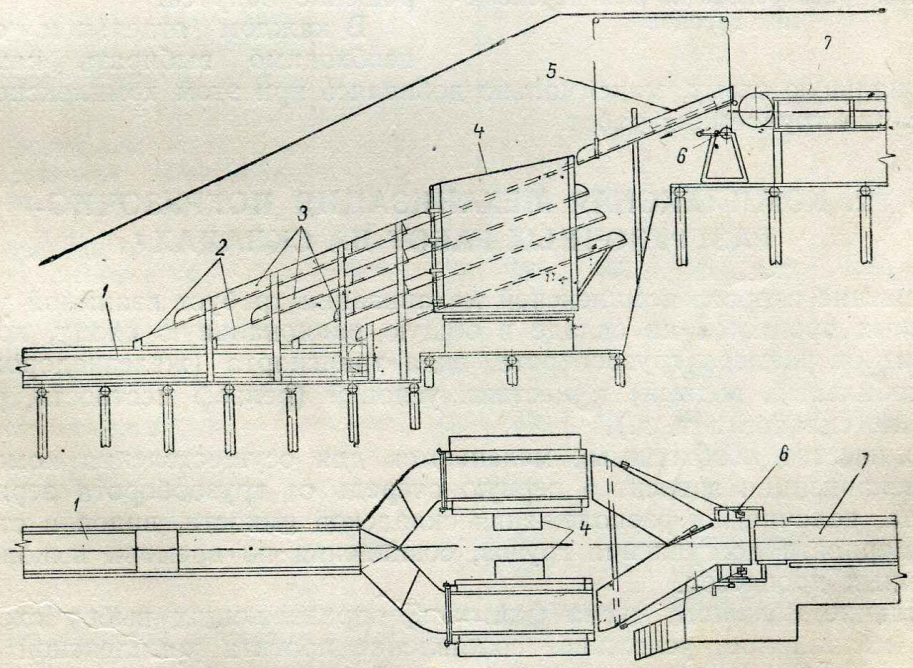


Рис. 102. Установка для взвешивания мешков в потоке:

1—убирающий транспортер; *2*—направляющие лотки; *3*—разгрузочные лотки; *4*—весы; *5*—загрузочный лоток; *6*—лебедка; *7*—подающий транспортер

затем, открыв запорное устройство, выпускает мешки на транспортер. Во время взвешивания и разгрузки одних весов происходит загрузка вторых.

Установку обслуживают два человека — весовщик и рабочий. Применение этой установки втрое снижает затраты на перевеску затаренного

груза по сравнению с ручной укладкой мешков на весы, уменьшает число рабочих, занятых на этой операции, и создает условия для получения высокой производительности потока (до 50—75 *т/час*).

МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ

При погрузочно-разгрузочных работах на железнодорожном транспорте приходится перемещать вагоны на путях для установки их у точек разгрузки или погрузки.

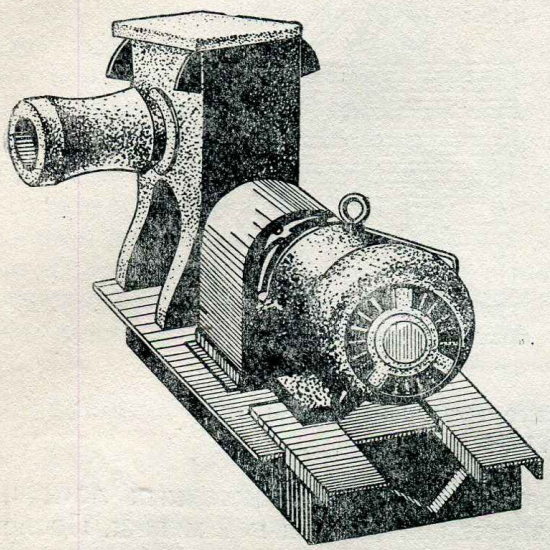


Рис. 103. Электролебедка для перемещения вагонов

Для перемещения вагонов на небольшое расстояние обычно применяют аншпуг, а при перемещении на значительное расстояние и для производства маневров — маневровые лебедки (рис. 103).

Для производства маневров при значительных размерах погрузочно-разгрузочных операций пользуются мотовозами или паровозами.

Рассмотренные схемы передвижной механизации погрузочно-разгрузочных работ ни в коей мере не исчерпывают всех встречающихся на практике случаев и не претендуют на окончательное решение вопроса.

В каждом отдельном случае необходимо выбирать наиболее рациональную схему, максимально добиваясь при этом комплексной механизации трудоемких работ.

2. КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА СКЛАДАХ [1]

Решение вопроса комплексной механизации требует взаимной увязки основных процессов на складе в общую рациональную схему, которая зависит от размера грузооборота, вида транспорта (железнодорожный, автомобильный, водный) и местных условий (рельеф местности, расположение складов и т. д.).

Количество необходимых механизмов для осуществления комплексной механизации зависит в первую очередь от грузооборота зернохранилища, величины и расположения складской емкости, видов и степени равномерности поступления грузов, совпадения по времени выполнения различных процессов.

Наличие большого числа факторов, определяющих выбор схемы и числа механизмов, усложняет составление проекта комплексной механизации. Общее решение в этом случае возможно как типовое для сходных по условиям работы заготовительных зернохранилищ.

Основываясь на опыте работы различных заготовительных зернохранилищ, ВНИИЗ и Промзернопроект предложили проекты схем комплексной механизации для пристанционных и пристанских заготовитель-

[1] В основу настоящего раздела положены материалы ВНИИЗ, опубликованные в книге «Мероприятия по осуществлению комплексной механизации на пристанских заготовительных пунктах Заготзерно». Заготиздат, 1951 и материалы Промзернопроекта.

ных зернохранилищ с различным грузооборотом, принимающих зерно с автомобилей и отгружающих его на водный или железнодорожный транспорт.

При построении схемы комплексной механизации для пристанских и пристанционных зернохранилищ в основу положено: а) оптимальное расположение складов на территории; б) продолжительность периода заготовок — 25 рабочих дней (при коэффициенте неравномерности поступления по дням 1,5, а в пределах суток — 2,0) и продолжительность рабочего дня — 20 час.; в) отгрузка на железную дорогу производится в течение 12 месяцев при коэффициентах неравномерности: месячном — 2,0, суточном — 1,5—2,0 (меньшее значение для пунктов с бо́льшим грузооборотом); г) время погрузки зерна в суда определяется в соответствии с едиными судо-суточными нормами погрузки и разгрузки грузовых судов (табл. 10); д) наличие разнородности поступающих культур зерна; е) отгрузка на воду однородной культуры; ж) механизация всех операций осуществляется на базе типового оборудования, способы применения которого были рассмотрены в предыдущем разделе.

Таблица 10

Единые судо-суточные нормы погрузки и разгрузки грузовых самоходных и несамоходных судов Министерства морского и речного флота СССР [1]

(т/сут.)

Наименование грузов	Суда грузоподъемностью							
	до 400 *т*		401—700 *т*		701—1000 *т*		свыше 1000 *т*	
	погрузка	разгрузка	погрузка	разгрузка	погрузка	разгрузка	погрузка	разгрузка
Хлебные грузы (для всех причалов за исключением причалов Министерства заготовок СССР)								
Зерно россыпью: тяжеловесное (пшеница, рожь и пр.)	440	400	660	660	880	800	1320	1200
легковесное (овес, подсолнечное семя и пр.) . . .	350	310	525	460	700	620	1050	930
Тарно-упаковочные грузы в мешках: весом до 82 *кг*	500	450	750	700	1000	900	1200	1000
весом свыше 82 *кг* . .	460	420	650	600	900	800	1100	900
Хлебные грузы насыпью, перерабатываемые на причалах Министерства заготовок СССР [2]	500	450	650 800	500 1000	600 1000	700 900	700 1200	800 1200

Примечание. При погрузке легковесного зерна нормы на причалах Министерства заготовок СССР снижаются на 20%.

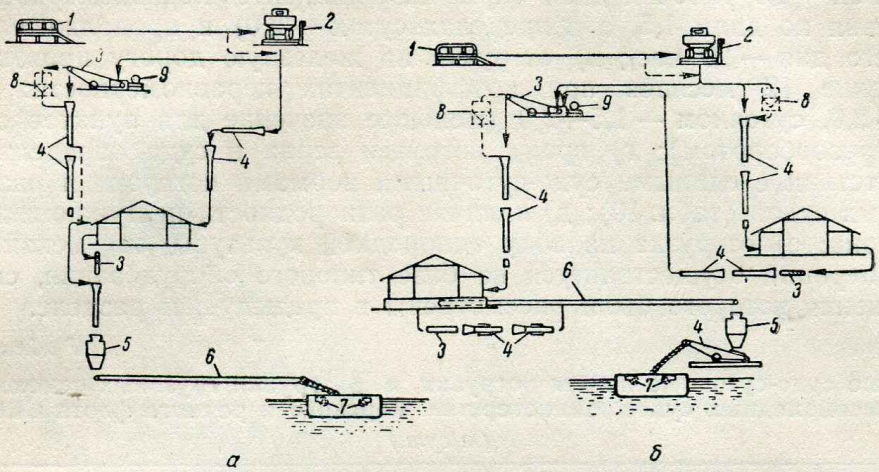
Для пристанского заготовительного зернохранилища, имеющего складскую емкость на 2000—2500 *т* зерна, рекомендованы принципиальные схемы комплексной механизации (рис. 104) для одного склада емкостью 2000 *т* (вариант *а*) и двух складов емкостью по 1000 *т* (вариант *б*).

[1] Выдержки из приказа министра речного флота Союза ССР № 302 от 27 сентября 1948 г.

[2] В приказе Министерства речного флота СССР нормы даны для каждого причала в отдельности. В таблице приведены минимальные и максимальные значения.

Прием зерна осуществляется двумя приемными точками, одна из которых оборудована механической лопатой. Взвешивают зерно на автомобильных весах, а при отсутствии их — на ковшевых весах, включенных в цепочку транспортеров.

Подают зерно в склад и размещают его при помощи самоподавателя и ленточных транспортеров.



а *б*

Рис. 104. Принципиальная схема комплексной механизации пристанского заготовительного зернохранилища:

а — при наличии одного склада; *б* — при наличии двух складов; *1*—визировочная площадка; *2*—автомобильные весы; *3*—самоподаватель; *4*—ленточные транспортеры; *5*—ковшевые весы; *6*—специальный ленточный транспортер; *7*—зерномет; *8*—передвижные спаренные ковшевые весы; *9*—сдвоенная механическая лопата

Отгружать зерно на суда возможно непосредственно с автомобилей, минуя склад, либо из склада при помощи секционного разборного транспортера или цепочки передвижных транспортеров. Взвешивают зерно на ковшевых весах, включенных в цепь транспортеров. Разравнивание зерна в трюме баржи осуществляется зернометами.

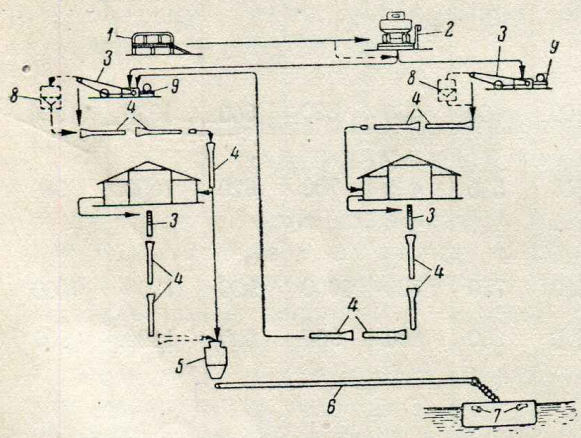


Рис. 105. Принципиальная схема комплексной механизации пристанского заготовительного зернохранилища при наличии складов емкостью 4000—5000 *т*:

1—визировочная площадка; *2*—автомобильные весы; *3*—самоподаватель; *4*—ленточные транспортеры; *5*—ковшевые весы; *6*—специальный ленточный транспортер; *7*—зерномет; *8*—передвижные спаренные ковшевые весы; *9*—сдвоенная механическая лопата

Принципиальная схема комплексной механизации заготовительного зернохранилища со складами емкостью 4000—5000 *т* зерна приведена на рис. 105.

Зерно принимают на двух приемных точках, оборудованных механическими лопатами, а отгружают на воду при помощи передвижных и секционных разборных транспортеров. Отгрузка зерна на баржи предусмотрена как непосредственно из автомобилей, так и из складов. Весовой контроль на приеме осуществляется при помощи автомобильных весов, а при их отсутствии — ковшевыми весами, включенными в цепь транспортеров.

Взвешивают зерно при отгрузке на ковшевых весах, установленных до либо после секционного разборного транспортера.

Принципиальная схема комплексной механизации для заготовительного зернохранилища со складами емкостью 6000—7500 *т* приведена на рис. 106.

По этой схеме для хранения зерна предусматривается три-четыре склада, из которых один выделяется как оперативный и оборудуется верхним и нижним транспортерами. В торце оперативного склада пристроена весовая башня с норией производительностью 75—100 *т/час* и спаренными ковшевыми весами.

Зерно принимается четырьмя приемными точками, снабженными механическими лопатами, из которых одна расположена у оперативного склада и подает зерно на подамбарный транспортер.

Отгружают зерно через оперативный склад, принимающий зерно из остальных складов, при помощи цепочки передвижных и секционно-разборных транспортеров или из любого склада и даже непосредственно с автомобиля.

Проект комплексной механизации заготовительного зернохранилища со складами емкостью 10 000—15 000 *т* зерна приведен на рис. 107 в виде принципиальной схемы.

Зерно хранится в 7—9 складах. Схема механизации представляет собой развитие предыдущих схем и ничем от них не отличается за исключением операции по отгрузке зерна на железную дорогу.

Техническая вооруженность и основные показатели работы заготовительных зернохранилищ с комплексной механизацией, схемы которых изображены на рис. 104—107, приведены в табл. 11.

Таблица 11

Сводная таблица технической вооруженности и показателей комплексной механизации пристанских заготовительных зернохранилищ

Наименование	Емкость складов в *т*			
	2000—2500	4000—5000	6000—7500	10 000—15 000
Число складов	1—2	2—3	3—4	7—9
Передвижные транспортеры	4—6	7—8	9—11	13—15
Механические лопаты	1	2	2—3	4
Самоподаватели	1—2	2—3	3—5	5—6
Секционно-разборные транспортеры	1	1	1	1
Стационарные подамбарные транспортеры оперативного склада	—	—	1	1
Стационарные надамбарные транспортеры оперативного склада	—	—	1	1
Зерномеры	2	2	3	3
Нории 75—100 *т/час*	—	—	1	1
Сепараторы	—	1	1	2
Передвижные зерносушилки	—	1	1	2
Прием зерна в *т/сутки*	120	300	450	600—900
Часовая производительность приема в *т/час*	12	30	45	60—90
Часовая производительность отгрузки в *т/час*	35	40—45	50—60	60—75
Установочная мощность в *квт*	34	57,5	94,5	128,0

Применение рассмотренных комплексных схем механизации погрузочно-разгрузочных работ на заготовительных зернохранилищах дает значительное снижение издержек производства при одновременном уменьшении числа рабочих, занятых на этих работах. Стоимость переработки 1 *т* зерна при применении описанных схем приведена в табл. 12.

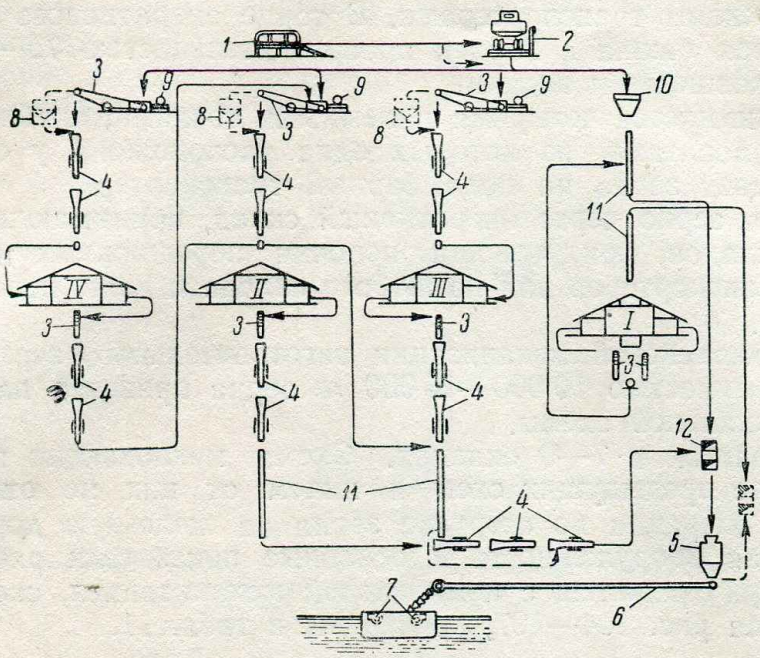


Рис. 106. Принципиальная схема комплексной механизации пристанского заготовительного зернохранилища со складами емкостью 6000—7000 *т*:

1—визировочная площадка; *2*—автомобильные весы; *3*—самоподаватель; *4*—передвижной ленточный транспортер; *5*—ковшевые весы; *6*—отгрузочный секционный ленточный транспортер; *7*—зернометы; *8*—передвижные спаренные ковшевые весы; *9*—сдвоенная механическая лопата; *10*—загрузочный ковш; *11*—соединительные секционные транспортеры; *12*—нория

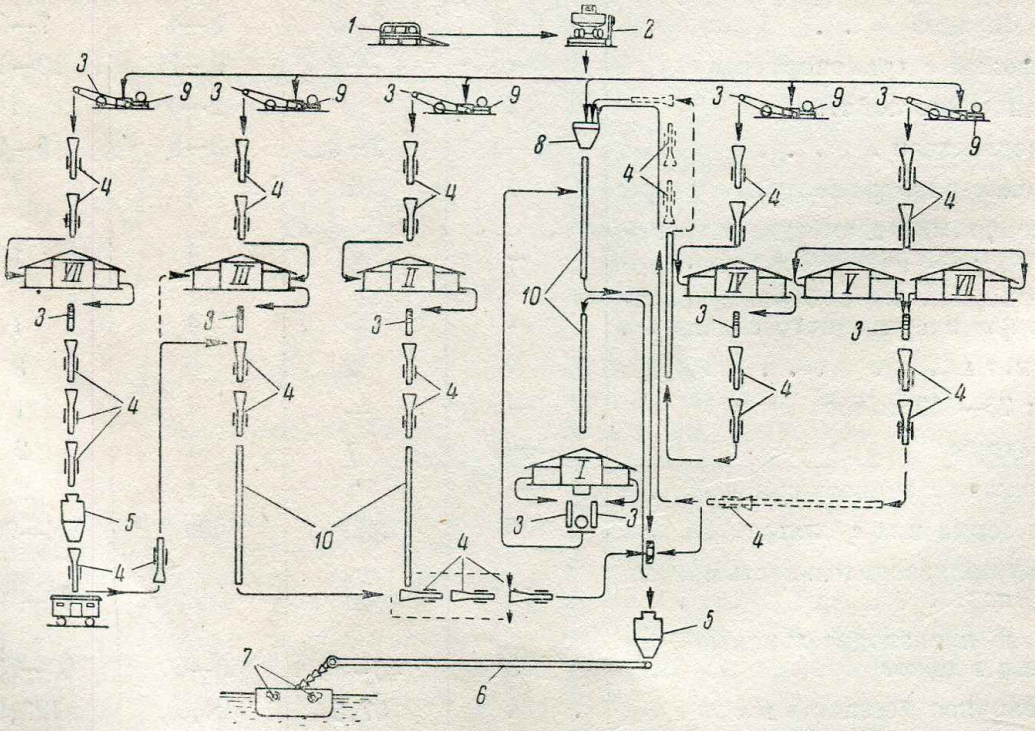


Рис. 107. Принципиальная схема комплексной механизации пристанского заготовительного зернохранилища при емкости складов 10 000—15 000 *т*:

1—визировочная площадка; *2*—автомобильные весы; *3*—самоподаватель; *4*—передвижной ленточный транспортер; *5*—ковшевые весы; *6*—отгрузочный секционный ленточный транспортер; *7*—зернометы; *8*—загрузочный ковш; *9*—сдвоенная механическая лопата; *10*—соединительные секционные транспортеры

Таблица 12

Стоимость рабочей силы, амортизации и текущего ремонта оборудования при комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ (в копейках на 1 *т*)

Наименование операций	Грузооборот в тоннах																			
	2000					4000					7500					15 000				
	заработная плата	энергия	амортизация оборудования	тек. ремонт оборудования	итого	заработная плата	энергия	амортизация оборудования	тек. ремонт оборудования	итого	заработная плата	энергия	амортизация оборудования	тек. ремонт оборудования	итого	заработная плата	энергия	амортизация оборудования	тек. ремонт оборудования	итого
Прием зерна:																				
Выгрузка из машин механическими лопатами	42	6	14	8	70	17	6	22	9	54	11	6	28	11	56	11	6	16	8	41
Подача зерна в склад и формирование партий в складе	11	9	46	18	84	11	9	21	8	49	11	9	27	10	57	11	9	16	8	44
Итого	—	—	—	—	154	—	—	—	—	103	—	—	—	—	113	—	—	—	—	85
Отпуск зерна: (погрузка в баржи)																				
Подача на транспортер механическими лопатами	19	9	25	10	63	19	9	17	7	52	19	9	22	8	58	19	9	13	6	47
Погрузка транспортерами	14	15	25	9	63	11	15	17	7	50	10	15	22	8	55	7	15	13	6	41
Разравнивание в трюме зернометами	6	4	12	5	27	6	4	9	3	22	6	4	11	5	26	6	4	6	4	20
Итого	—	—	—	—	153	—	—	—	—	124	—	—	—	—	139	—	—	—	—	108
Перемещение зерна внутри зернохранилища	39	6	62	24	131	24	6	43	17	90	20	6	55	21	102	12	6	32	16	66
Подача и уборка зерна при очистке	100	108	62	24	294	100	108	43	17	268	100	108	55	21	284	100	108	32	16	256
Подача и уборка зерна при сушке	250	300	62	24	636	250	300	43	17	610	250	300	55	21	626	250	300	32	16	598

Для пристанционного заготовительного зернохранилища, располагающего складской емкостью 5000 *т* с годовым грузооборотом 7000 *т*, может быть рекомендована схема комплексной механизации, приведенная на рис. 108.

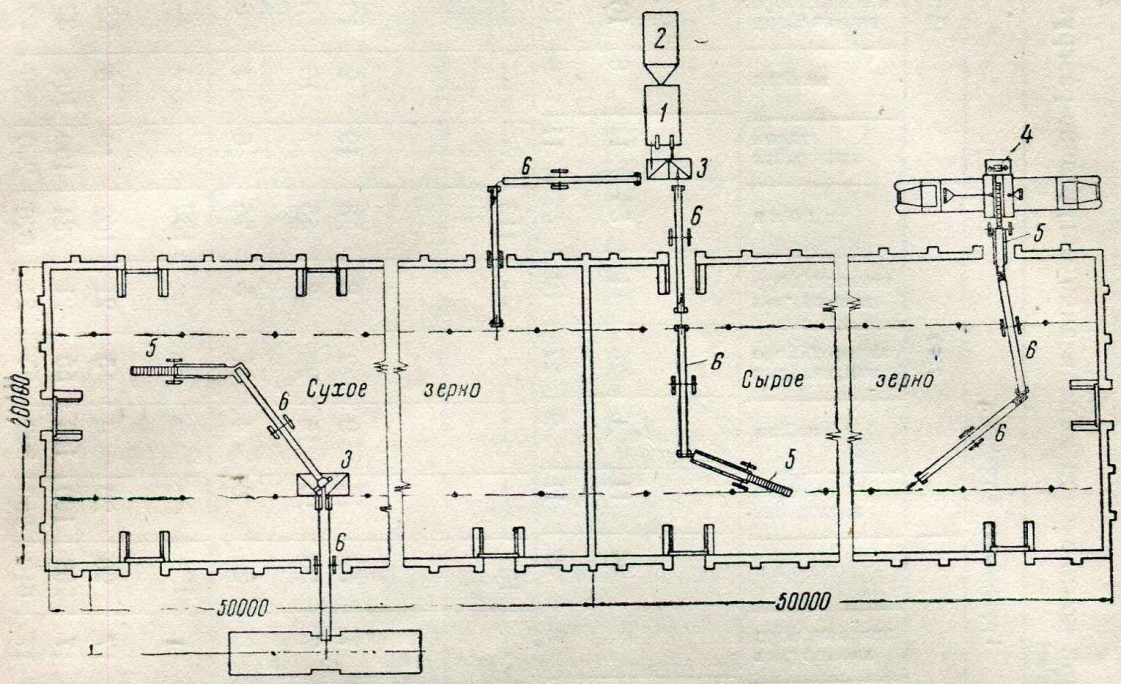


Рис. 108. Схема комплексной механизации пристанционного заготовительного зернохранилища со складами емкостью 5000 *т*:

1—сушилка «Кузбасс»; *2*—топка сушилки; *3*—спаренные передвижные весы; *4*—передвижная механическая лопата; *5*—самоподаватель; *6*—передвижной ленточный транспортер

Взвешивают поступающее зерно в этих случаях на автомобильных весах, а затем при помощи передвижных механизмов направляют в

Таблица 13

Техническая вооруженность пристанционных заготовительных зернохранилищ

Наименование	Емкость складов в *т*	
	5000	15 000
Число складов	2	6
Передвижные транспортеры	8	20
Самоподаватели	3	8
Передвижные механические лопаты	1	3
Спаренные передвижные весы	2	5
Сушилки „Кузбасс"	1	2
Передвижной сепаратор	1	1
Часовая производительность по приему в *т/час*	17	50
Суточная производительность по отгрузке в *т/час*	80	180
Мощность силовой станции в *л. с.*	1×75	2×75

склад для хранения. Отгружают зерно на железнодорожный транспорт при помощи самоподавателя и передвижных транспортеров. При перемещении зерна из склада в вагон его взвешивают на передвижных весах.

Очищают и сушат зерно на передвижных сепараторах и зерносушилке «Кузбасс»; подают зерно на сепараторы и зерносушилку передвижными транспортными механизмами.

Для пристанционного заготовительного зернохранилища, имеющего складскую емкость 15 000 *т* и годовой грузооборот 21 000 *т*, может быть рекомендована схема комплексной механизации, приведенная на рис. 109.

Все операции по приему, отпуску, очистке и сушке зерна осуществляются по этой схеме на базе типового передвижного транспортного оборудования. Взвешивают поступающее зерно на автомобильных весах, а при очистке и отгрузке в вагоны — на передвижных спаренных весах.

Техническая вооруженность заготовительных зернохранилищ, для которых схемы комплексной механизации приведены на рис. 108 и 109, указана в табл. 13.

Экономические показатели рассмотренных схем комплексной механизации пристанционных заготовительных зернохранилищ приведены в табл. 14.

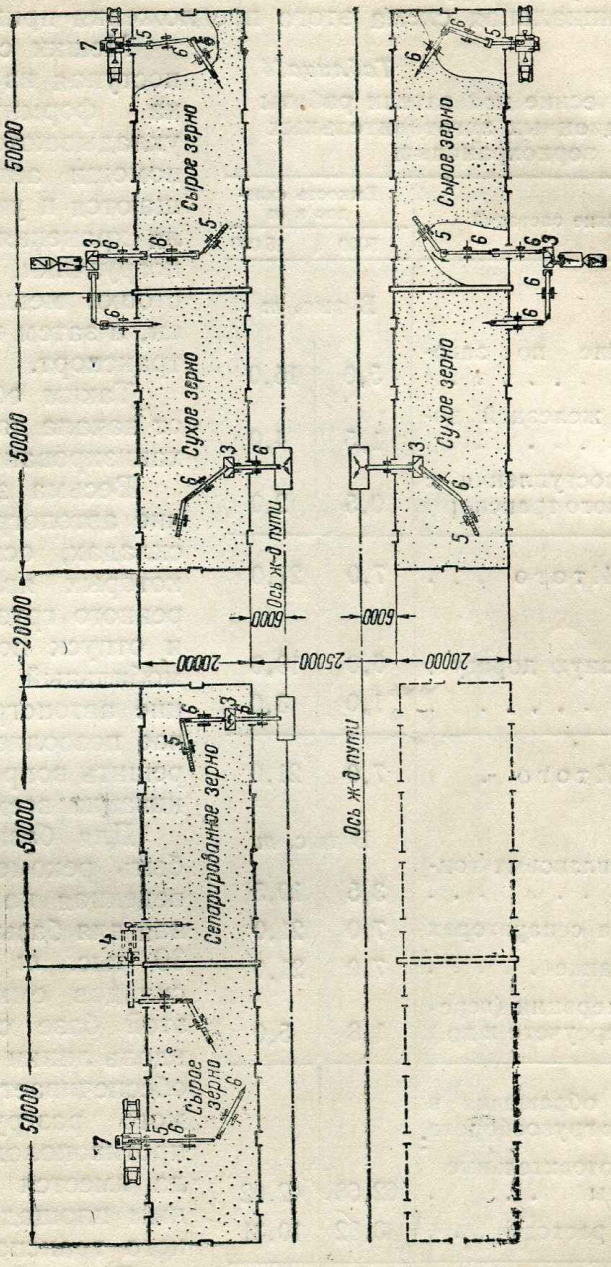


Рис. 109. Схема комплексной механизации пристанционного заготовительного зернохранилища при емкости складов 15 000 *т*:

1—зерносушилка «Кузбасс»; *2*—топка зерносушилки; *3*—передвижные спаренные весы; *4*—передвижной сепаратор; *5*—самоподаватель; *6*—передвижной ленточный транспортер; *7*—сдвоенная механическая лопата

Приведенные данные экономических показателей говорят о росте эффективности механизации с увеличением грузооборота; при этом снижение издержек обращения идет в основном за счет общезаготовительных расходов. Сказанное позволяет сделать вывод, что при решении вопроса о выборе схемы комплексной механизации для заготовительных зернохранилищ с небольшим грузооборотом необходимо добиваться повышения коэффициента использования оборудования, что ведет к сокращению числа машин и, следовательно, к снижению общезаготовительных расходов.

Схемы комплексной механизации с затаренными грузами, с использованием штабелеформирующих машин и автопогрузчиков позволяют

полностью механизировать работы на всех операциях — как на складах готовой продукции предприятий, так и на базах ее хранения.

В качестве примера комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с затаренными грузами можно привести схему, предложенную инженерами Кругляком и Рехтманом [1].

Принципиальная схема этого предложения приведена на рис. 110.

Таблица 14

Экономические показатели работы пристанционных заготовительных зернохранилищ

Наименование операций	Емкость складов в *т*	
	5000	15 000
	В тыс. *т*	
Поступление по заготовкам	5,0	15,0
Завоз по железной дороге	1,5	4,0
Прочие поступления с автомобильного транспорта	0,5	2,0
Итого	7,0	21,0
Отпуск:		
на железную дорогу	6,0	18,0
местный	1,0	3,0
Итого	7,0	21,0
	В тыс. *т*	
Сушка (в плановых тоннах)	3,5	10,5
Очистка на сепараторах	7,0	21,0
Проветривание	7,0	21,0
Прочие операции (переveска при переучете и др.)	1,8	5,0
Издержки обращения в рублях на 1 *т* грузооборота:		
общезаготовительные расходы	62,68	42,02
прямые расходы	8,82	10,31
Итого руб.	71,50	52,33

Мешки с готовой продукцией, поступая из выбойного отделения на формирующую установку, укладываются в штабеля и при помощи автопогрузчиков перемещаются и укладываются в штабеля хранения. При отгрузке автопогрузчики, забирая из штабеля стопки мешков, подают их на весы, а затем после взвешивания на транспорт.

Таким образом, все операции от начала до конца полностью механизированы.

Весьма эффективно применение автопогрузчиков на базисных складах, основными операциями которых являются прием затаренного груза с железной дороги и отпуск потребителям на автомобильный транспорт. Применение автопогрузчиков в этом случае позволяет весьма эффективно решить вопрос комплексной механизации всех работ.

Для базисного склада может быть рекомендована схема, приведенная на рис. 111, составленная для базы с грузооборотом 25—30 тыс. *т* в год при наличии складов емкостью 8000 *т*. На этой базе склады расположены вдоль линии железной дороги, что обеспечивает создание необходимого разгрузочного фронта. С противоположной стороны склада имеется подъезд к загрузочным площадкам для автомобильного транспорта.

Для обслуживания складов предусмотрены 4 автопогрузчика грузоподъемностью 1,5 *т*, часовая производительность которых на разгрузке вагонов составляет 30 *т/час* каждого.

Порядок работы автопогрузчиков по разгрузке вагонов и погрузке автомобилей показан на рис. 111.

Предусмотренное схемой количество автопогрузчиков принято из условий необходимости разгрузки прибывающих вагонов. Погрузка авто-

[1] ВНИТО мукомольной и крупяной промышленности и элеваторно-складского хозяйства. «Механизация погрузочных и разгрузочных работ на мельницах, крупозаводах и заготовительных пунктах Министерства заготовок». Труды, вып. I, Заготиздат, 1951.

от разгрузки вагонов.

Применение описанной схемы сокращает число рабочих на 10 человек (при варианте передвижной или стационарной механизации необходимо

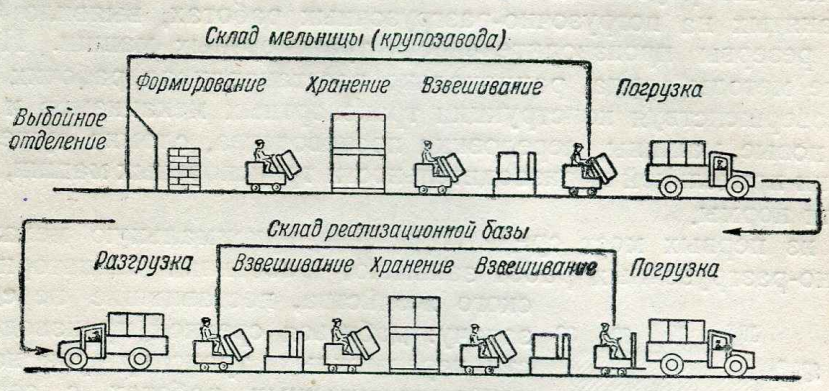


Рис. 110. Принципиальная схема комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с затаренными грузами

25 человек, при применении автопогрузчиков — 15 человек) и позволяет резко сократить издержки производства (в 2—3 раза по сравнению с фактическими).

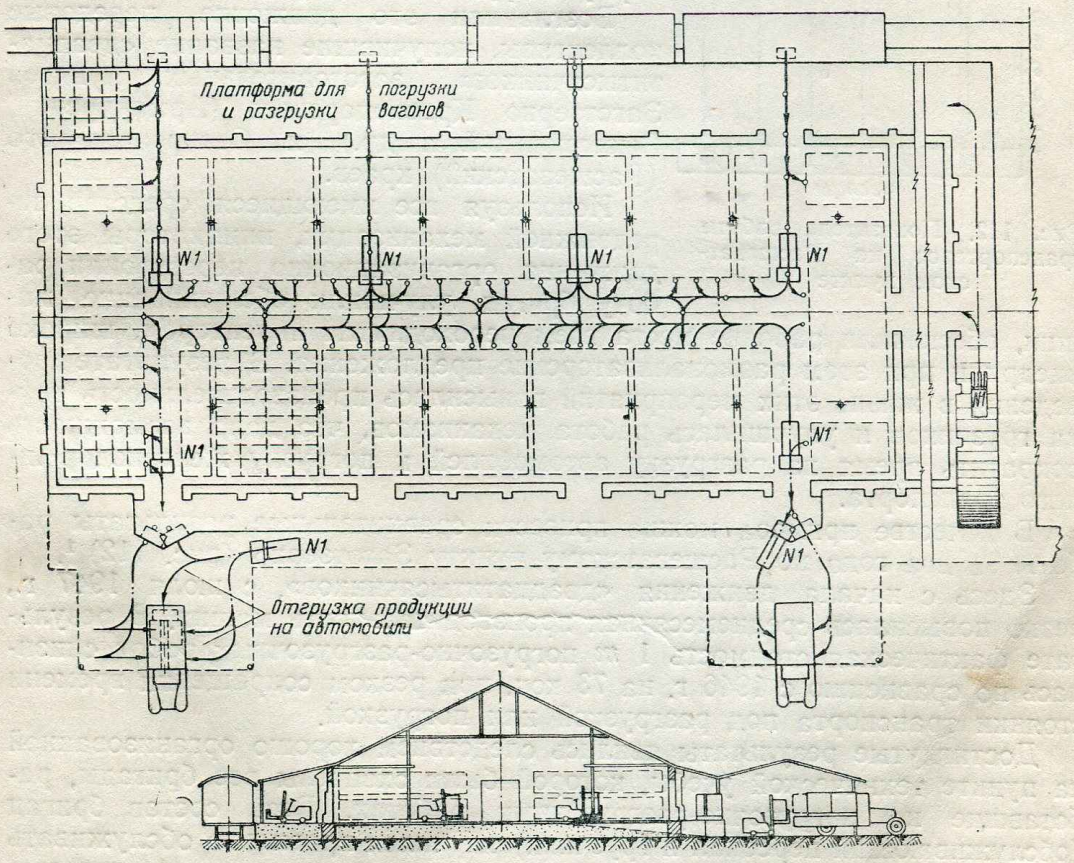


Рис. 111. Схема комплексной механизации работ с затаренными грузами на базисном складе (стрелками показано движение автопогрузчиков при разгрузке вагонов, укладке в штабеля и погрузке автомобилей)

Приведенные примеры схем комплексной механизации не охватывают всех возможных вариантов решения. Однако использование метода их построения дает возможность рационально спроектировать схему комплексной механизации применительно к местным условиям.

3. ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ ТРУДА НА ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ

Широко развернувшееся социалистическое соревнование среди работников, занятых на погрузочно-разгрузочных работах, выявило большие скрытые резервы производительности транспортных машин. Применяя передовые методы труда, рационально расстанавливая рабочих и механизмы, совершенствуя конструкции транспортных механизмов и широко внедряя новые машины, передовики производства, сломив существовавшие теории предельной производительности транспортных машин, намного превысили нормы.

Одно из первых мест среди борцов за максимальную механизацию погрузочно-разгрузочных работ занимают работники элеваторно-складского хозяйства, поставившие перед собой задачу: добиться средней производительности передвижных транспортеров на погрузочно-разгрузочных работах с зерном не ниже 24 *т/час,* увеличив ее на 15% против существующей; довести годовую нагрузку на один передвижной транспортер либо цепочку транспортеров, обслуживающих один поток, до 20 000 *т,* превысив существующую норму нагрузки в 4—5 раз.

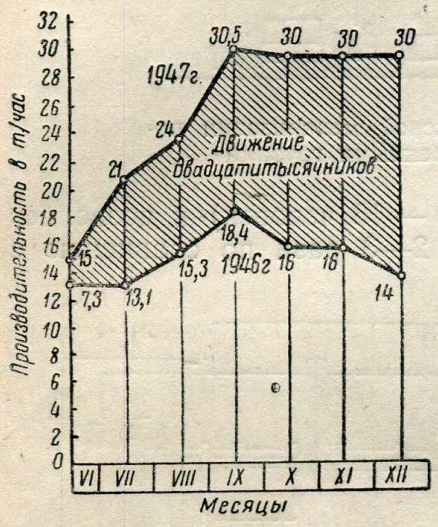


Рис. 112. Показатели работы транспортеров на Расшеватском пункте

Возглавили это движение передовые коллективы, получившие название «двадцатитысячников», заготовительных пунктов Заготзерно Краснодарского (Армавирский, Выселковский и др.) и Ставропольского (Расшеватский) краев.

Используя все имеющиеся средства передвижной механизации, инициаторы этого движения организационно перестроили работу бригад, улучшили обслуживание машин, обеспечили рабочие места всем необходимым инвентарем, широко внедряли при этом рационализаторские предложения. В результате проведения в жизнь этих мероприятий повысилась производительность труда грузчиков и улучшилась работа механизмов, что дало возможность сократить время на разгрузку автомобилей и погрузку железнодорожного транспорта.

В качестве примера можно привести сравнительные результаты работы за два года по Расшеватскому пункту Заготзерно (рис. 112) [1].

Здесь с начала движения «двадцатитысячников», с июля 1947 г., резко повысилась среднемесячная производительность машин. В результате фактическая стоимость 1 *т* погрузочно-разгрузочных работ снизилась по сравнению с 1946 г. на 73 коп. при резком сокращении времени стоянки транспорта под разгрузкой или погрузкой.

Достигнутые результаты явились следствием хорошо организованной на пункте технической учебы, которой были охвачены все бригады, работавшие на погрузочно-разгрузочных работах. Весь состав бригад (обслуживающий персонал и грузчики) научился правильно обслуживать машины, чем было значительно сокращено вспомогательное, подготовительное и заключительное время. Был пересмотрен состав бригад, и они были разукрупнены с 12 до 5—6 человек.

Наряду с организационными были осуществлены также технические мероприятия: увеличено число точек подключения электродвигателей

---

[1] В. З. Олимпиев и Э. С. Хувес. За 20 000 тонн на транспортер. Заготиздат, 1948.

транспортеров к сети питания (а сами точки были установлены около рабочих мест), обеспечено бесперебойное снабжение электроэнергией, отремонтированы заблаговременно транспортные машины и необходимый инвентарь, увеличено количество инвентаря, которым были обеспечены все рабочие места.

Массовое движение «двадцатитысячников» усилило поступление рационализаторских предложений, многие из которых, будучи осуществленными, способствовали повышению производительности транспортных машин.

4. СТАЦИОНАРНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ СКЛАДЫ

Под стационарной механизацией принято понимать систему транспортирующих установок, обеспечивающих перемещение грузов в определенных, заранее заданных, неизменяемых направлениях, предусмотренных при выборе схемы. В силу этого стационарная механизация не обладает той гибкостью и подвижностью, которая свойственна передвижной.

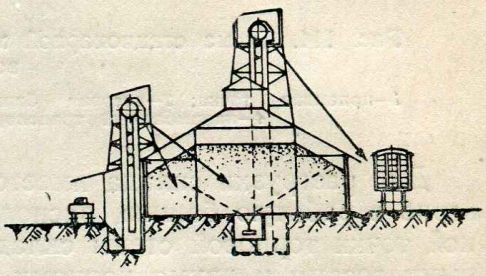


Рис. 113. Схема стационарной механизации прирельсового склада с норийной башней

Постоянно установленные транспортные машины позволяют механизировать все процессы, применять более совершенные конструкции машин, позволяющие получать большие производительности потоков и обеспечить механизацию погрузочно-разгрузочных и внутрискладских работ на объектах с большим грузооборотом.

Схемы стационарной механизации весьма разнообразны в зависимости от размеров грузооборота и местных технических условий, свойственных данному объекту.

Стационарная механизация может быть осуществлена на отдельном складе либо охватывать ряд складов, объединяя их в единый механизированный комплекс.

Разнообразие технико-экономических и местных условий не позволяет заранее дать готовые решения для всех встречающихся в практике случаев.

Для того чтобы получить представление о схеме стационарной механизации, рассмотрим ряд примеров, на которых покажем возможные решения вопроса механизации погрузочно-разгрузочных работ.

В качестве примера стационарной механизации одиночного прирельсового склада рассмотрим схему, приведенную на рис. 113.

Для приема зерна с автомобильного транспорта по фронту складов устраивают две-три приемные точки, оборудованные нориями. Зерно из приемных норий самотеком поступает в различные места склада. Для разгрузки складов под полом в тоннеле установлен ленточный транспортер, подающий зерно в рабочую башню, оборудованную двумя нориями и комплектом ковшевых весов. Склад загружается верхним ленточным транспортером, принимающим зерно из рабочей башни. На железнодорожный транспорт зерно отгружают непосредственно из нории рабочей башни через самотечную трубу.

Недостатком рассмотренной схемы является отсутствие полной механизированной погрузки и разгрузки склада. Для устранения этого недостатка склад может быть оборудован передвижными механическими лопатами либо скребковыми самоподавателями, подгребающими зерно к подамбарному транспортеру от стенок склада.

Стационарная механизация пристанского склада (рис. 114) в силу специфических условий отличается от рассмотренной схемы для прирельсового склада.

Обычно пристанские склады располагаются продольной осью перпендикулярно к линии берега. Зерно с автомобильного транспорта поступает на приемные точки, расположенные по длине и в торце склада. Торцовая приемная точка подает зерно на реверсивный надамбарный транспортер.

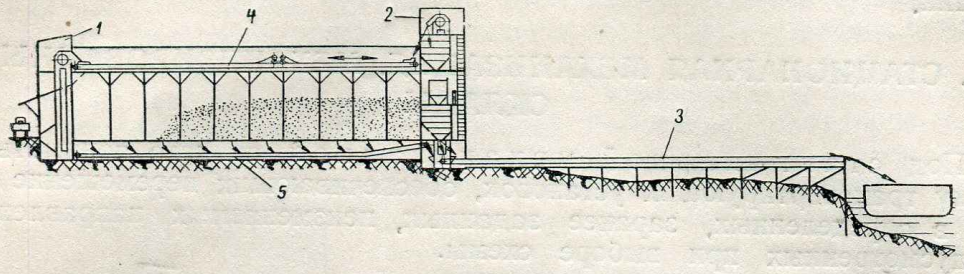


Рис. 114. Схема стационарной механизации пристанского склада с весовой башней:

1—приемная точка; *2*—весовая башня; *3*—транспортер для отгрузки на воду; *4*—надамбарный транспортер; *5*—подамбарный транспортер

Для разгрузки склада имеется подамбарный транспортер, подающий зерно в рабочую башню, расположенную у противоположной от приемной точки торцовой стены склада. Рабочая башня оборудована ковшевыми весами и двумя нориями.

Зерно после взвешивания в рабочей башне может быть направлено отпускным или надамбарным транспортером обратно в склад или для погрузки в баржу.

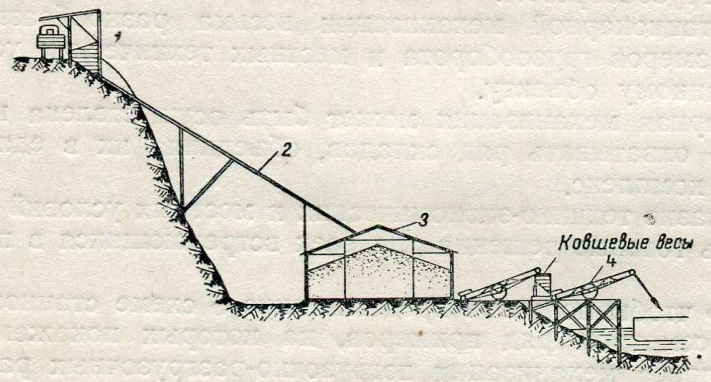


Рис. 115. Схема загрузки пристанского склада с использованием рельефа местности:

1—приемная точка; *2*—самотек; *3*—склад; *4*—отгрузка на судно

При выборе схемы механизации в условиях пристанских зернохранилищ особое внимание необходимо уделять использованию местных условий, в частности рельефа местности, который для зернохранилищ, расположенных около рек, иногда позволяет в значительной степени упростить решение вопроса и снизить первоначальные затраты.

В качестве примера можно привести расположение склада, при котором в результате использования естественного рельефа местности (без применения машин) достигается полная загрузка его зерном (рис. 115).

Очень часто рациональное использование рельефа местности дает возможность удачно организовать (без применения машин) отгрузку зерна в баржи (рис. 116).

Для устранения недостатков, присущих рассмотренным схемам механизации складов (неполное механизированное опорожнение склада), были предложены конструкции складов с наклонным полом, обеспечивающие опорожнение склада самотеком на нижний транспортер.

Однако предложенные конструкции механизированных складов наряду с положительными сторонами, из которых основной является полная механизация опорожнения склада, имеют ряд отрицательных сторон, ограничивающих их применение. К числу отрицательных сторон относятся: возможность постройки такого склада только в местности с очень низким горизонтом грунтовых вод (тоннель подамбарного транспортера заглублен на 5,5 *м* от уровня земли); использование склада

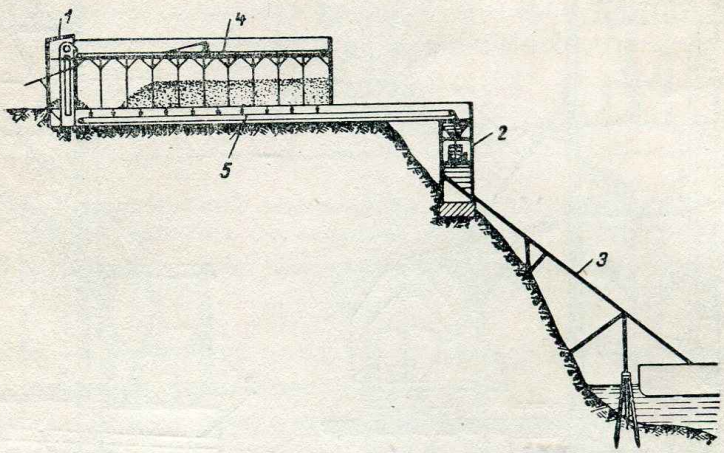


Рис. 116. Схема стационарной механизации пристанского склада с использованием рельефа местности для погрузки баржи:

1—приемная точка; *2*—весовая башня; *3*—отпускной самотек; *4*—надамбарный транспортер; *5*—подамбарный транспортер

практически возможно только для хранения одной культуры и одного сорта зерна; невозможность использования склада, в случае необходимости, для хранения затаренного груза.

СТАЦИОНАРНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ГРУППЫ СКЛАДОВ

Для механизации группы складов можно применять зерносушильную рабочую башню, оборудованную двумя нориями, зерносушилкой, сепаратором для очистки зерна и ковшевыми весами (рис. 117).

Связь такой рабочей сушильной башни с несколькими прирельсовыми зерноскладами (рис. 118) позволяет почти полностью механизировать все процессы, связанные с погрузочно-разгрузочными работами и улучшением качества зерна. Для приема зерна с автомобильного транспорта используют приемный амбар, откуда транспортер подает принятое зерно в рабочую сушильную башню. Связь рабочей сушильной башни со складами посредством подамбарного и надамбарного транспортеров позволяет производить в башне все необходимые работы, обеспечивающие сохранность зерна (очистка, сушка и т. п.). На железнодорожный транспорт зерно отгружается из сушильной рабочей башни после предварительного взвешивания на ковшевых весах.

Аналогичное применение зерносушильной рабочей башни возможно при осуществлении стационарной механизации пристанских складов (рис. 119). В отличие от рассмотренной схемы стационарной механизации прирельсовых складов при механизации пристанских складов погрузка зерна в баржи производится либо при помощи специального отгрузочного транспортера на воду (см. рис. 119), либо при помощи

самотечного отгрузочного устройства, подающего зерно в баржу непосредственно из рабочей сушильной башни (см. рис. 116).

В том случае, когда нет необходимости в установке сушилки, конструкция рабочей башни упрощается.

В качестве примера стационарной механизации пристанционных заготовительных зернохранилищ рассмотрим типовые варианты механиза-

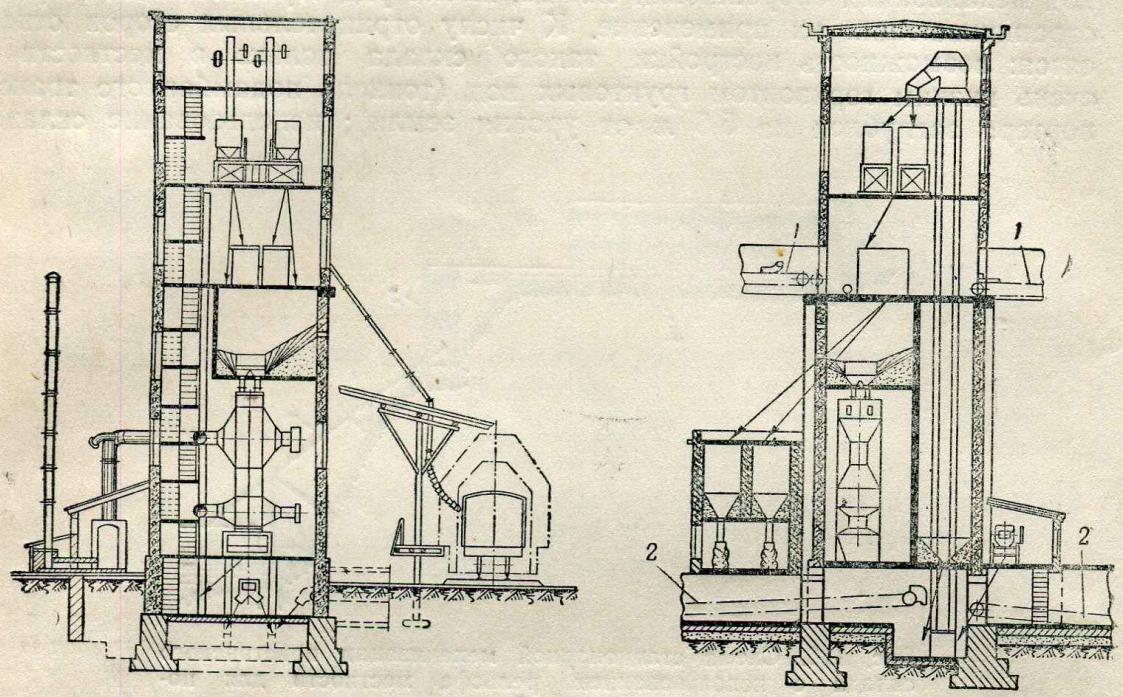


Рис. 117. Рабочая сушильная башня:

1—надамбарный транспортер; *2*—подамбарный транспортер

ции, предложенные Промзернопроектом для зернохранилищ со складской емкостью 10 000 *т* и годовым грузооборотом 14 000 *т* и со складской емкостью 15 000 *т* и грузооборотом 21 000 *т*.

Схема механизации пристанционного заготовительного зернохранилища, имеющего складскую емкость 10 000 *т*, приведена на рис. 120.

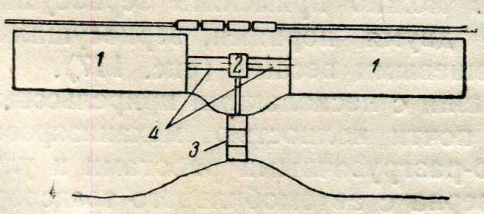


Рис. 118. Схема механизации прирельсовых складов с рабочей сушильной башней:

1—механизированный склад емкостью 2500 *т*; *2*—рабочая сушильная башня; *3*—приемный амбар; *4*—соединительная транспортерная галерея

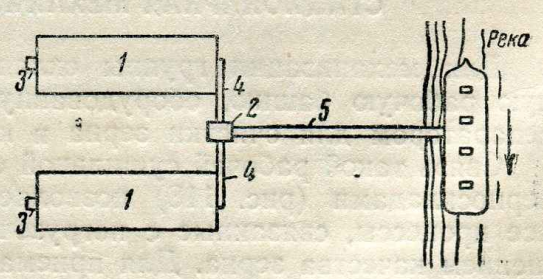


Рис. 119. Схема механизации пристанских складов с рабочей сушильной башней:

1—механизированный склад емкостью 2500 *т*; *2*—рабочая сушильная башня; *3*—приемные точки; *4*—соединительные галереи; *5*—транспортер для отгрузки на воду

Четыре склада емкостью по 2500 *т* каждый расположены в одну линию вдоль железной дороги. В разрыве между складами установлены перевесочная двухнорийная башня и отпускные железнодорожные бункеры.

Склады соединены с перевесочной башней нижними и верхними транспортерами. Зерно с автомобильного транспорта принимается в приемный амбар с 3 проездами, оборудованный автомобилеопрокидывате-

лями. Сушка и очистка зерна производятся на передвижных машинах. Зерно в складе к нижнему транспортеру подается передвижными механическими лопатами или самоподавателями.

На рис. 121 приведена схема механизации пристанционного заготовительного зернохранилища, имеющего складскую емкость 15 000 *т*[1]. Как видно из схемы, шесть складов емкостью по 2500 *т* каждый расположены вдоль железнодорожных путей по обе стороны последних.

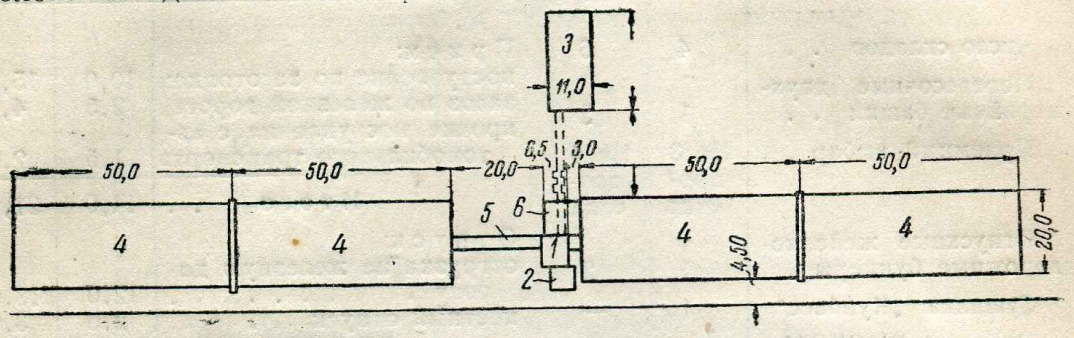


Рис. 120. Схема стационарной механизации пристанционного заготовительного зернохранилища со складами емкостью 10 000 *т*:

1—перевесочная двухнорийная башня; *2*—отпускные железнодорожные бункеры; *3*—приемный амбар; *4*—склады емкостью 2500 *т*; *5*—верхняя транспортерная галерея; *6*—сушильные бункеры

Склады оборудованы нижними и верхними транспортерами, соединяющимися с рабочими башнями. Перевесочные двухнорийные рабочие башни соединены между собой транспортером. Около одной из рабочих башен смонтирована стационарная зерносушилка. Прием зерна осуществляется в приемном амбаре на четыре проезда, оборудованном автомобилеопрокидывателями.

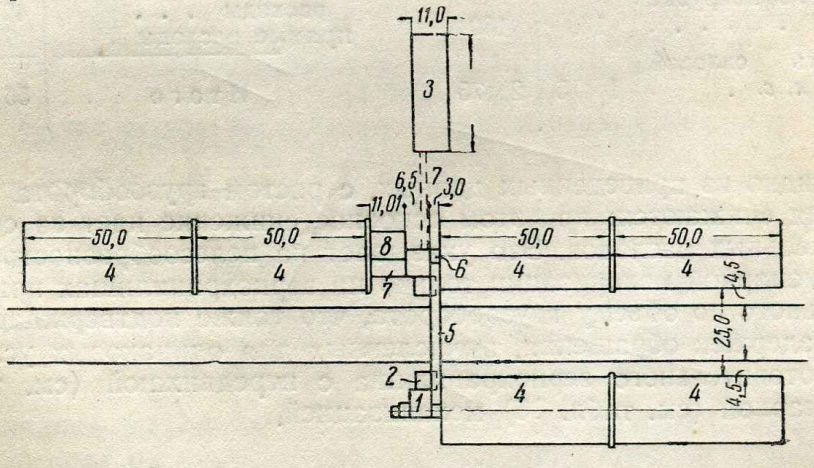


Рис. 121. Схема стационарной механизации пристанционного заготовительного зернохранилища со складами емкостью 15 000 *т*:

1—перевесочная двухнорийная башня; *2*—отпускные железнодорожные бункеры; *3*—приемный амбар; *4*—механизированный склад емкостью 2500 *т*; *5*—соединительная верхняя транспортерная галерея между башнями; *6*—верхние транспортерные галереи между башней и складом; *7*—стационарная сушилка ВИСХОМ-2; *8*—топочное помещение

Для механизации работ в складе при подаче зерна к нижним транспортерам используют передвижные средства.

Технические показатели рассмотренных схем механизации характеризуют данные табл. 15.

Экономические показатели рассмотренных схем приведены в табл. 16.

[1] Рассматриваемая схема стационарной механизации приводится для сравнения со схемой передвижной комплексной механизации, показанной на рис. 109.

Таблица 15

Техническая вооруженность и основные показатели работы механизированных зернохранилищ

Наименование	Емкость складов в *т*	
	10 000	15 000
Число складов . . .	4	6
Перевесочные двухнорийные башни . . .	1	2
Приемный амбар . .	На 3 проезда	На 4 проезда
Отпускные железнодорожные бункеры . .	1	2
Сушилка „Кузбасс"	1	—
Сушилка ВИСХОМ .	—	1
Передвижной сепаратор производительностью 10 *т/час* . . .	1	—
Стационарный сепаратор производительностью 10 *т/час* . . .	—	1
Часовая производительность по приему в *т/час*	34	50
Суточная производительность по погрузке в *т/сутки*	160	180
Мощность силовой станции в *л. с.*	1×75	2×75

Таблица 16

Экономические показатели работы пристанционных заготовительных зернохранилищ со стационарной механизацией

в тыс. *т*

Наименование операций	Емкость складов в *т*	
	10 000	15 000
Прием:		
поступление по заготовкам	10,0	15,0
завоз по железной дороге	2,5	4,0
прочие поступления с автомобильного транспорта	1,5	2,0
Итого . . .	14,0	21,0
Отпуск:		
отгрузка на железную дорогу	12,0	18,0
местный отпуск	2,0	3,0
Итого . . .	14,0	21,0
	В тыс. *т*	
Сушка в плановых тоннах	7,0	10,5
Подработка на сепараторах	14,0	21,0
Проветривание	14,0	21,0
Прочие (перевеска при переучете и др.)	3,5	5,0
Издержки обращения в рублях на 1 *т* грузооборота:		
общезаготовительные расходы	49,33	43,84
прямые расходы . . .	7,05	6,79
Итого . . .	56,38	50,63

Как видно из приведенных данных, с ростом грузооборота издержки обращения снижаются; при этом основное снижение идет за счет общезаготовительных расходов. Это указывает на целесообразность применения стационарной механизации только на зернохранилищах при наличии значительного по объему грузооборота, что также подтверждается сравнением издержек обращения, вычисленных для одинаковых условий работы заготовительного зернохранилища с передвижной (см. табл. 14) и стационарной (см. табл. 16) механизацией.

СМЕШАННАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СКЛАДОВ

Средний по объему грузооборот и специфические местные условия зернохранилища очень часто требуют для получения максимального экономического эффекта применения комбинации передвижной и стационарной механизации.

Смешанная механизация дает возможность при уменьшенных первоначальных затратах достичь почти полной механизации работ, связанных с погрузкой, разгрузкой и улучшением качества зерна.

Примером такой смешанной механизации может служить схема для прирельсового склада (рис. 122).

Приемные и внутрискладские операции осуществляются при помощи передвижных механизмов, а операции по разгрузке склада и погрузке зерна в вагоны — при помощи подамбарных транспортеров и перевесочной башни, оборудованной нориями и ковшевыми весами.

Наиболее часто смешанная система механизации применяется на пристанских зернохранилищах (рис. 123), где условия погрузки барж требуют устройства специальных причалов, с которых обычно производят погрузочные работы. Наличие постоянной точки погрузки делает целесообразной установку стационарных транспортных машин для выполнения этой операции с включением в поток зерна весовой установки.

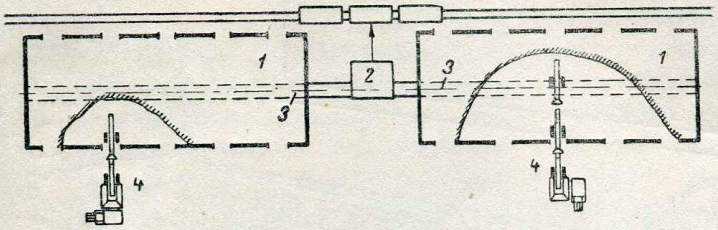


Рис. 122. Схема смешанной механизации прирельсового склада:

1—склад емкостью 2500 *т*; *2*—весовая отгрузочная башня; *3*—подамбарные транспортеры; *4*—приемные точки.

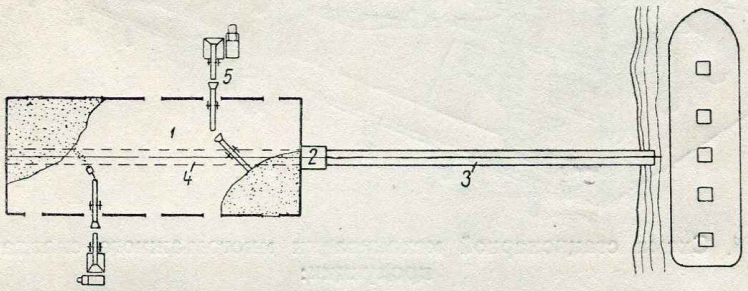


Рис. 123. Схема смешанной механизации пристанского склада:

1—склад емкостью 2500 *т*; *2*—весовая башня; *3*—стационарный транспортер для отгрузки на воду; *4*—подамбарный транспортер; *5*—приемные точки

Механизация всех остальных операций осуществляется обычными передвижными транспортными машинами.

5. СТАЦИОНАРНАЯ И СМЕШАННАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ С ЗАТАРЕННЫМИ ГРУЗАМИ

Стационарная механизация погрузочно-разгрузочных работ с затаренными грузами на складах готовой продукции обычно осуществляется при помощи мешкоподъемников различных конструкций, ленточных транспортеров, спусков (роликовых, винтовых) и других устройств.

В одноэтажных складах готовой продукции механизация погрузочно-разгрузочных работ осуществляется при помощи передвижных механизмов. При наличии двух и более этажей устраивается стационарная механизация с использованием, в случае необходимости, на отдельных операциях передвижных транспортных машин.

На рис. 124 приведена схема стационарной механизации многоэтажного склада готовой продукции, предусматривающая механизированный прием затаренного груза из выбойного отделения, отгрузку на железнодорожный и автомобильный транспорт, а также необходимые внутрискладские операции, связанные с хранением готовой продукции.

Затаренный груз из выбойного отделения принимается при помощи транспортеров и винтовых спусков. Внутрискладское перемещение груза по горизонтали осуществляется ленточными транспортерами, а переме-

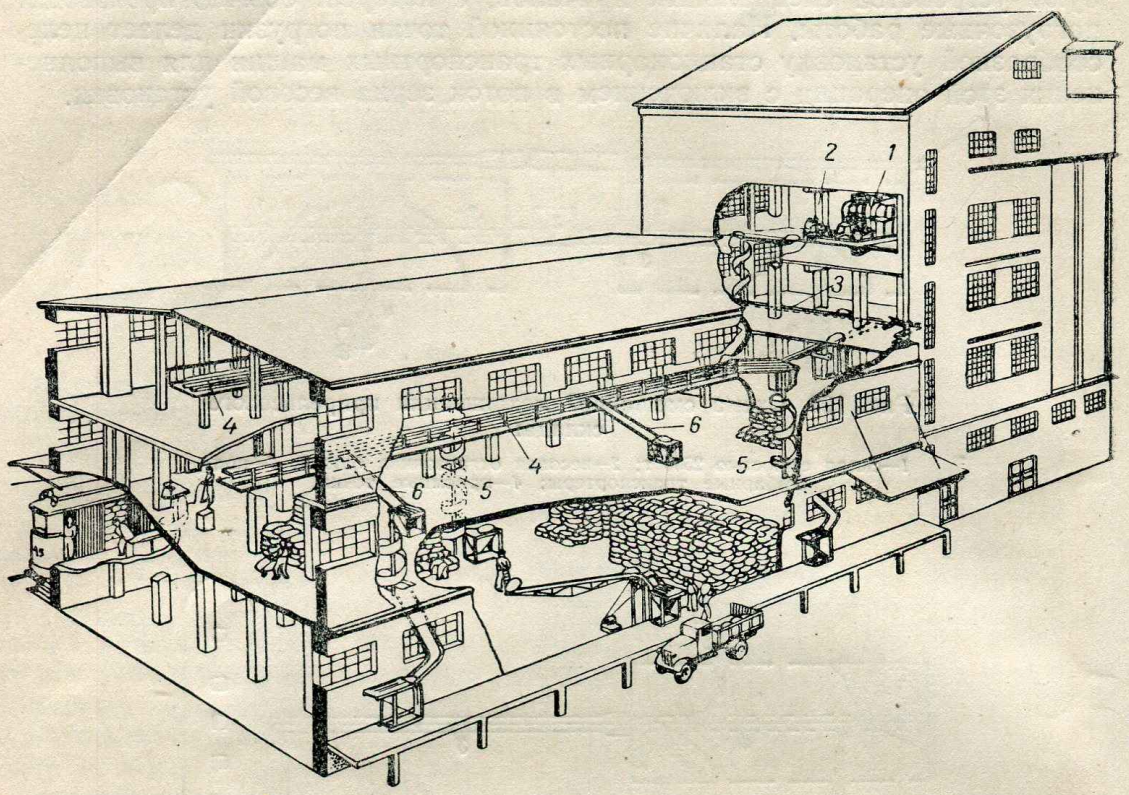


Рис. 124. Схема стационарной механизации многоэтажного склада готовой продукции:

1—выбойные аппараты; *2*—зашивочные машины; *3*—горизонтальный безроликовый транспортер; *4*—ленточный транспортер; *5*—винтовой спуск; *6*—лотковый спуск

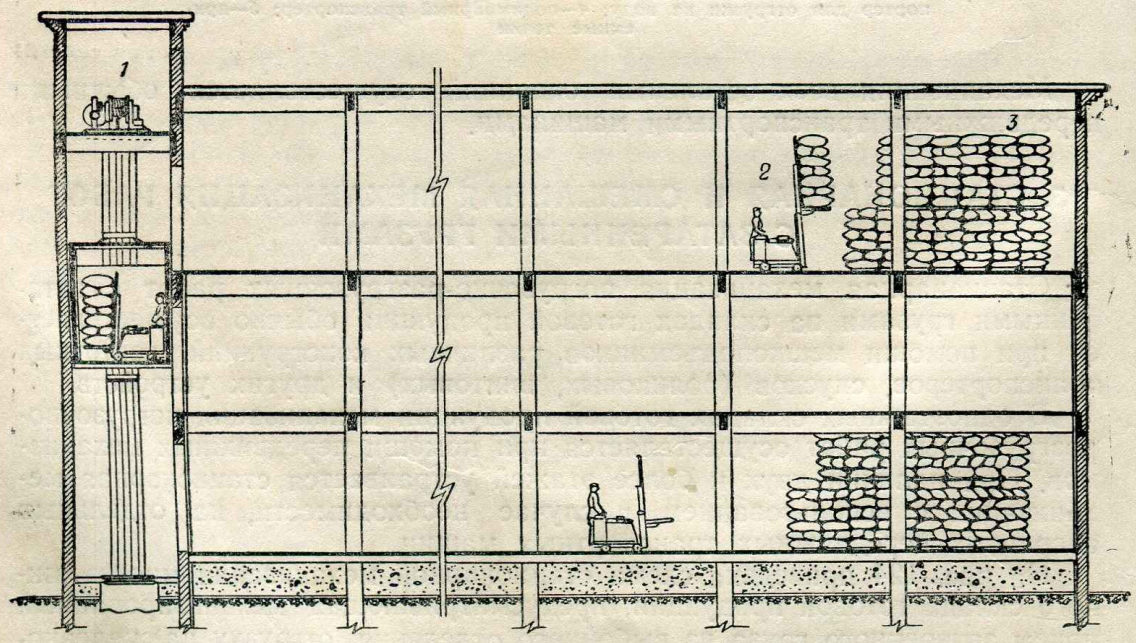


Рис. 125. Схема механизации работ в складе готовой продукции с применением автопогрузчиков:

1—грузовой лифт; *2*—автопогрузчик; *3*—штабель

щение по вертикали — системой спусков. Отгрузка на транспорт производится при помощи транспортеров, подъемника и системы спусков, подающих мешки к погрузочным точкам; загрузка транспорта производится вручную.

Мешки к месту формирования штабеля подаются транспортером и системой спусков и укладываются в штабель вручную.

Несмотря на довольно большое оснащение складов готовой продукции различными типами машин непрерывного транспорта, основные и трудоемкие операции в них: укладка мешков в штабеля и разборка штабелей, а также погрузка и разгрузка подвижного состава транспорта, производятся в большинстве случаев вручную, что значительно повышает издержки производства и требует наличия большого числа рабочих.

Более совершенной схемой механизации как одноэтажных, так и многоэтажных складов для хранения затаренных грузов является схема с применением автопогрузчиков, грузовых подъемников и, в случае необходимости, штабелеформирующих установок (рис. 125).

Использование этих механизмов позволяет полностью механизировать все погрузочно-разгрузочные операции, свести до минимума издержки производства и намного сократить обслуживающий штат.

Так, по данным ВНИИЗ [1], применение автопогрузчиков только для погрузки и разгрузки мешков на железнодорожном транспорте (при укладке мешков на поддоны или погрузке их с поддонов в вагоны вручную) снизило число рабочих в 1,5 раза; производительность труда при этом увеличилась в 1,2—1,4 раза, а производительность одного автопогрузчика составляла около 20—30 *т/час*.

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СХЕМ МЕХАНИЗАЦИИ

Выбор той или иной схемы механизации работ с зерном либо с затаренным грузом определяется помимо чисто технических условий также экономическими показателями: стоимостью переработки груза, числом рабочих, занятых на обслуживании машин, временем стоянки транспорта под разгрузкой и т. д.

Для определения основных экономических показателей, позволяющих производить относительное сравнение схем механизации, а также относительной их эффективности необходимо произвести ряд предварительных расчетов, к числу которых относится определение:

— производительности транспортных машин;
— стоимости переработки единицы груза;
— основных показателей эффективности принятой схемы механизации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Суточная производительность погрузочно-разгрузочных работ на зернохранилище определяется на основании плановых заданий по грузообороту.

При поступлении однородного груза суточная производительность равна:

$$q_{сутки} = \frac{Q}{T} \; k \; m/сутки, \qquad (VI,1)$$

где Q — месячный грузооборот в m;
T — продолжительность работы установки в сутках в месяц;
k — суточный коэффициент неравномерности поступления грузов в пределах месяца ($k = 1{,}5 \div 2{,}0$).

---

[1] Г. И. Креймерман. Механизация трудоемких работ с тарным грузом. «Сообщения и рефераты ВНИИЗ», вып. 3, 1951.

При известной суточной производительности всего зернохранилища суточная производительность одного потока — машины — определяется по формуле:

$$P_{сутки} = \frac{q_{сутки}}{n} \; т/сутки, \qquad (VI,2)$$

где $P_{сутки}$ — суточная производительность одного потока — машины (приемной, отгрузочной точки);

n — число потоков.

Расчетная часовая производительность потока — машины — с учетом коэффициента неравномерности поступления грузов в пределах суток и коэффициента использования транспорта определяется уравнением:

$$P_{час} = \frac{P_{сутки} k_1}{t \eta_{тр}} \; т/час, \qquad (VI,3)$$

где k_1 — коэффициент неравномерности поступления грузов в пределах суток ($k = 1{,}5 \div 2{,}25$);

$\eta_{тр}$ — коэффициент использования потока — машины, учитывающий подготовительное, вспомогательное и заключительное время;

t — время работы потока — машины — в течение суток ($t = 20 \div 22$ часа).

Числовые значения коэффициента $\eta_{тр}$ для ориентировочных расчетов при различных грузовых операциях приведены в табл. 17.

Более точные значения коэффициента $\eta_{тр}$ для схем механизации могут быть получены в каждом отдельном случае путем применения графического метода расчета.

Таблица 17

Ориентировочные значения коэффициентов использования транспортных машин

Наименование операций	Коэффициент использования машины	
	при передвижной механизации	при стационарной механизации
Прием с автотранспорта	0,90—0,70	0,90—0,75
Отпуск на автотранспорт	0,90—0,75	0,90—0,80
Прием с железнодорожного транспорта	0,75—0,60	0,85—0,75
Отпуск на железнодорожный транспорт	0,70—0,65	0,90—0,75
Прием с водного транспорта . . .	0,90—0,80	0,95—0,85
Отпуск на водный транспорт . . .	0,85—0,75	0,95—0,85

Таблица 18

Затраты времени на выгрузку зерна из автомобилей грузоподъемностью 3 т

Наименование операций	Затраты времени в минутах
Установка машины к месту разгрузки	1,5—2
Разгрузка автомобиля:	
вручную	10—12
механической лопатой .	6—8
самосвала	1—2
Зачистка кузова	1
Отъезд машины	1

В основу построения графика для определения $\eta_{тр}$ затрата времени на отдельных операциях может быть в первом приближении принята на основании данных, приведенных в табл. 18, 19, 20, 21.

На основании данных о затрате времени на различные операции строится график работы. График дает наглядное представление о работе по выбранной схеме и облегчает контроль механизмов, включенных в схему. На основании графика определяется величина коэффициента $\eta_{тр}$, учитывающего простои, связанные с транспортом.

Таблица 19

Затраты времени на выгрузку зерна из двухосного вагона

Наименование операций	Затраты времени в минутах
Установка вагона к месту разгрузки	2
Подготовка вагона для разгрузки (открывание дверей, люка)	2
Установка транспортных механизмов	2—3
Выпуск зерна через люк и уборка хлебного щита	6—7
Разгрузка вагона:	
вручную	15—20
механической лопатой	8—12
Очистка вагона	2
Откатка порожнего вагона	2

Таблица 20

Затраты времени на погрузку зерна в двухосный вагон

Наименование операций	Затраты времени в минутах
Подготовка вагона к погрузке (осмотр, установка хлебного щита)	8—10
Подкатка вагона к месту погрузки	2—3
Установка транспортных механизмов	2—3
Погрузка зерна в вагоны	15—20
Перестановка механизмов	2—3
Разравнивание зерна в вагоне после окончания его погрузки	2—3
Откатка погруженного вагона	2—3

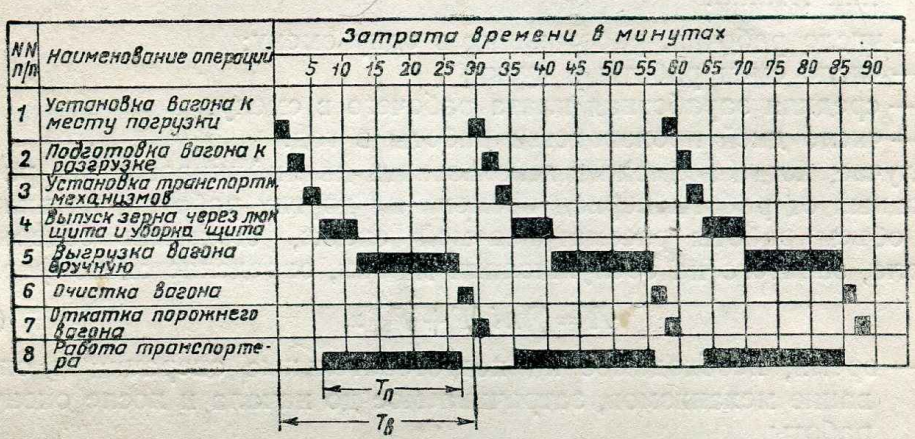


Рис. 126. График работы при погрузке вагона

Метод построения графика нагляднее всего можно показать на конкретном примере.

В качестве такого примера рассмотрим схему механизации погрузки зерна в вагон (см. рис. 84).

При составлении графика располагают по вертикали в порядке очередности операции, сопутствующие погрузке зерна в вагоны, по горизонтали — время, затрачиваемое на каждую операцию в отдельности (рис. 126).

Определив по графику время, затраченное на погрузку одного вагона $T_в$, и разделив время работы транспортера с грузом $T_п$ на эту величину, получим:

$$\eta_{тр} = \frac{T_п}{T_в}.$$

Для рассмотренного случая коэффициент $\eta_{тр}$ равен:

$$\eta_{тр} = \frac{21}{34} = 0{,}62.$$

Таблица 21

Затраты времени на погрузку и разгрузку баржи

Наименование операций	Затраты времени в минутах	Примечание
Швартовка баржи	10—20	Время погрузки баржи и штивка зерна в трюмах изменяется в зависимости от емкости трюма и производительности машин
Установка механизмов на баржи	8—15	
Перестановка механизмов	5—10	
Уборка механизмов	5—10	
Отшвартовка баржи	6—10	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗА

Для проведения сравнения выбираемых вариантов схем механизации необходимо знать стоимость переработки единицы перемещаемого груза.

Стоимость перемещения единицы груза слагается из следующих основных составляющих:

а) расходов на заработную плату;
б) отчислений на амортизацию и текущий ремонт;
в) стоимости энергии, смазки и обтирочного материала;
г) накладных расходов.

Расходы на заработную плату. При определении расходов на единицу перемещаемого груза учитывают заработную плату: персонала, обслуживающего машины; персонала, обеспечивающего подачу либо прием груза с машины (грузчики); вспомогательного персонала (уборщицы и др.).

Содержание рабочих, занятых на обслуживании машин, в случае, когда весь штат оплачивается в течение года, определяется по формуле:

$$A = \sum ni\,[T + 0{,}8\,(360 - T)]\,\alpha, \qquad \text{(VI, 4)}$$

где A — суммарная заработная плата рабочих, занятых на обслуживании машин;
n — число рабочих, работающих в одну смену;
i — число смен работы в сутки;
α — средняя заработная плата рабочего в смену;
T — число дней производства работы в год.

В случае, когда возможно использовать квалифицированных рабочих в свободный от работы период времени на других работах, не включенных в объем работы рассматриваемой схемы, стоимость содержания персонала, занятого на обслуживании машин, определяется по формуле:

$$A = \sum ni\,(T + T_1)\,\alpha, \qquad \text{(VI, 5)}$$

где T_1 — время, необходимое на подготовительные операции и опробование механизмов, затрачиваемое до начала и после окончания работы.

Стоимость содержания рабочих, занятых непосредственно на подаче или приеме груза от машин определяется по формуле:

$$B = \sum \delta Q_{сд}, \qquad \text{(VI, 6)}$$

где B — суммарная заработная плата рабочих, занятых на подаче-приеме зерна;
δ — сдельная расценка на единицу груза на данной операции;
$Q_{сд}$ — количество груза, подлежащего переработке в течение года при сдельной оплате труда.

Стоимость содержания вспомогательного персонала при повременной оплате определяется по формуле:

$$C = \sum nTi\beta, \qquad \text{(VI, 7)}$$

где C — суммарная оплата повременных рабочих (уборщицы и др.);
n — число рабочих в одну смену;
T — период производства работ в днях;
i — число смен работы в сутки;
β — средняя заработная плата одного рабочего в смену.

Суммарные расходы на заработную плату для перегрузки единицы груза составляют:

$$S = \frac{A + B + C}{Q}, \qquad \text{(VI, 8)}$$

где Q — годовой грузооборот в тоннах.

Отчисление на амортизацию и текущий ремонт. При определении отчислений на амортизацию необходимо учитывать не только стоимость механического оборудования, включенного в схему механизации, но и всех сооружений и машин, постройка или установка которых связана со схемой (весы, зерноочистительные машины, упаковочные аппараты, эстакады, силовые станции и т. п.).

Отчисление на амортизацию и текущий ремонт транспортных машин и вспомогательного оборудования определяется в зависимости от числа часов работы оборудования в год, но не менее 3000 час. и равно:

$$a = a_0\left(0{,}5 + \frac{X}{6000}\right); \qquad \text{(VI, 9)}$$

$$b = b_0\left(0{,}5 + \frac{X}{6000}\right), \qquad \text{(VI, 10)}$$

где a и b — процент отчисления на амортизацию и текущий ремонт к стоимости основных средств;

a_0 и b_0 — установленные нормы амортизации имущества при 3000-часовой работе в % (см. табл. 22 и 23);

X — продолжительность работы оборудования в часах в год.

Таблица 22

Процентные отчисления на амортизацию и текущий ремонт оборудования и инвентаря при 3000-часовой работе в год
(в % к первоначальной стоимости)

Наименование оборудования	Отчисления на амортизацию при работе предприятия			Отчисления на текущий ремонт
	в 1 смену	в 2 смены	в 3 смены	
Технологическое оборудование . .	7,0	8,4	8,9	2,0
Транспортное оборудование (стационарное)	7,0	8,4	8,8	2,0
Транспортное оборудование (передвижное)	10,5	12,6	13,3	2,0
Инструмент	12,0	15,0	18,0	—
Хозяйственный инвентарь	10,0	13,0	15,0	2,0

Таблица 23

Процентные отчисления на амортизацию и текущий ремонт для зданий и сооружений при 3000-часовой работе в год
(в % к первоначальной стоимости)

Наименование сооружения	Отчисления на амортизацию при работе предприятия			Отчисления на текущий ремонт
	в 1 смену	в 2 смены	в 3 смены	
Здания производственные (нормального типа)				
каменные, бетонные и железобетонные	2,25	2,6	2,7	0,5
смешанные	3,4	3,9	4,1	0,5
деревянные	4,5	5,2	5,4	0,5

Продолжение

Наименование сооружения	Отчисления на амортизацию при работе предприятия			Отчисления на текущи ремонт
	в 1 смену	в 2 смены	в 3 смены	
Здания производственные (облегченного типа)				
каменные, бетонные и железобетонные	2,75	3,2	3,25	0,5
смешанные	4,0	4,7	4,8	0,5
деревянные	5,4	6,2	6,5	0,5
Здания непроизводственные (нормального типа)	Вне зависимости от числа смен			
каменные, бетонные и железобетонные	—	—	2,0	0,5
смешанные	—	—	3,0	0,5
деревянные	—	—	4,0	0,5
глинобитные	—	—	7,0	0,5
Здания непроизводственные (облегченного типа)				
каменные, бетонные и железобетонные	—	—	2,5	0,5
смешанные	—	—	3,5	0,5
деревянные	—	—	4,75	0,5
глинобитные	—	—	7,0	0,5

Суммарная стоимость отчислений, приходящаяся на единицу перемещаемого груза, равна:

$$S_2 = \frac{\sum aE + \sum bE}{Q}, \qquad \text{(VI, 11)}$$

где $\sum aE$ — сумма отчислений на амортизацию;
$\sum bE$ — сумма отчислений на текущий ремонт;
Q — годовой грузооборот в тоннах;
E — стоимость оборудования, зданий, сооружений.

Стоимость энергии, смазки и обтирочного материала. При подсчете стоимости энергии и топлива учитывают все расходы на силовую и осветительную энергию.

Расход силовой энергии или топлива при работе машин непрерывного действия определяется по формуле:

для электродвигателя;

$$Б'_1 = 0{,}736 N \eta t \ квт\text{-}ч; \qquad \text{(VI, 12)}$$

для машин с тепловым двигателем:

$$Б''_1 = N \eta t k \ кг. \qquad \text{(VI, 13)}$$

Для машин периодического действия расход энергии или топлива определяется:

для электродвигателя:

$$Б'_2 = 0{,}736 \frac{\sum N t_1 \eta}{60 P_0} Q_m \ квт\text{-}ч; \qquad \text{(VI, 14)}$$

для машин с тепловым двигателем:

$$Б_2'' = \frac{\sum N t_1 \eta k}{60 P_0} Q_m \ кг, \qquad (VI, 15)$$

где N — мощность двигателя в *л. с.*;
t_1 — часы работы двигателя в течение одного цикла;
η — коэффициент использования мощности двигателя за время его работы;
P_0 — количество полезного груза, перемещаемого машиной в течение одного цикла;
Q_m — количество груза, подлежащего переработке одной машиной в год, в m;
t — число часов работы двигателя в течение года;
k — расход топлива на 1 *л. с.* в *кг*.

Суммарный расход энергии и топлива на работу машин в год равен:

$$Б' = \sum Б_1' + \sum Б_1'' + \sum Б_2' + \sum Б_2''. \qquad (VI, 16)$$

Расход энергии на освещение определяется как часть общего расхода энергии. Тогда общий расход энергии на работу машин и освещение равен:

$$Б = K_o Б', \qquad (VI, 17)$$

где K_o — коэффициент, учитывающий расход энергии на освещение ($K_o = 1{,}03 \div 1{,}10$ в зависимости от местности).

Стоимость смазки и обтирочного материала обычно принимается в размере 10% от стоимости энергии.

Общая стоимость энергии, топлива и смазки на тонну перемещаемого груза равна:

$$S_э = 1{,}10 \frac{Б}{Q} \rho, \qquad (VI, 18)$$

где ρ — стоимость единицы потребляемой энергии или топлива в рублях;
Q — годовой грузооборот в m.

Суммарная стоимость переработки единицы груза определяется по формуле:

$$S = (K_з S_1 + S_2 + S_э) z w, \qquad (VI, 19)$$

где $K_з$ — коэффициент, учитывающий начисление на зарплату ($K_з = 1{,}30 \div 1{,}40$);
z — коэффициент, учитывающий расход на инвентарь и административно-организационные расходы ($z = 1{,}1 \div 1{,}25$);
w — коэффициент, учитывающий государственные сборы и плановые накопления ($w = 1{,}05 \div 1{,}07$).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯТОЙ СХЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ

Для определения эффективности выбранной схемы механизации сопоставляется несколько вариантов по следующим показателям:

а) стоимость переработки единицы перемещаемого груза;

б) размер капиталовложений на осуществление схемы механизации;

в) количество потребной рабочей силы в человеко-сменах на единицу перерабатываемого груза;

г) показатель степени механизации транспортного процесса по данному варианту;

д) продолжительность стоянки транспорта под разгрузкой или погрузкой;

е) улучшение условий труда, санитарно-гигиенические условия и охрана труда;

ж) простота обслуживания и надежность работы оборудования, включенного в схему.

На основании сравнения выбирается вариант, дающий наилучшие результаты по всем показателям.

Для выбора оптимального варианта устанавливается эффективность рассматриваемых схем механизации по сравнению с ручной переработкой грузов. Это сравнение производится по следующим показателям:

а) Экономия в стоимости переработки годового грузооборота;

$$Э_c = (C_р - C_м) Q, \qquad (VI, 20)$$

где $C_р$ — стоимость ручной переработки 1 $т$ груза;

$C_м$ — стоимость механизированной переработки 1 $т$ груза;

Q — годовой грузооборот в $т$.

При величине капиталовложений K относительная экономия в стоимости переработки груза составит:

$$M_c = \frac{C_р - C_м}{K} Q, \qquad (VI, 21)$$

или произведенные капитальные затраты окупятся в течение:

$$V = \frac{K}{(C_р - C_м)} Q \text{ лет.} \qquad (VI, 22)$$

б) Экономия в количестве рабочей силы:

$$Э_р = P_р - P_м \text{ человеко-смен,} \qquad (VI, 23)$$

где $P_р$ — число человеко-смен при ручной переработке груза на 1 $т$ зерна;

$P_м$ — число человеко-смен при механизированной переработке грузов на 1 $т$ зерна.

Относительная экономия в затрате рабочей силы составит:

$$M_р = \frac{P_р - P_м}{K} Q. \qquad (VI, 24)$$

Анализируя формулы (VI, 21) и (VI, 24) можно сделать вывод, что эффективность механизации возрастет с ростом грузооборота. Отсюда следует, что при выборе схемы механизации и соблюдении прочих условий необходимо стремиться к увеличению грузооборота.

в) Показатель степени механизации транспортного процесса по выбранному варианту представляет большой интерес с точки зрения оценки выполнения основной задачи — выбора схемы механизации.

Численно этот показатель может быть выражен в виде:

$$\pi = \frac{n_р - n_м}{n_р}, \qquad (VI, 25)$$

где $n_р$ — численность рабочих при ручной переработке грузов;

$n_м$ — численность рабочих при механизированной переработке грузов.

Рассмотрим на конкретном примере эффективность различных схем погрузки зерна из склада в баржу; при ручной погрузке (рис. 127,*а*), при разгрузке передвижными транспортными машинами (см. рис. 127,*б*), при погрузке стационарными транспортными машинами (см. рис. 127,*в*).

Приведенные схемы характеризуются следующими показателями: годовая погрузка $Q=30\,000$ *т*, средняя длина пути подачи зерна из склада в баржу $l=80$ *м*, для всех вариантов обязательна перевеска отгружаемого зерна.

При стационарной механизации принимаем, что 60% зерна, находящегося на складе, поступает на подамбарный транспортер самотеком, остальное зерно подается на подамбарный транспортер передвижным транспортером и самоподавателем.

Штивка зерна в трюмах баржи производится вручную. Грузоподъемность баржи 800 *т*; продолжительность навигации 150 суток. Зернохранилище снабжается электроэнергией от государственной электростанции.

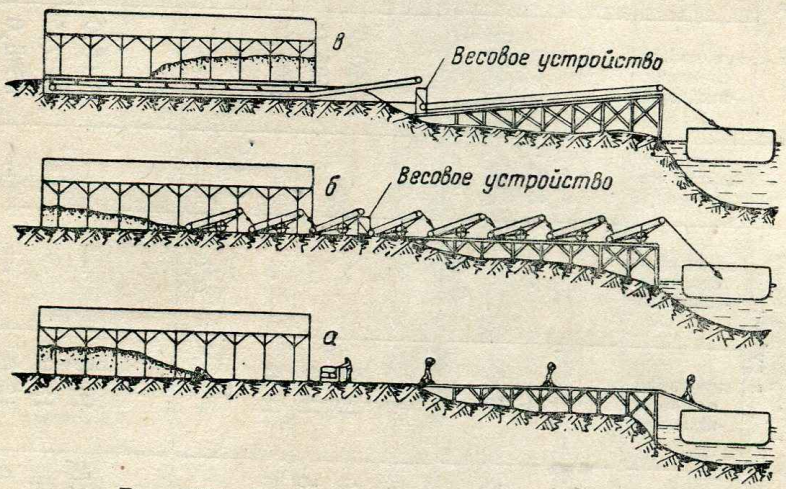


Рис. 127. Схема погрузки зерна в баржи:
а — вручную; *б* — передвижной механизацией; *в* — стационарной механизацией

Определение производительности. Суточная производительность по отгрузке равна:

$$q_{сутки}=\frac{Q}{T}k=\frac{30\,000}{150}2{,}0=400\ т/сутки.$$

Исходя из местных условий, выбираем одну линию погрузки ($n=1$), тогда

$$P_{сутки}=\frac{q_{сутки}}{n}=400\ т/сутки.$$

Часовая производительность линии погрузки при механизации равна:

$$P_{час}=\frac{P_{сутки}k_1}{t\cdot\eta_{тр}}=\frac{400\cdot2}{20\cdot0{,}85}=47\ т/час$$

при $t=20$ час., $k_1=2{,}0$ и $\eta_{тр}=0{,}85$.

Определение стоимости погрузки 1 т зерна. Стоимость погрузки 1 *т* зерна определяем по формуле (VI, 19), расчеты по отдельным слагаемым сведены в табл. 24, 25, 26, 27.

Выбор схемы механизации. Для определения эффективности и выбора наиболее рациональной схемы механизации сравним рассмотренные варианты с ручной погрузкой зерна по основным показателям (табл. 28).

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что стационарная схема механизации по всем показателям наиболее эффективная для данных условий работы.

Таблица 24

Стоимость заработной платы на 1 *т* погруженного зерна

Схема погрузки	Годовой грузооборот	Число смен	Число рабочих в смену	Период произв. работы в днях	Дополнительное время в днях	Средняя зарплата 1 рабочего в смену в рублях		Сдельная расценка за 1 *т* в рублях	Стоимость рабочей силы в рублях			Общая стоимость рабочей силы на 1 *т*	Число человеко-смен на 1 *т* погруженного зерна
						обслуживающего персонала	вспомогательного персонала		обслуживающего персонала	сдельных рабочих	вспомогательных рабочих		
При ручной погрузке:													
грузчики	30000	3	47,0	150	—	—	—	3,30	—	99000,0	—		
весовщики	30000	3	1	150	7,5	18,0	—	—	8505,0	—	—	3,85	0,208
уборщицы	30000	3	1	150	—	—	9,0	—	—	—	4050,0		
			49										
При передвижной механизации:													
транспортерщики	30000	3	2	150	15,0	18,0	—	—	17820,0	—	—		
электрики	30000	3	1	150	7,5	18,0	—	—	8505,0	—	—	2,00	0,064
весовщики	30000	3	1	150	7,5	18,0	—	—	8505,0	—	—		
грузчики	30000	3	10,0	150	—	—	—	0,69	—	20700	—		
уборщицы	30000	3	1	150	—	—	9,0	—	—	—	4050,0		
			15,0										
При стационарной механизации:													
транспортерщики	30000	3	1	150	7,5	18,0	—	—	8505,0	—	—		
электрики	30000	3	0,5	150	—	18,0	—	—	4567,5	—	—	1,11	0,031
весовщики	30000	3	1	150	3,0	18,0	—	—	8505,0	—	—		
грузчики	30000	3	5,0	150	—	—	—	0,35	—	10500	—		
уборщицы	30000	3	0,3	150	—	—	9,0	—	—	—	1350		
			7,3										

Таблица 25

Расчет отчислений на амортизацию и текущий ремонт на 1 *т* погруженного зерна

Наименование объекта	Стоимость объекта в рублях	Число час. работы в год (условно)	Переводной коэффициент $K=0{,}5+\frac{X}{6000}$	Амортизация: процент амортизации при $X=3000$	Амортизация: расходы на амортизацию в руб.	Текущий ремонт: процент отчислений при $X=3000$	Текущий ремонт: расход на ремонт в руб.	Расходы на 1 *т* погруженного зерна в рублях: амортизация	Расходы на 1 *т* погруженного зерна в рублях: текущий ремонт	Примечание
Ручная погрузка:										% амортизации на передвижные машины увеличен на 50% и взят по аналогии с нормами Министерства речного транспорта
весы—2 компл.	2230	3600	1,1	8,9	218,0	2,0	49,0			
открытая деревянная эстакада и причал длиной 60 *м*	45000	3600	1,1	6,5	3220,0	0,5	248,0	0,11	0,01	
	47230	—	—	—	3438,0	—	297,0			
Передвижная механизация:										
передвижные 10-метровые транспортеры—8 шт.	44000	3600	1,1	13,3	6450,0	2,0	967,0			
самоподаватели VII-2—2 шт.	7100	3600	1,1	13,3	1040,0	2,0	156,0			
сдвоенные ковшевые весы грузопод. 20 *т*—1 компл.	3200	3600	1,1	3,3	470,0	2,0	70,0	0,37	0,05	
открытая деревянная эстакада и причал длиной 60 *м*	45000	3600	1,1	6,5	3220,0	2,0	248,0			
	99300	—	—	—	11180,0	—	1441,0			
Стационарная механизация:										
ленточные транспортеры № 1 и № 2 длиной 100 *м*	30000	3600	1,1	8,9	2940,0	2,0	660,0			
ковшевые весы грузоподъемностью 5 *т*—1 шт.	4900	3600	1,1	8,9	480,0	2,0	108,0			
самоподаватель Булавенко—2 шт.	4500	3200	0,7	13,3	**420,0**	2,0	63,0	0,29	0,04	
подамбарная галерея длиной 40 *м*	8000	3600	1,1	6,5	570,0	0,5	44,0			
крытая эстакада с весовой башней длиной 60 *м*	60000	2600	1,1	6,5	4290,0	0,5	330,0			
	107400	—	—	—	8700,0	—	1205,0			

Таблица 26

Определение стоимости энергии, смазки и обтирочного материала на 1 *т* погруженного зерна

Наименование объекта	Суммарная мощность электродвигателей в *квт*	Продолжит. работы в час.	Суммарный расход энергии в *квт-ч*		Суммарная стоимость энергии в руб.	Стоимость смазочного и обтирочного материала в руб.	Расходы на 1 *т* погруженного зерна в руб.
			на электродвигателе	на освещение			
Ручная погрузка	—	—	—	2800	1120,0	—	0,04
Передвижная механизация:							
передвижные транспортеры	25,6	940	24010,4	2800	12380,0	1238,0	0,45
самоподаватели	4,4	940	4140	—	—	—	
Стационарная механизация:							
транспортер № 1	9,2	940	8650	1880	8270,0	827,0	0,30
„ № 2							
самоподаватель Булавенко . . .	4,4	940	4140	—	—	—	

Таблица 27

Суммарная стоимость 1 *т* погрузки зерна в баржи

Схема погрузки	Расход на 1 *т* погруженного зерна в руб.			Суммарная стоимость 1 *т* погруженного зерна в руб.	Относительная стоимость в %
	заработная плата	амортизация и текущий ремонт	энергия, смазка		
Ручная погрузка . . .	3—85	0—12	0—04	4—01	100,0
Передвижная механизация	2—00	0—42	0—45	2—87	71,5
Стационарная механизация	1—11	0—33	0—30	1—74	43,5

Таблица 28

Сравнение схем механизации погрузки зерна в баржу

Схемы механизации	Капиталовложения в руб.	Стоимость переработки			Рабочая сила		
		экономия в руб.	удельная экономия в руб. на 1 *т*	срок окупаемости капиталовложений—лет	экономия в рабочей силе—человеко-смен	удельная экономия в рабочей силе—человеко-смен	показатель степени механизации
Передвижная . .	99300	34200	0,345	2,9	4320	0,144	0,7
Стационарная . .	107400	65100	0,606	1,65	5310	0,177	0,84

ГЛАВА VII

ОПЕРАТИВНЫЙ РАСЧЕТ РАБОТЫ ЭЛЕВАТОРА

Народное хозяйство СССР развивается по законам расширенного социалистического воспроизводства; основные средства всех отраслей народного хозяйства растут в нашей стране невиданными в истории темпами. Широко внедряется новая техника, созданная народом под руководством партии и советского правительства на основе достижений советской науки. Одновременно с этим идет освоение техники, ширится борьба за лучшее использование основных средств производства.

«В период первой пятилетки,— указывает И. В. Сталин,— мы сумели организовать энтузиазм, пафос нового строительства и добились решающих успехов. Это очень хорошо. Но теперь этого недостаточно. Теперь это дело должны мы дополнить энтузиазмом, пафосом освоения новых заводов и новой техники, серьезным поднятием производительности труда, серьезным сокращением себестоимости. В этом теперь главное» [1].

Улучшение использования оборудования заключается, во-первых, в повышении коэффициента интенсивного использования (повышения производительности в единицу времени) и, во-вторых, в повышении коэффициента экстенсивного использования оборудования (увеличения времени работы оборудования). Этого необходимо добиваться для дальнейшего усовершенствования работы предприятия путем анализа его работы в целом, выявления при этом узких мест и устранения причин, их порождающих.

Выполнить эту задачу с успехом возможно только пользуясь научно обоснованным методом анализа работы предприятия.

В условиях элеваторно-складского хозяйства таким методом является графо-аналитический «оперативный» расчет работы элеватора.

Элеватор является предприятием с полной механизацией всех операций, начиная от приема и кончая отгрузкой зерна.

Наличие полностью механизированных технологических потоков требует четкой организации и согласованности работы включенного в схему оборудования. Такая четкость обеспечивает максимальное использование оборудования, позволяет устранить разрыв между эксплуатационной и технической производительностью.

Работа элеватора, как это было показано в предыдущих главах, слагается из отдельных законченных маршрутов [2]. Поэтому применение обычных приемов для определения производительности отдельных машин, включенных в маршрут, без учета влияния на их работу смежных машин

---

[1] И. В. Сталин. Вопросы ленинизма, изд. 11-е, стр. 413.

[2] Под маршрутом понимают сочетание машин, механизмов и устройств, обеспечивающих непрерывную поточную подачу зерна от начального до конечного этапа любого производственного процесса на элеваторе.

и установок не может дать правильного представления о действительном использовании оборудования в целом.

Механическое перенесение метода определения производительности отдельно взятой машины на систему машин маршрута приводило нередко к большим ошибкам в расчетах. В этом можно убедиться на ряде конкретных примеров. Так, при проектировании Петербургского портового элеватора приемная способность его была определена в 200 вагонов зерна за 10 час. работы, а фактическая составила 45 вагонов. При проектировании элеватора на станции Грязи была допущена такая же ошибка в расчетах: приемная способность была определена в 16 вагонов зерна в час, фактическая не превышала 6—6,5 вагонов.

Аналогичные примеры можно привести из иностранной практики. При проектировании элеватора в Чикаго приемная способность была определена в 36 вагонов зерна в час, а фактическая равнялась только 28 вагонам; отпускная способность того же элеватора на судно вместо 1230 *т/час,* в первый час погрузки не превышала 320 *т/час*.

Владение методом, учитывающим особенности работы машин, включенных в маршрут, знание производственного процесса в целом дают в руки проектировщика научный метод правильного выбора оборудования для вновь проектируемого элеватора, а в руки эксплуатационника — возможность анализа работы эксплуатируемого оборудования, возможность вскрытия имеющихся резервов производительности оборудования.

Такой метод расчета и анализа производительности оборудования, известный в практике под названием «оперативный» расчет, впервые был предложен и применен советским ученым профессором Дмитрием Васильевичем Шумским. На практике метод «оперативного» расчета оборудования элеваторов был с успехом впервые применен в 1927 г. при проверке работы оборудования Николаевского элеватора.

Дальнейшее совершенствование метода дало возможность проф. Д. В. Шумскому в 1930 г. предложить аналитический метод «оперативного» расчета оборудования элеваторов, позволяющий быстро с достаточной точностью определять необходимое для элеваторов оборудование.

Этот метод, уточненный работниками Промзернопроекта, быстро привился в проектной практике и лег в основу расчета оборудования проектируемых элеваторов.

Метод «оперативного» расчета оборудования элеваторов уже около 20 лет широко применяется при проектировании и в то же время далеко недостаточно используется для анализа работы оборудования элеватора.

При широко развернутом движении за рентабельность предприятий за полное использование производственной мощности оборудования применение метода «оперативного» расчета для анализа работы как отдельных звеньев, так и всего элеватора позволит вскрыть имеющиеся резервы производительности, наметить пути дальнейшего улучшения работы предприятия.

1. КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРИЙ

Основной транспортной машиной в элеваторе, участвующей во всех возможных маршрутах, является нория. И действительно, в элеваторе невозможно указать ни одного законченного маршрута, в котором бы не участвовала нория.

Поэтому для упрощения и наглядности расчетов весь анализ производственного процесса на элеваторе можно свести к анализу работы норий, оценивая совершенство процесса степенью использования производительности норий.

Совершенство производственного процесса может быть оценено путем сравнения фактической эксплуатационной производительности оборудования в целом с максимально возможной технической производительностью машин, включенных в маршрут.

Так как нория является основной машиной элеватора, то очевидно степень совершенства производственного процесса может быть определена путем сравнения эксплуатационной и технической производительности нории.

Количественно совершенство технологического потока может быть определено отношением указанных величин, которое принято называть коэффициентом использования нории, т. е.

$$K = \frac{Q_ф}{Q_т}. \qquad \text{(VII, 1)}$$

Работа элеватора обычно слагается из ряда маршрутов, выполняющих определенные технологические задачи по перемещению и улучшению качества зерна. Переход с одного маршрута на другой существенно снижает среднюю производительность оборудования маршрута, так как при таких переходах всегда имеет место работа вхолостую основного оборудования.

Работа вхолостую основного оборудования обусловлена необходимостью выполнить ряд операций, связанных с переходом с одного маршрута на другой. К числу таких операций относятся: закрывание и открывание задвижек ларей и силосов, переключение самотечного транспорта на новое направление путем перекрытия клапанов, изменения положения поворотных труб и патрубков, передвижение разгрузочных тележек и т. д.

Если обозначить вес партии зерна, перемещаемой во время работы оборудования на данном маршруте, через E, то теоретическое t и фактическое $t_ф$ время работы оборудования при заданном маршруте будет равно:

$$t = \frac{60E}{Q_т} \text{ мин.;} \qquad \text{(VII, 2)}$$

$$t_ф = \frac{60E}{Q_ф} \text{ мин.;} \qquad \text{(VII, 3)}$$

или

$$Q_т = \frac{60E}{t} m; \qquad \text{(VII, 4)}$$

$$Q_ф = \frac{60E}{t_ф} m. \qquad \text{(VII, 5)}$$

Тогда коэффициент использования нории может быть выражен в виде:

$$K = \frac{Q_ф}{Q_т} = \frac{t}{t_ф}. \qquad \text{(VII, 6)}$$

Таким образом, коэффициент использования нории равен отношению теоретического времени работы оборудования при данном маршруте и партии зерна весом E к фактическому эксплуатационному времени работы оборудования при том же маршруте и размере партии переработанного зерна [1].

Фактическое эксплуатационное время работы оборудования $t_ф$ включает теоретическое время и потери времени, связанные с настройкой маршрута.

Потери времени обусловлены характером работы оборудования и устройств, включенных в маршрут. Эти потери в частности вызываются тем, что к концу завершения процесса опорожнения емкости скорость

[1] При определении коэффициента использования оборудования, а так же величин, его определяющих, все расчеты проводятся по тяжелому зерну с насыпным весом 750 *кг/м*³.

истечения зерна уменьшается и, следовательно, удлиняется время ее разгрузки.

После открывания задвижки под ларем (силосом) скорость истечения зерна из него на транспортные машины в течение всего времени разгрузки ларя t примерно одинакова и производительность разгрузки емкости равна Q_m.

Перед окончанием разгрузки ларя, когда освобождение емкости происходит за счет истечения остатков зерна (зачастую обладающих пониженной сыпучестью в силу имеющих место процессов самосортирования при разгрузке емкости), производительность разгрузки резко сокращается и время разгрузки удлиняется.

Замедленное истечение зерна из емкости увеличивает общее время разгрузки и, следовательно, увеличивает время работы оборудования, включенного в производственный процесс, на величину X.

Особенность производственного процесса на элеваторе, заключающаяся в устранении какой-либо возможности смешения двух партий перерабатываемого зерна, требует работы оборудования вхолостую в течение некоторого времени для того, чтобы, с одной стороны, дать возможность освободить оборудование от ранее перерабатываемого зерна, а с другой стороны, обеспечить перестройку технологического потока по новому заданному направлению.

Время между закрыванием задвижек, прекращающих подачу зерна на оборудование по окончании работы на данном маршруте, и открыванием их после получения сигнала о готовности нового маршрута увеличивает эксплуатационное время работы оборудования, включенного в маршрут, на величину $t_{ож}$.

Следовательно, эксплуатационное время, необходимое для выполнения определенного производственного процесса, будет равно:

$$t_ф = t + X + t_{ож}. \qquad \text{(VII, 7)}$$

Тогда формулу (VII, 6), определяющую коэффициент использования нории, можно записать в виде:

$$K = \frac{t}{t_ф} = \frac{t}{t + X + t_{ож}}. \qquad \text{(VII, 8)}$$

Анализируя уравнение (VII, 8), можно сделать вывод, что величина коэффициента использования нории зависит, при прочих равных условиях, от скорости разгрузки емкости в момент истечения остатков зерна из нее и правильной организации работы на элеваторе, а также других факторов, определяющих длительность времени $t_{ож}$.

Так как величина коэффициента K характеризует степень использования основного оборудования элеватора — нории, то основной целью оперативного расчета является определение величины времени X и $t_{ож}$.

Величина X определяется при помощи эмпирических формул. Для определения величины $t_{ож}$ применяется графо-аналитический метод, который заключается в графическом изображении работы оборудования и емкости, включенных в маршрут, и аналитическом выражении результатов, полученных на основании данных графиков.

2. РАБОТА ЕМКОСТИ

В технологической схеме элеватора особое место отводится емкости, включаемой для обеспечения непрерывности — поточности — производственного процесса на элеваторе.

Поэтому, прежде чем перейти непосредственно к вопросам нахождения величин, определяющих собой коэффициент использования нории, рассмотрим несколько подробнее графические методы анализа работы машин и емкостей.

Любая операция производственного процесса на элеваторе тесно связана с заполнением и опорожнением различного рода емкостей (приемных, отпускных над- и подсепараторных, надвесовых и др.). Время, затрачиваемое на наполнение и опорожнение этих емкостей, оказывает значительное влияние на продолжительность данной операции.

Графическое изображение работы машины (нории, транспортера, сепаратора) не представляет особого труда. Несколько сложнее изображается наполнение и опорожнение емкости. Поэтому изучение графического метода изображения работы элеватора начнем с графиков наполнения и опорожнения емкости.

Наполнение емкости совершается в общем случае с переменной производительностью. Особенно ясно это видно, если рассматривать наполнение и опорожнение приемных ларей. Так, например, при разгрузке зерна из железнодорожного вагона в приемный ларь вначале, при высыпании зерна через лючок в щите, наполнение ларя производится медленно, затем при снятии щита производительность резко увеличивается. После окончания высыпания зерна из вагона самотеком, во время разгрузки вагона вручную или механическими лопатами, производительность наполнения ларя почти не изменяется. В конце разгрузки вагона при его зачистке производительность резко снижается.

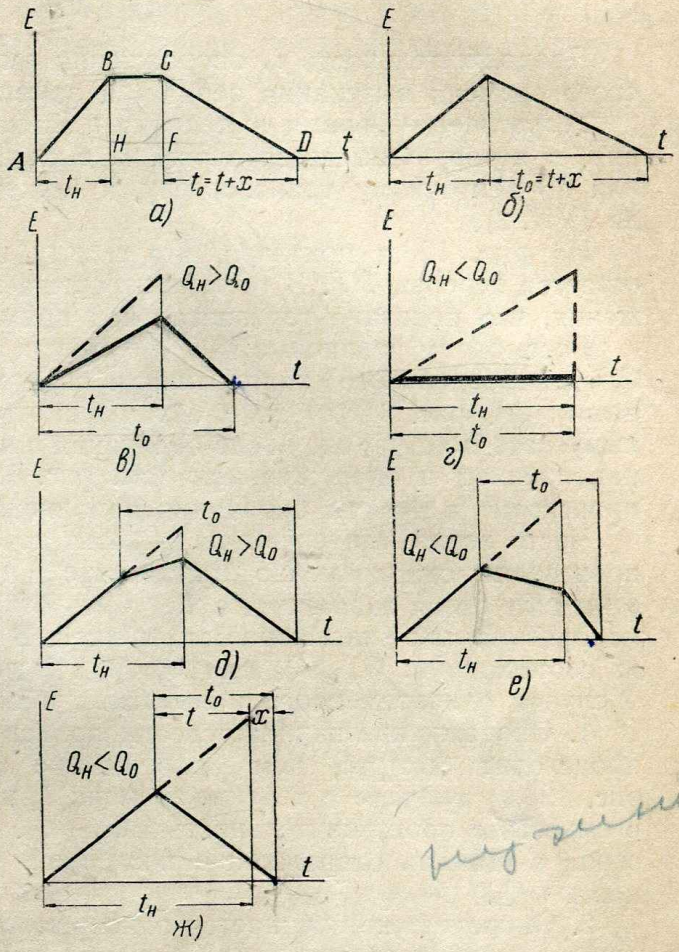


Рис. 128. Графическое изображение работы ларя во время наполнения и опорожнения

Однако ввиду сложности графического изображения в большинстве случаев нет смысла рассматривать наполнение ларя, совершающимся с переменной производительностью. При построении графиков производительность наполнения считают постоянной и равной средней производительности.

Опорожнение емкости совершается более равномерно; лишь в конце, как уже отмечалось, происходит некоторое замедление вытекания.

Графическое изображение наполнения и опорожнения емкости производят в системе координат t—E (время — количество зерна). Наполнение может быть представлено восходящей прямой AB, а опорожнение — нисходящей CD (рис. 128,*а*). На этом графике отрезок AH изображает в определенном масштабе m_t (*мин/мм* или *час/мм*) время наполнения $t_н$, а отрезок FD — в том же масштабе время опорожнения t_o, т. е.

$$t_н = AHm_t; \quad t_o = FDm_t.$$

Количество зерна E изображается в масштабе m_E *т/мм* отрезком $BH = CF$, т. е.

$$E = BHm_E.$$

Время наполнения $t_н$ зависит от производительности наполнения Q ($т/час$), а время опорожнения $t_о$ — от производительности опорожнения $Q_о$. Если $t_н$ и $t_о$ выражаются в минутах, то эта зависимость может быть представлена следующими формулами:

$$t_н = \frac{60E}{Q_н}; \qquad \text{(VII, 9)}$$

$$t_о = \frac{60E}{Q_о}. \qquad \text{(VII, 10)}$$

Продолжительность $t_о$ опорожнения емкости слагается из теоретического времени вытекания зерна t и замедления вытекания X: $t_о = t + X$.

Теоретическое время вытекания t зависит от производительности нории, в которую подается зерно из емкости непосредственно самотеком или по ленточному транспортеру, и может быть определено по формуле (VII, 2).

На рис. 128,*а* показано, что между наполнением и опорожнением остается перерыв HF. В течение перерыва зерно в ларе остается без движения, что показано горизонтальной прямой BC.

Рассмотрим различные частные случаи работы емкости (см. рис. 128). Случай раздельного наполнения и опорожнения с перерывом между ними (см. рис. 128,*а*) уже был рассмотрен. Зерно из емкости может выпускаться тотчас же после окончания наполнения, без перерыва между наполнением и опорожнением (см. рис. 128,*б*). Открывание задвижки происходит в момент окончания наполнения емкости.

Часто зерно выпускают из емкости до окончания ее наполнения, т. е. производят одновременно наполнение и опорожнение последней. При этом выпускная задвижка может быть открыта одновременно с началом наполнения или с некоторой задержкой. В обоих случаях возможно одно из соотношений: $Q_н > Q_о$ или $Q_н < Q_о$. Всего, таким образом, возможны 4 случая одновременного наполнения и опорожнения емкости.

1. Опорожнение начинается одновременно с наполнением; наполнение происходит быстрее, чем опорожнение ($Q_н > Q_о$). При этом (см. рис. 128,*в*) вначале в течение времени $t_н$ наблюдается накопление зерна в емкости с производительностью $Q_н - Q_о$. После окончания поступления зерна в емкость опорожнение последней происходит с производительностью $Q_о$.

2. Опорожнение начинается одновременно с наполнением при $Q_н < Q_о$ (см. рис. 128,*г*). В этом случае накапливания зерна в емкости не происходит, так как производительность $Q_о$ все время остается недоиспользованной; емкость служит самотеком и является в данном случае лишней.

3. Опорожнение начинается спустя некоторое время после начала наполнения при $Q_н > Q_о$ (см. рис. 128,*д*). Так как $Q_н > Q_о$, то после открывания задвижки в течение времени совпадения наполнения и опорожнения в емкости будет происходить накопление зерна с производительностью $Q_н - Q_о$, а затем после окончания наполнения опорожнение емкости произойдет с производительностью $Q_о$.

4. Опорожнение начинается спустя некоторое время после начала наполнения при $Q_н < Q_о$ (см. рис. 128,*е*). В этом случае после открывания задвижки накопившееся в емкости зерно будет уменьшаться со скоростью, соответствующей производительности $Q_о - Q_н$, а затем после окончания подачи зерна опорожнение емкости произойдет с производительностью $Q_о$.

Часто для лучшего использования емкости при $Q_н < Q_о$ выпускную задвижку открывают с таким расчетом, чтобы наполнение и теоретическое опорожнение закончились одновременно (см. рис. 128,*ж*). Вследствие наличия замедления вытекания общая продолжительность работы ларя в этом случае удлиняется на величину X.

Для каждого из рассмотренных случаев при заданных $Q_н$ и $Q_о$ нетрудно определить максимальное количество зерна, которое накапливается в емкости, а следовательно, определить величину последней.

3. ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ РАБОТА ЭЛЕВАТОРА

Производственный процесс на элеваторе слагается из двух основных этапов: внутренней и внешней работы.

Под внешней работой элеватора принято понимать ту часть производственного процесса, которая связана непосредственно с разгрузкой или погрузкой транспорта (автомобилей, железнодорожных вагонов).

Под внутренней работой понимают ту часть производственного процесса, которая выполняется машинами элеватора и не имеет непосредственной связи с внешней работой. Внутренняя работа включает процессы перемещения зерна внутри элеватора, а также из приемных ларей в силосы или из силосов в отгрузочные бункеры.

В силу этого внешняя и внутренняя работы элеватора, являясь составными частями одного производственного процесса, отличны друг от друга. Внешней работе элеватора свойственна периодичность, обусловленная неравномерной и прерывистой подачей подвижного состава под погрузку или разгрузку. Внутренней работе свойственна непрерывность в течение определенного времени действия того или иного маршрута, которое определяется размером перегружаемой партии зерна.

Эти отличия внешней и внутренней работы элеватора требуют раздельного изучения их с тем, чтобы полученные конечные результаты создали комплексный метод расчета и анализа работы предприятия.

Исследование технологического процесса элеватора начнем с внутренней работы, которая в основном и определяет собой выбор технологического и транспортного оборудования элеватора.

При рассмотрении внутренней работы элеватора возможны два случая, когда вес перемещаемой партии зерна меньше либо равен грузоподъемности весов или когда больше нее. Каждый из этих случаев рассмотрим отдельно.

ВНУТРЕННЯЯ РАБОТА ЭЛЕВАТОРА

Вес партии зерна меньше либо равен грузоподъемности весов. Производственный процесс внутренней работы элеватора в зависимости от его схемы и оборудования может иметь свои особенности. Для общего решения вопроса «оперативного» расчета элеватора рассмотрим принципиальную схему современного советского элеватора (рис. 129,*а*).

Для получения аналитического выражения величины $t_{ож}$ проследим на графике движение зерна по маршруту от приемных ларей до силоса.

Движение зерна будем рассматривать в предположении:

— зерно из каждого ларя, емкость которого меньше либо равна емкости весового ковша, взвешивается раздельно;

— зерно из каждого ларя подается в отдельные силосы, для чего после выгрузки зерна из ларя производится перестройка маршрута путем перестановки разгрузочной тележки надсилосного транспортера;

— лари к моменту начала разгрузки заполнены зерном, поэтому открывание задвижки и выпуск зерна из ларя могут быть произведены немедленно после получения сигнала.

Построение графика движения зерна производим в порядке последовательности операций производственного процесса, которые показаны на графике по вертикали сверху вниз (рис. 130). Длительность каждой операции в минутах откладываем по горизонтали.

После подачи сигнала об окончании наладки маршрута открывают задвижку под ларем, затрачивая на это $t_{зд}$ мин. Зерно из ларя посту-

пает на транспортер и через t'_m мин.— время движения зерна по транспортеру — подается в норию. Истечение зерна из ларя происходит в течение $t+X_1$ мин., где t — теоретическое время истечения зерна из ларя, X_1 — время замедления истечения зерна из ларя. После опорожнения ларя задвижки под ним закрывают.

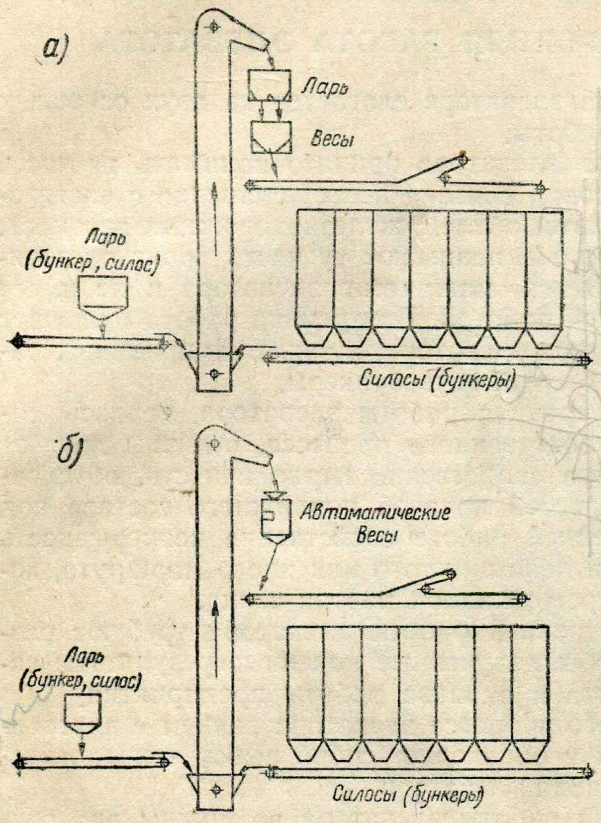


Рис. 129. Принципиальная схема элеватора:
а — с ковшевыми весами; *б* — с автоматическими весами

По окончании разгрузки зерна из ларя через время t'_m, равное времени перемещения последнего зерна по транспортеру, заканчивается подача зерна транспортером на норию.

Зерно, через время $t'_{нр}$, равное времени подъема зерна норией, поступает в надвесовой ларь. Заполнение ларя заканчивается через $t_{нр}$ мин. после окончания подачи на норию зерна транспортером.

Весы наполняются зерном из надвесового ларя после открывания задвижек; при этом момент открывания надвесовых задвижек выбирается с таким расчетом, чтобы время наполнения весового ковша совпало с опорожнением надвесового ларя и окончанием подачи норией последнего зерна перегружаемой партии.

После заполнения весового ковша зерном весовщик закрывает надвесовую задвижку, на что требуется время $t_{зд}$ мин., и подает сигнал о

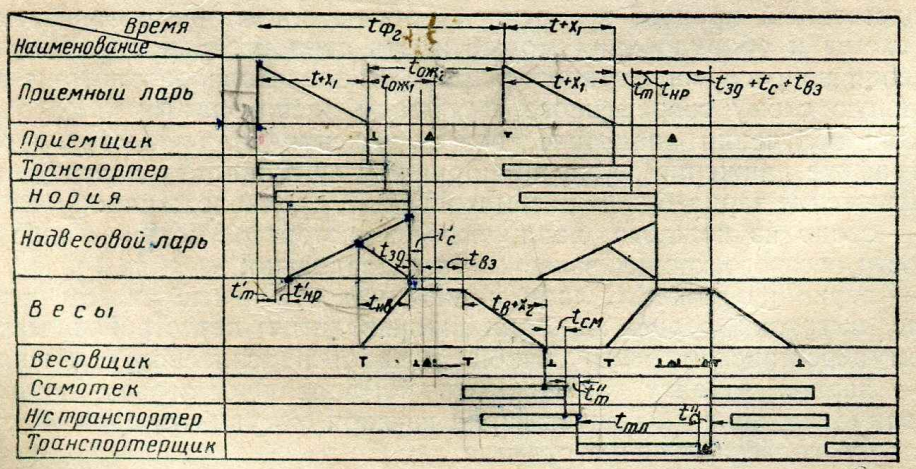


Рис. 130. Графическое изображение внутренней работы элеватора при весе партии, равном или меньшем грузоподъемности весов

возможности перемещения зерна из второго ларя в надвесовой ларь, на что требуется время t'_c мин. После подачи сигнала о разрешении раз-

грузки второго ларя весовщик взвешивает зерно в течение $t_{вз}$ мин., открывает подвесовую задвижку, затрачивая на это время $t_{зд}$, и производит выпуск зерна из весового ковша. Истечение зерна из весового ковша длится в течение $t_в + X_2$ мин., где $t_в$ — теоретическое время истечения зерна из ковша весов.

Взвешенное зерно по самотечным трубам поступает на надсилосный транспортер. Для этого требуется время $t_{см}$ мин., равное времени движения первого зерна по самотечным трубам. После окончания опорожнения весового ковша через тот же промежуток времени прекращается подача зерна на транспортер.

Зерно в течение времени $t''_т$ мин., равного времени движения первого зерна по транспортеру, поступает в силос. Подача заканчивается после окончания поступления зерна из самотека через тот же промежуток времени.

После завершения объема работ по данному маршруту в силу принятых условий производится изменение маршрута путем перевода разгрузочной тележки надсилосного транспортера на новый силос, на что затрачивается время $t_{мл}$, и подается сигнал весовщику о готовности маршрута к приему новой партии зерна, на что необходимо время $t''_с$ мин.

Наличие в маршруте надвесовой емкости позволяет начать разгрузку второго ларя, не ожидая окончания перемещения заданной партии зерна.

Таким образом, надвесовая емкость как бы разделяет весь поток на два участка, не зависимых друг от друга: первый участок — приемный ларь — надвесовой ларь; второй участок — надвесовой ларь — силос для хранения зерна.

Построение графика разгрузки последующего ларя, начиная с момента получения сигнала от весовщика о готовности надвесового ларя к приему зерна, производится в рассмотренном ранее порядке.

Возможность начала разгрузки последующего ларя определяется величиной $t_{ожс_2}$ — промежуток времени между окончанием выпуска зерна из одного ларя и началом опорожнения следующего.

Для первого участка маршрута от разгружаемых ларей до весов, время ожидания $t_{ожс_1}$ определится (см. рис. 130) как сумма времени, необходимого на передачу последнего зерна из приемного ларя в надвесовой ларь $t'_т + t_{нр}$ — времени на закрывание задвижки надвесового ларя после пропуска зерна из разгружаемого ларя $t_{зд}$ и времени на подачу сигнала $t'_с$, разрешающего разгрузку последующего ларя.

Если просуммировать перечисленные промежутки времени по первому участку, получим:

$$t_{ожс_1} \geqslant t'_т + t_{нр} + t_{зд} + t'_с. \qquad \text{(VII, 11)}$$

Полученное уравнение (VII, 11) выражает величину потери времени на первом участке. Для того чтобы правильно выбрать значение величины $t_{ожс_1}$ при определении коэффициента использования нории, необходимо определить величину $t_{ожс_2}$ на втором участке маршрута — от весов до загружаемой емкости.

Величина $t_{ожс_2}$ по второму участку — надвесовой ларь—силос—определяется из графика (см. рис. 130) как промежуток времени между окончанием разгрузки зерна из предыдущего приемного ларя и началом разгрузки последующего ларя, т. е. как сумма затрат времени на операции второго участка.

Величина $t_{ожс_2}$ по второму участку равна:

$$t_{ожс_2} \geqslant t'_т + t_{нр} + t_{зд} + t'_с + t_{вз} + t_в + X_2 + t_{см} + t''_т + t_{мл} + t''_с - t_{вз} - t'_с - t_{зд} - t_{нр} - t'_т - t - X,$$

$$t_{ожс_2} \geqslant [t_{см} + t''_т + t_{мл} + t''_с] - [(t + X_1) - (t_в + X_2)]. \qquad \text{(VII, 12)}$$

Эксплуатационное время разгрузки одного ларя на основании уравнений (VII, 7), (VII, 11) и (VII, 12) для рассматриваемого случая равно:

$$t_{ф_1} = t + X_1 + t_{ожс_1} = t + X_1 + t'_m + t_{нр} + t_{зд} + t'_c; \qquad \text{(VII, 13')}$$

$$t_{ф_2} = t + X_1 + t_{ожс_2} = (t + X_1) + [t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c] -$$
$$- [(t + X_1) - (t_в + X_2)] = t_в + X_2 + t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c. \qquad \text{(VII, 13)}$$

Коэффициент использования нории на основании уравнений (VII, 8; VII. 13′ и VII, 13) равен:

$$K_1 = \frac{t}{t_{ф_1}} = \frac{t}{t + X_1 + t'_m + t_{нр} + t_{зд} + t'_c}; \qquad \text{(VII, 14')}$$

$$K_2 = \frac{t}{t_{ф_2}} = \frac{t}{t_в + X_2 + t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c}. \qquad \text{(VII, 14)}$$

Полученное значение коэффициента использования нории дает возможность подобрать необходимое оборудование, обеспечивающее заданную производительность потока при внутренней работе элеватора.

Уравнения (VII, 12) и (VII, 14) выведены для развернутой схемы элеватора. В случае сокращения схемы либо при отсутствии необходимости в перестройке потока после разгрузки зерна из каждого ларя уравнения (VII, 12) и (VII, 14) могут быть упрощены, так как отпадает необходимость в учете ряда слагаемых, входящих в правую часть уравнений. Так, например, при подаче зерна из ларя непосредственно в норию в уравнениях (VII, 14′) и (VII, 14) $t'_m = 0$; при подаче зерна из весов в силос самотеком в уравнениях (VII, 14′) и (VII, 14) $t''_m = 0$; $t_{тл} = t_{тр}$, где $t_{тр}$ — время на переключение направления самотека и т. д.

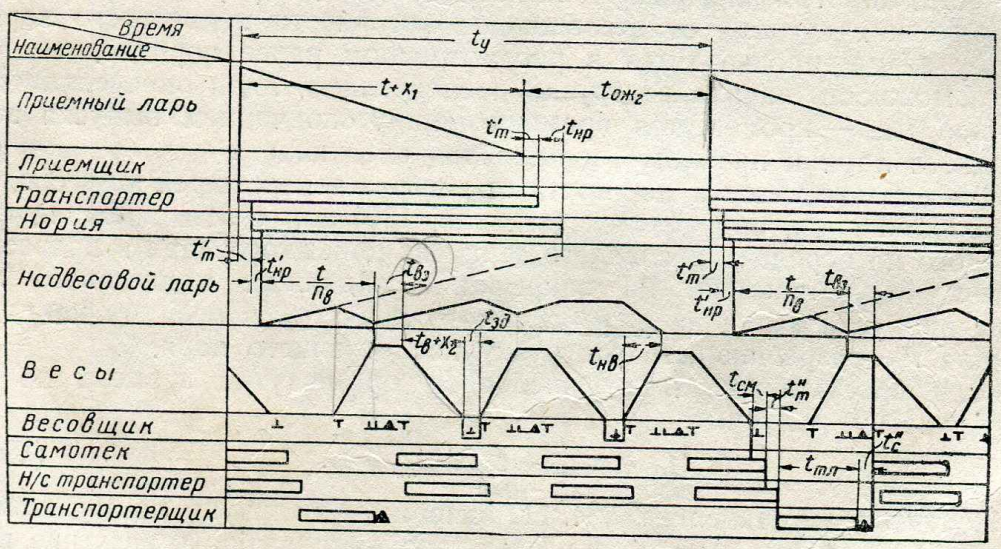


Рис. 131. Графическое изображение внутренней работы элеватора при весе партии, большем грузоподъемности весов

Вес партии больше грузоподъемности весов. Ознакомившись с методикой графо-аналитического определения величины коэффициента использования нории на частном случае, когда вес перегружаемой партии не превышает грузоподъемности весов, рассмотрим более общий случай, когда вес перегружаемой партии превышает грузоподъемность весов, следовательно, в процессе перегрузки необходимо производить несколько взвешиваний зерна.

Принимая ту же принципиальную схему, что и для ранее рассмотренного случая (см. рис. 129), строим график внутренней работы элеватора при числе взвешиваний зерна перегружаемой партии более одного (рис. 131).

Заполнение весового ковша закончится через $\frac{t}{n_в}$, где t — теоретическое время истечения партии зерна весом E из ларя (силоса), $n_в$ — число взвешиваний зерна, находящегося в ларе. После заполнения весового ковша весовщик закрывает надвесовую задвижку, производит взвешивание, открывает подвесовую задвижку и записывает показания весов. По опорожнении весов весовщик закрывает подвесовую задвижку и, вновь открывая надвесовую, приступает к наполнению ковша весов.

Перечисленные операции весовщик совершает до взвешивания последнего отвеса перемещаемой партии зерна, который по сравнению с предыдущими занимает несколько большее время вследствие замедленного истечения зерна из ларя (силоса) и движения последнего зерна по транспортеру $t'_т$ и нории $t_{нр}$.

После перемещения всей партии, как только с надсилосного транспортера сойдет последнее зерно, производится изменение маршрута путем перестановки разгрузочной тележки на новый силос и подается сигнал о готовности к приему следующей партии зерна.

Время ожидания $t_{ож_1}$ и коэффициент использования нории для первого участка определяется из уравнений (VII, 11) и (VII, 14′). Время ожидания по второму участку определяется на основании данных графика (см. рис. 131) из уравнения:

$$t_{ож_2} = t_у - (t + X_1).$$

Определив время $t_у$ по графику (см. рис. 131) как сумму времени от начала разгрузки первого ларя до начала разгрузки последующего ларя, получим:

$$t_у = t'_т + t'_{нр} + \frac{t}{n_в} + [(t_{нв} + t_{вз} + t_в + X_2 + t_{зд})n_в - t_{нв} - t_{зд}] + t_{см} + t''_т +$$
$$+ t_{тл} + t''_с - t_{вз} - \frac{t}{n_в} - t'_{нр} - t'_т = [(t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) +$$
$$+ t_{см} + t''_т + t_{тл} + t''_с] + (t_в + X_2)\, n_в.$$

Время ожидания по второму участку $t_{ож_2}$ после подстановки значения $t_у$ будет равно:

$$t_{ож_2} = t_у - (t + X_1) = [(t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) + t_{см} + t''_т +$$
$$+ t_{тл} + t''_с] - [(t + X_1) - (t_в + X_2)\, n_в]. \qquad \text{(VII, 15)}$$

Эксплуатационное время разгрузки одного ларя по второму участку согласно уравнениям (VII, 7) и (VII, 15) равно:

$$t_{ф_2} = t + X_1 + t_{ож_2} = t + X_1 + [(t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) +$$
$$+ t_{см} + t''_т + t_{тл} + t'_с] - [(t + X_1) - (t_в + X_2)\, n_в] =$$
$$= (t_в + X_2)\, n_в + (t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) + t_{см} + t_{тл} + t''_т + t''_с. \qquad \text{(VII, 16)}$$

Коэффициент использования нории на основании уравнений (VII, 8) и (VII, 16) равен:

$$K_2 = \frac{t}{t_{ф_2}} = \frac{t}{(t_в + X_2)\, n_в + (t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) + t_{см} + t''_т + t_{тл} + t''_с}. \qquad \text{(VII, 17)}$$

Внутренняя работа элеватора при установке в башне автоматических весов [1]. Установка в рабочей башне элеватора автоматических весов (см.

[1] Автоматические весы установлены на ряде элеваторов старой конструкции и на некоторых современных фондовых элеваторах.

рис. 129,*б*), обеспечивающих поточность процесса взвешивания, устраняет разделение производственного процесса внутренней работы элеватора на два участка, которое имеет место при взвешивании на ковшевых весах.

Такое упразднение деления процесса на два участка увеличивает время ожидания $t_{ож}$ и, как следствие этого, снижает коэффициент использования нории.

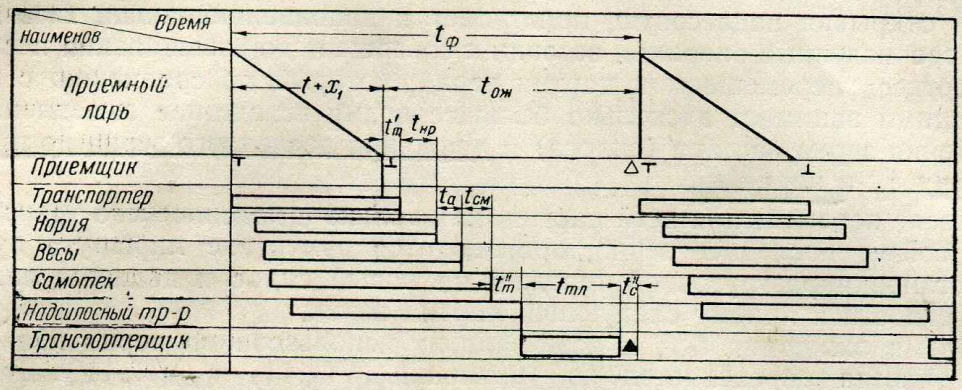


Рис. 132. Графическое изображение внутренней работы элеватора при установке в башне автоматических весов

Действительно, как видно из графика (рис. 132), время ожидания между разгрузкой двух очередных партий зерна равно:

$$t_{ож} = t'_m + t_{нр} + t_a + t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c;$$

эксплуатационное время разгрузки одного ларя равно:

$$t_ф = t + X_1 + t_{ож} = t + X_1 + t'_m + t_{нр} + t_a + t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c \quad \text{(VII, 18)}$$

и коэффициент использования нории равен:

$$K = \frac{t}{t_ф} = \frac{t}{t + X_1 + t'_m + t_{нр} + t_a + t_{см} + t''_m + t_{тл} + t''_c}. \quad \text{(VII, 19)}^1$$

Сравнивая уравнения (VII, 19) с аналогичными уравнениями, полученными для случая взвешивания на ковшевых весах (VII, 14) и (VII, 17), можно сделать вывод, что коэффициенты использования нории при установке автоматических весов значительно ниже, чем при наличии ковшевых весов.

Это снижение тем больше, чем меньше время, необходимое для разгрузки одного ларя, которое зависит от емкости ларя и производительности основного оборудования элеватора.

Отсюда можно сделать следующий вывод: применение автоматических весов нерационально при приеме отдельных партий зерна небольшого размера (прием с железной дороги) и значительной производительности основного оборудования элеватора; применение автоматических весов рационально в тех случаях, когда отдельные партии перемещаемого зерна значительных размеров (прием или отпуск на водный транспорт, внутренние операции).

Выведенные уравнения (VII, 14′), (VII, 14), (VII, 17) и (VII, 19) позволяют определять коэффициент использования нории при внутренней работе элеватора, не прибегая к построению графика.

---

[1] В уравнениях (VII,18) и (VII,19) величина t_a — время, необходимое для довешивания остатков и ручного опрокидывания ковша автоматических весов в конце каждой партии. Ориентировочно величина t_a=20—30 сек.

Основные параметры внутренней работы элеватора

Величины, входящие в правую часть уравнений (см. раздел 3) определяются на основании разработанных и принятых Научно-техническим советом мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства (НТС) норм времени и методов их определения.

В 1938 г. работником Промзернопроекта инж. И. М. Мазиным на основании анализа работы элеваторов были предложены новые измененные нормы, которые нашли применение в практике работы Промзернопроекта. Однако как первые, так и вторые нормы не были подвергнуты разносторонней проверке и уточнению в производственных условиях.

В 1948—1950 гг. кафедрой элеваторно-складского хозяйства Одесского технологического института им. И. В. Сталина было поставлено на ряде элеваторов различного типа экспериментальное исследование использования оборудования, которое дало возможность проверить и уточнить применяемые до сих пор нормы [1].

На основании норм, принятых НТС, Промзернопроектом и уточненных опытом работы различных типов элеваторов СССР, при определении коэффициента использования норий можно рекомендовать следующие ориентировочные нормы, подлежащие уточнению в каждом конкретном случае.

Теоретическое время истечения зерна из ларей и силосов t зависит от величины партии перегружаемого зерна E и производительности транспортного оборудования элеватора Q и определяется из уравнения:

$$t = \frac{60E}{Q}. \qquad \text{(VII, 20)}$$

Замедление истечения зерна из ларей и силосов является одной из существенных потерь времени, влияющей на коэффициент использования оборудования при внутренней работе элеватора.

Решением НТС для определения времени замедления истечения зерна из ларей и силосов в качестве приближенного уравнения было принято уравнение, предложенное проф. Д. В. Шумским:

$$X_1 = \frac{7{,}5\,(E+15)}{Q+80}, \qquad \text{(VII, 21)}$$

а для определения времени замедления истечения зерна из весового ковша

$$X_2 = \frac{7{,}5\,(E_в+15)}{2\,(Q+80)}, \qquad \text{(VII, 22)}$$

где E — вес партии в m;

Q — производительность транспортного оборудования элеватора в $m/час$;

$E_в$ — емкость весового ковша в m.

Так как величины, полученные из уравнений (VII, 21) и (VII, 22), значительно превосходят фактически наблюдаемые, то в практике работы Промзернопроекта применялись значения X ниже, чем вычисленные по этим уравнениям.

Для предварительных расчетов можно принимать следующие значения X_1, уточненные в результате многочисленных наблюдений для пшеницы средней засоренности при влажности до 15%:

1. Приемные автомобильные лари ($E=20$ m) $X_1=40$ сек.
2. Приемные железнодорожные лари ($E=25$ m) $X_1=45$ сек.
3. Приемные железнодорожные лари ($E=50$ m) $X_1=1$ мин.
4. Бункеры прямоугольные с железобетонным пирамидальным дни-

[1] В. Б. Фасман. Пути улучшения использования транспортного оборудования элеваторов. Заготиздат, 1952.

щем (в зависимости от расположения выпускного отверстия) $X_1=50\div 60$ сек.

Бункеры с коническим днищем $X_1=40\div 50$ сек.

5. Силосы квадратные с железобетонным днищем и центральным выпуском $X_1=40$ сек.

То же с выпуском, смещенным от центра $X_1=1$ мин.

6. Силосы круглые $X_1=1{,}5$ мин.

Для силосов и бункеров значение X_1 следует увеличить на величину $0{,}03\ t$, учитывающую неточность сыпи. Тогда время замедления истечения зерна из силосов и бункеров следует принимать равным $X_1+0{,}03\ t$.

Параметры работы весов. К параметрам работы весов относятся:

$$t_{нв},\ t_{вз},\ t_в.$$

Время наполнения весов зависит от величины выпускных отверстий надвесового бункера.

Для определения времени наполнения весов применяют нормы НТС (табл. 29).

Таблица 29

Время наполнения $t_{нв}$ для весов различной грузоподъемности

Грузоподъемность весов в m	5	10	16,5	20	50	60	80
Время наполнения весов в мин. . . .	0,50	0,80	0,80	1,00	1,30	1,50	1,75

Величина $t_{нв}$ включает время, затрачиваемое на операции с надвесовой задвижкой.

Приведенные в табл. 29 значения $t_{нв}$ при проверке их на практике не подтвердились. Проведенное специальное исследование производительности наполнения весов позволяет внести коррективы в нормы, утвержденные НТС [1].

При наполнении весов мы имеем дело с так называемым свободным истечением сыпучих тел из отверстий, не соединяющихся с самотечными трубами. Производительность такого истечения может быть определена из уравнения:

$$Q_{нв}=3600\mu\gamma F\sqrt{2gR_{пр}}. \qquad \text{(VII,23)}$$

Здесь μ — коэффициент расхода;

γ — насыпной вес сыпучего материала в $т/м^3$;

F — площадь выпускного отверстия в $м^2$;

$g=9{,}81\ м/сек^2$ — ускорение силы тяжести;

$R_{пр}$ — приведенный радиус выпускного отверстия, равный удвоенному гидравлическому радиусу.

Коэффициент расхода μ для зерна зависит от его культуры, влажности и засоренности. Для расчетов можно принимать значение $\mu=0{,}45$ (для пшеницы при влажности 14—15% и засоренности в пределах 3%).

Тогда при насыпном весе $\gamma=0{,}75\ т/м^3$ уравнение (VII,23) примет вид:

$$Q_{нв}=7600F\sqrt{R_{пр}}. \qquad \text{(VII,24)}$$

Так как при открывании задвижки производительность вытекания теоретически возрастает от нуля до максимума, а при закрывании —

[1] В. Б. Фасман. Пути улучшения использования транспортного оборудования элеваторов. Заготиздат, 1952.

уменьшается от максимума до нуля, то общее время наполнения может быть выражено следующим уравнением:

$$t_{нв} = \frac{60E_в}{Q_{нв}} + t_{зд} \text{ мин.} \qquad \text{(VII,25)}$$

Зная площадь выпускных отверстий надвесовой задвижки, можно по формулам (VII,24) и (VII,25) определить величину $t_{нв}$.

Продолжительность наполнения весов, определенная для весов различной грузоподъемности и типов задвижек, исчисленная по уравнению (VII, 25), приведена в табл. 30.

Таблица 30

Соотношение грузоподъемности весов и типов задвижек

Грузоподъемность весов в *т*	Задвижки: тип	Задвижки: количество и размер отверстий в *мм*	Пропускная способность задвижки в *т/час*	Время наполнения весов в мин.
5	ТЗВ-4	4×500×300	1400	0,27
10	ТЗВ-4	4×500×300	1400	0,48
20	ТЗВ-6	6×250×250	715	1,73
70	ТЗВ-9	9×250×250	1990	3,30

Продолжительность взвешивания принимается $t_{вз} = 15$ сек.

Теоретическое время $t_в$ вытекания зерна из весов зависит от величины навески $E_в$ и от производительности транспортного оборудования, принимающего зерно с весов Q_2, и равно:

$$t_в = \frac{60E_в}{Q_2}. \qquad \text{(VII,26)}$$

Передача зерна транспортными машинами. К этой группе относятся параметры $t_т$, $t_{нр}$, $t_{см}$.

Продолжительность движения последнего зерна по транспортеру $t_т$ зависит от расстояния l от насыпного лотка до сбрасывающего барабана транспортера и скорости $v_л$ движения ленты и определяется уравнением:

$$t_т = \frac{l}{60v_л}. \qquad \text{(VII,27)}$$

Продолжительность движения последнего зерна в нории и дочерпывания остатков $t_{нр}$ зависит от высоты нории H и скорости движения норийной ленты $v_н$. Если для подъема последнего зерна требуется промежуток времени $t_{нр} = \frac{H}{60v_н}$, то время, необходимое для дочерпывания зерна, зависит от количества зерна, оставшегося в башмаке, т. е. от конструкции и положения барабана в башмаке. Чем больше башмак и чем выше находится барабан, тем больше зерна остается в башмаке после прекращения сыпи и тем больше времени потребуется на дочерпывание остатков. Специально проведенные замеры показали, что

$$t_{нр} = (2 \div 4)\frac{H}{60v_н}.$$

Для расчетов можно принимать, как и рекомендует проф. Д. В. Шумский:

$$t_{нр} = \frac{3H}{60v_н}. \qquad \text{(VII,28)}$$

Продолжительность $t_{см}$ движения последнего зерна по самотеку зависит от высоты, конструкции и конфигурации самотечных труб, принимающих зерно из-под весов. Этот промежуток времени незначительный и не превышает величины $t_{см} = 0{,}1$ мин.

Вспомогательные операции. К вспомогательным операциям можно отнести передачу сигналов, операции с задвижками, передвижными тележками и распределительными устройствами.

Время $t_{зд}$, необходимое на открывание или закрывание задвижки, зависит от ее конструкции и состояния, а также от удобства управления ею. Для всех случаев можно принять среднее значение $t_{зд}=0{,}1$ мин.

Время подачи сигнала t_c зависит от типа сигнализации. При световой или звуковой сигнализации можно принимать $t_c=0{,}1$ мин.; при переговорах по телефону $t_c=0{,}5$ мин.; при использовании переговорных трубок $t_c=1{,}0$ мин.

Время $t_{тл}$ на перемещение сбрасывающей тележки зависит от дальности перемещения и ее устройства. Для тележки с ручным приводом скорость передвижения составляет 10 *м/мин*, для самоходных — 0,4÷÷0,6 *м/сек* (в зависимости от скорости движения ленты). При определении величины параметра $t_{тл}$ не следует учитывать всей длины надсилосного транспортера, так как едва ли при каждой перестройке маршрута придется перемещать тележку из одного конца корпуса в другой. Для расчетов можно принять среднюю длину перемещения равной $^1/_2$ длины надсилосного транспортера.

Время $t_{тр}$, потребное на перестановку распределительной трубы, зависит от конструкции механизма поворота и его состояния. Для расчетов можно принять $t_{тр}=0{,}5$ мин.

Определение соотношения производительностей норий, надсилосного транспортера и грузоподъемности весов

Нория, как уже говорилось, является основной транспортной машиной на элеваторе, участвующей во всех маршрутах, поэтому при выборе основных параметров маршрута необходимо прежде всего обеспечивать возможно более полную ее загрузку.

Выбор производительности надсилосного транспортера. Для своевременной разгрузки весового ковша, при отсутствии бункера под весами, производительность надсилосного транспортера должна быть выше производительности нории. При неправильном выборе производительности надсилосного транспортера продолжительность $t_{ф_2}$ операции на втором участке может превышать продолжительность $t_{ф_1}$ операций на первом участке, т. е. $t_{ф_1} < t_{ф_2}$.

В этом случае истечение зерна из весов на надсилосный транспортер будет задерживать работу нории, снижая коэффициент ее использования.

Для того чтобы истечение зерна из весов на надсилосный транспортер не задерживало работы нории, необходимо соблюдать условие:

$$t_{ф_2} \leqslant t_{ф_1}. \qquad \text{(VII,29)}$$

Так как самым напряженным режимом надсилосного транспортера является работа при перемещении небольших партий зерна, то для вывода уравнения, определяющего производительность транспортера, рассмотрим случай, когда вес перегружаемой партии меньше или равен грузоподъемности весов.

Подставляя в уравнение (VII,29) значения $t_{ф_1}$ и $t_{ф_2}$ из уравнений (VII,13′) и (VII,13), получим:

$$t_в + X_2 + t_{см} + t''_т + t_{тл} + t''_c \leqslant t + X_1 + t'_т + t_{нр} + t_{зд} + t'_c. \qquad \text{(VII,30)}$$

Полагая

$$X_1 + t'_т + t_{нр} + t'_c + t_{зд} = A$$

и

$$X_2 + t_{см} + t''_т + t_{тл} + t''_c = B$$

и выражая время истечения зерна из весового ковша в уравнении (VII,30) через производительность надсилосного транспортера Q_2, т. е.

$$t_в = \frac{60E_в}{Q_2},$$

и решая уравнение (VII,30) относительно Q_2 получим:

$$Q_2 \geqslant \frac{60E_в}{t+A-B}. \qquad \text{(VII,31)}$$

При выборе производительности надсилосного транспортера можно итти двумя путями: а) повысить производительность надсилосного транспортера по сравнению с производительностью подсилосного и приемного транспортеров путем увеличения скорости движения ленты в случае, когда производительность надсилосного транспортера Q_2 не намного превышает производительность основного оборудования; б) установить транспортер повышенной производительности, принимая производительность ближайшую, высшую из установленных ГОСТ производительностей ленточных транспортеров.

Выбор грузоподъемности весов. При выборе грузоподъемности весов должны быть выполнены два основных требования: работа весов не должна снижать коэффициента использования нории и один весовщик должен обслуживать не менее двух весов.

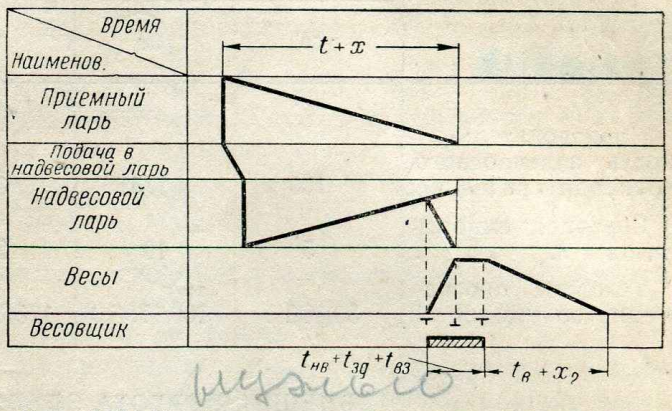


Рис. 133. Графическое изображение работы весов

Условия повышения коэффициента использования нории. Самым напряженным режимом работы весов является работа при перемещении больших партий зерна, т. е. при весе партии больше грузоподъемности весов.

При этих операциях весы должны обеспечить работу нории с коэффициентом использования, равным единице. Если обозначить через $t'_{нв}$ теоретическое время подъема норией одного отвеса, то первое требование можно, пользуясь графиком (рис. 133), написать в следующем виде:

$$t'_{нв} \geqslant t_{нв} + t_{вз} + t_в + X_2 + t_{зд}. \qquad \text{(VII,32)}$$

Правая часть этого уравнения представляет цикл работы весов, следовательно, при соблюдении уравнения (VII,32) работа весов не будет снижать коэффициента использования нории даже при самой напряженной работе.

В том случае, когда неравенство (VII,32) не соблюдается, необходимо уменьшить правую его часть за счет уменьшения времени $t_в$, чего можно достигнуть, повысив производительность надсилосного транспортера.

Условия обслуживания одним весовщиком не менее двух весов. Соблюдение этого условия объясняется стремлением сократить эксплуатационные расходы на элеваторе за счет совмещения обслуживания одним человеком нескольких машин. Из графика (рис. 133) видно, что весовщик занят на одних весах в течение $t_{нв} + t_{вз} + t_{зд}$ мин. Во время истечения зерна из первых весов, т. е. в течение времени $t_в + X_2$, весовщик свободен и может обслуживать вторые весы. За это время он должен успеть записать показания первых весов, перейти ко вторым, обслужить их и снова вернуться к первым. Обозначим через $t_{уп}$ время, необходимое на запись результатов взвешивания и переходы, а также управленческие операции (величина $t_{уп}$ может быть принята равной 1,5 мин.). Тогда второе условие может быть выражено следующей аналитической зависимостью:

$$t_в + X_2 \geqslant t_{нв} + t_{вз} + t_{зд} + t_{уп}. \qquad \text{(VII,33)}$$

Рассматривая неравенства (VII,31), (VII,32) и (VII,33) в их совокупности, определяют соотношение производительностей нории, надсилосного транспортера и грузоподъемности весов, обеспечивающих наивысшее использование основного оборудования элеватора — нории.

Практика советского элеваторостроения установила соотношения между производительностями нории, надсилосного транспортера и грузоподъемностью весов. Эти соотношения приведены в табл. 31.

Таблица 31

Соотношение производительности нории, надсилосного транспортера и грузоподъемности весов

	Производительность нории в *т/час*				
	50	100	175	350	500
Производительность надсилосного транспортера в *т/час*	100	175	350	500	750
Грузоподъемность весов в *т*	5	10	20	70	70
Условное обозначение сочетания . .	50/100/5	100/175/10	175/350/20	350/500/70	500/750/70

ВНЕШНЯЯ РАБОТА ЭЛЕВАТОРА

Производственный процесс внешней работы элеватора может быть разбит на два основных вида: прием и отгрузка зерна.

Каждый из этих видов внешней работы имеет общие, не зависящие от транспорта особенности, характеризующие их работу. Одновременно с этим внутри каждого из них имеются свои специфические особенности, определяемые типом транспорта.

Например, внешняя работа элеватора по приему зерна включает операции по разгрузке зерна в лари, маневровые работы с подвижным составом транспорта, вспомогательные работы, связанные с осмотром и подготовкой ларей к приему зерна, и т. д. Наряду с этим объем перечисленных операций в зависимости от вида транспорта различен. Так, для железнодорожного транспорта объем маневровых работ весьма значителен, в то время как для водного транспорта по своему удельному весу почти равен нулю, а для автомобильного транспорта равен нулю. Для железнодорожного и автомобильного транспорта производительность разгрузки подвижного состава может быть принята почти равномерной в течение всего времени производства работ, в то время как для водного транспорта производительность все время снижается, достигая в конце незначительной величины.

Наличие общих, вне зависимости от вида транспорта, черт внешней работы элеватора по приему и отпуску зерна позволяет установить общие принципы расчета и проверки оборудования.

Внешняя работа элеватора по приему зерна

Основное требование, предъявляемое к процессу внешней работы элеватора, заключается в том, чтобы технология разгрузки была построена исходя из условий максимального использования основного оборудования элеватора.

Это требование может быть выполнено только при условии, если в приемных ларях будет находиться такое количество зерна, которое обеспечивает работу оборудования элеватора без каких-либо задержек.

Исходя из этого, на разгрузку каждого приемного ларя должно расходоваться время, равное:

$$t_ф = t + X_1 + t_{ож}.$$

Процесс внешней работы элеватора, тесно связанный с транспортом, требует времени не только на разгрузку, но и на обслуживание транспорта, подготовку рабочего места и пр.

Если обозначить через $T_{вн}$ сумму времени, затрачиваемого на внешнюю работу по разгрузке транспорта, через $n_л$ число мест разгрузки (число приемных ларей), то для того, чтобы внешняя работа была увязана с внутренней работой и было обеспечено максимальное использование оборудования, необходимо:

$$T_{вн} = t_ф n_л = (t + X_1 + t_{ож}) n_л. \qquad \text{(VII, 34)}$$

Число мест разгрузки (число ларей), обеспечивающих минимальное использование оборудования элеватора, на основании уравнения (VII,34) равно:

$$n_л = \frac{T_{вн}}{t + X_1 + t_{ож}}. \qquad \text{(VII, 35)}$$

Уравнение (VII, 35) является основным уравнением внешней работы элеватора, так как оно, увязывая внешнюю и внутреннюю работу, определяет весь процесс приема зерна в элеватор.

Для определения числа разгрузочных точек (числа ларей) необходимо найти числовое значение числителя и знаменателя правой части уравнения (VII, 35).

Определение значения знаменателя дано в предыдущих разделах этой главы (см. раздел 3), величина $T_{вн}$ может быть определена путем применения графо-аналитического метода.

В качестве примеров рассмотрим определение величины времени $T_{вн}$ и числа ларей $n_л$ для случаев железнодорожного, автомобильного и водного транспорта.

Внешняя работа элеватора по приему зерна с железнодорожного транспорта

На современных крупных советских элеваторах, принимающих большие партии зерна с железнодорожного транспорта, приемные лари обычно расположены над ленточным транспортером, который, забирая зерно из ларей, передает его в элеватор.

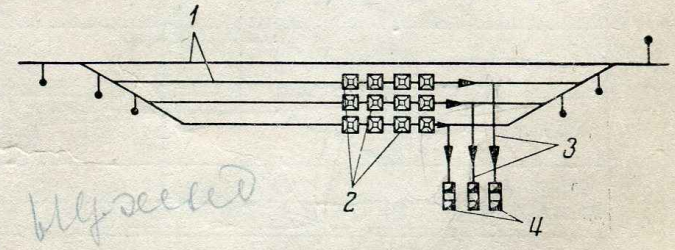


Рис. 134. Схема приемного устройства с железной дороги с продольным расположением транспортеров:

1—железнодорожные пути; *2*—приемные лари; *3*—приемные транспортеры; *4*—нории элеватора

В зависимости от расположения приемных транспортеров относительно железнодорожных путей элеватора, на которых производятся разгрузочные работы, различают два типа приемных устройств: продольное (рис. 134) и поперечное (рис. 135).

Так как тип приемного устройства оказывает заметное влияние на внешнюю работу элеватора, то величину $T_{вн}$ определим для каждого типа приемных устройств. При этом будем исходить из следующих условий:

— над каждым приемным ларем устанавливается по одному вагону, что требует производства маневров с числом вагонов, равным числу приемных ларей;

— зерно в лари разгружается либо одновременно, либо последовательно; при этом обязательным условием является невозможность попадания зерна в ларь из других вагонов;

— зерно из приемных ларей выпускается последовательно; задвижки второго ларя открываются после того, как полностью закончилась разгрузка первого ларя и получено разрешение на выпуск зерна из второго ларя;

— после разгрузки всех вагонов на одном пути производится одновременная их уборка и подача для разгрузки других вагонов.

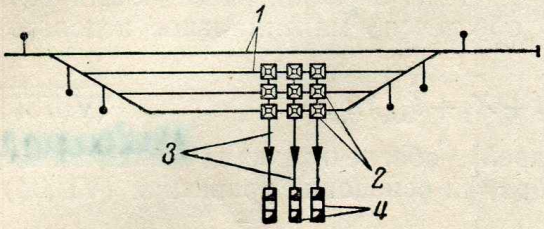


Рис. 135. Схема приемного устройства с железной дороги с поперечным расположением транспортеров:

1—железнодорожные пути; *2*—приемные лари; *3*—приемные транспортеры; *4*—нории элеватора.

Расположение приемных транспортеров вдоль железнодорожных путей — продольное приемное устройство. Процесс разгрузки зерна при продольном приемном устройстве может быть представлен в виде графика (рис. 136).

Выпуск зерна из первого ларя начинается за t мин. до окончания разгрузки вагона и заканчивается спустя X_1 мин. после ее окончания.

Через $t_{ож}$ мин. после окончания разгрузки приемного ларя начинается разгрузка второго ларя, которая длится $t+X_1$ мин. Разгрузка последующих ларей происходит в том же порядке.

Для того чтобы обеспечить максимальную загрузку оборудования элеватора, необходимо не допускать перерыва в загрузке ларей, и как только последний ларь разгрузится от зерна, его следует немедленно загрузить вновь.

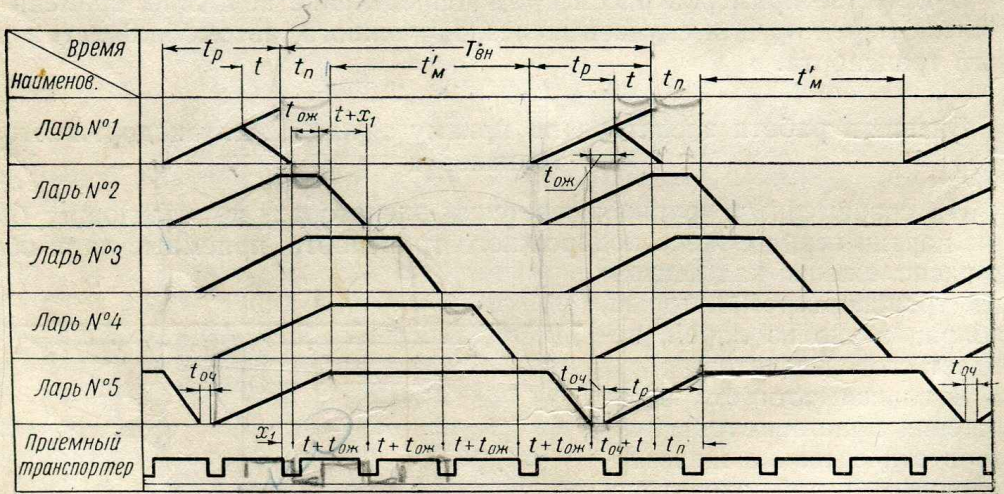


Рис. 136. Графическое изображение приема зерна с железной дороги при продольном расположении транспортеров

Однако это требование не может быть удовлетворено полностью, так как процесс приема зерна требует обязательного осмотра и очистки ларя после его разгрузки, на что требуется определенное время $t_{оч}$ мин.

Разгрузка первого ларя после приема второй партии вагонов может быть начата только через $t_{ож}$ мин. после окончания разгрузки последнего ларя, загруженного зерном из вагонов предыдущей партии.

Разгрузка последнего вагона второй партии может быть окончена лишь спустя $t_п$ мин. после окончания разгрузки первого вагона той же

партии. Такой разрыв в разгрузке первого и последнего вагонов обусловлен, как это видно из графика, требованием максимального использования оборудования элеватора.

Величина времени $t_п$ может быть определена из графика. Для этого просуммируем время между окончанием разгрузки ларя от зерна, принятого из последнего вагона предыдущей партии, и окончанием загрузки ларя из последнего вагона последующей партии (см. рис. 136). Это время равно: по нижней линейке $t_{оч}+t_р$, по верхней линейке $t_{ож}+t+t_п$.

Приравняв полученные значения, имеем:

$$t_{ож}+t_п+t=t_{оч}+t_р;$$

отсюда

$$t_п=t_{оч}+t_р-(t+t_{ож}). \qquad \text{(VII, 36)}$$

На основании уравнения (VII, 36) можно сделать вывод, что начало разгрузки первого и последнего вагонов вполне определено. Разрыв между началом разгрузки первого и последнего вагонов дает возможность организовать последовательную разгрузку вагонов и сократить число рабочих.

Промежуток времени между окончанием разгрузки последнего вагона и началом разгрузки первого вагона последующей партии, если он больше или равен времени, установленного для производства маневров, используется для этих целей.

Пользуясь графиком (см. рис. 136), определим $T_{вн}$. Для этого рассмотрим график в пределах времени между окончанием разгрузки первых вагонов двух смежных партий.

Время, необходимое на производство внешней работы с одной партией вагонов, равно:

$$T_{вн}=t_п+t'_м+t_р, \qquad \text{(VII, 37)}$$

Подставив в уравнение (VII, 37) значение $t_п$ из уравнения (VII, 36), получим:

$$T_{вн}=t_п+t'_м+t_р=2t_р+t'_м+t_{оч}-(t+t_{ож}). \qquad \text{(VII, 38)}$$

Число приемных ларей, обеспечивающее максимальное использование оборудования элеватора, получим, подставив в уравнение (VII, 35) значение $T_{вн}$ из уравнения (VII, 38) и приняв вместо $t'_м$ нормированное время на маневры $t_м$ $(t'_м \geqslant t_м)$; тогда

$$n_л=\frac{2t_р+t_м+t_{оч}-(t+t_{ож})}{t+t_{ож}+X_1}. \qquad \text{(VII, 39)}$$

Расположение приемных транспортеров перпендикулярно к железнодорожным путям — поперечное приемное устройство. Процесс разгрузки зерна при поперечном приемном устройстве может быть представлен графиком (рис. 137).

Выпуск зерна из первого приемного ларя начинается за t мин. до окончания разгрузки вагона и заканчивается спустя X_1 мин. после окончания разгрузки вагона; разгрузка ларя от зерна, выгруженного из второго вагона, начинается спустя $t_{ож}$ мин. после полного опорожнения предыдущего ларя.

Производство маневров при поперечном приемном устройстве в отличие от продольного осуществляется после разгрузки каждого вагона.

Поэтому время, необходимое для выполнения внешней работы, как это видно из графика, является временем между окончанием разгрузки предыдущего и последующего вагонов на один приемный ларь и равно:

$$T_{вн} = t'_м + t_р. \qquad \text{(VII, 40)}$$

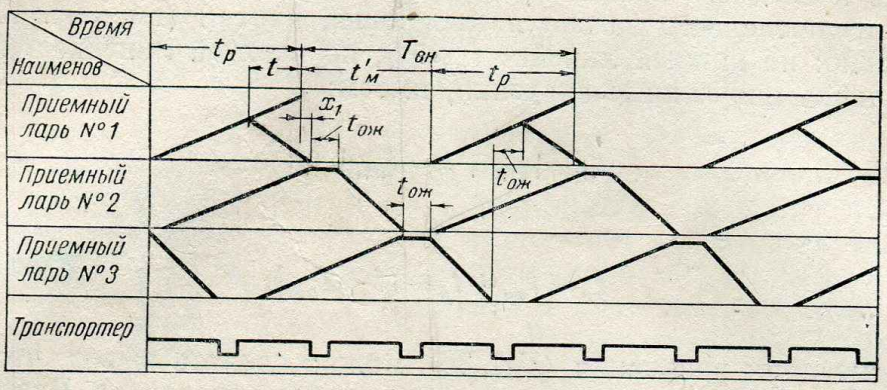


Рис. 137. Графическое изображение приема зерна с железной дороги при поперечном расположении транспортеров

Число ларей, обеспечивающих максимальное использование оборудования элеватора, получим, подставив в уравнение (VII, 35) значение $T_{вн}$ из уравнения (VII, 40); тогда

$$n_л = \frac{t'_м + t_р}{t + X_1 + t_{ож}}. \qquad \text{(VII, 41)}$$

Внешняя работа элеватора по приему зерна с автомобильного транспорта

На современных элеваторах, зерно, подвозимое автомобилями и подводами, принимается в лари приемного амбара.

Технологический процесс приема зерна и передачи его в элеватор представлен графиком (рис. 138).

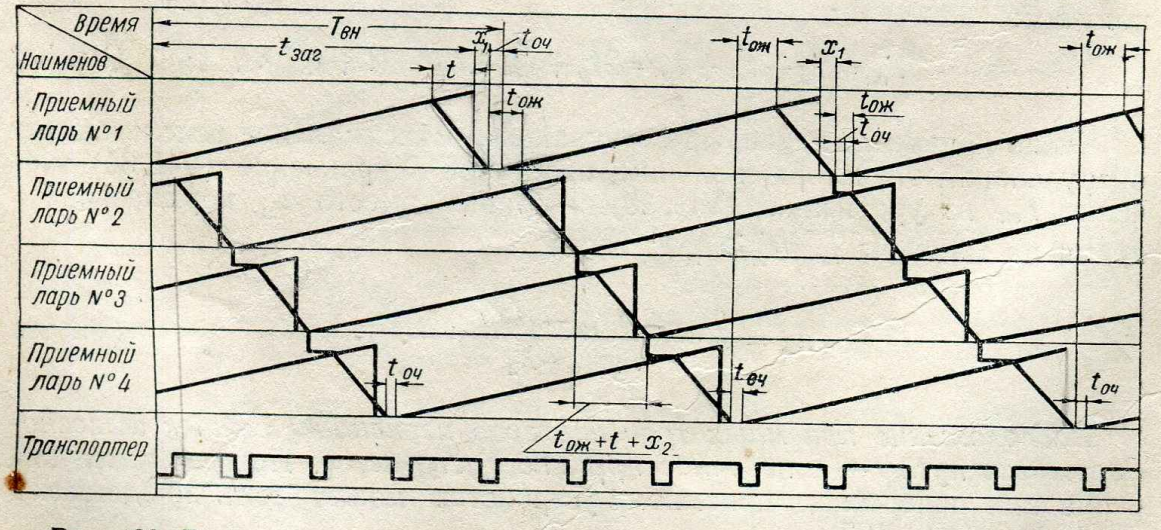


Рис. 138. Графическое изображение приема зерна с автомобильного транспорта.

Выпуск зерна из первого ларя начинается за t мин. до окончания заполнения ларя и продолжается в течение X_1 мин. после окончания его заполнения.

По окончании опорожнения в течение $t_{оч}$ мин. производят осмотр и очистку ларя, после чего его заполняют вторично.

Разгрузка второго ларя начинается спустя $t_{ож}$ мин. после полного опорожнения первого ларя.

На основании построенного графика время внешней работы по разгрузке и загрузке одного ларя равно:

$$T_{вн} = t_{заг} + X_1 + t_{оч}. \qquad \text{(VII, 42)}$$

Число ларей, обеспечивающее максимальное использование оборудования элеватора, согласно уравнению (VII, 35) равно[1]

$$n_л = \frac{T_{вн}}{t + X_1 + t_{ож}} = \frac{t_{заг} + X_1 + t_{оч}}{t + X_1 + t_{ож}}. \qquad \text{(VII, 43)}$$

Так как величина $t_{заг}$ различна для автомобилей и подвод, то число ларей, обеспечивающих прием поступающего зерна с этих видов транспорта, определится из уравнения:

$$n'_л = q_а n_{л.\,а} + q_п n_{л.\,п}, \qquad \text{(VII, 44)}$$

где $q_а$ — доля подвоза зерна автомобилями;

$q_п$ — доля подвоза зерна подводами;

$n_{л.\,а}$ и $n_{л.\,п}$ — определяются из уравнения (VII, 43) в предположении, что все количество зерна поступает только с автомобильного транспорта ($n_{л.\,а}$), или только с подвод ($n_{л.\,п}$). Кроме того, число ларей уточняется, исходя из количества культур и отдельных сортов, поступающих одновременно.

Таким образом, число ларей, определяемое уравнением (VII, 43), является минимальным.

Число проездов приемного устройства с автомобильного транспорта можно определить по формуле, которую рекомендует Промзернопроект для приемного амбара с поперечным проездом:

$$n_л = \frac{Q\varphi}{t_а q_{заг}} + \frac{m}{4}, \qquad \text{(VII, 45)}$$

где Q — максимальный суточный грузооборот приемного устройства в m, равный: $Q = \frac{Q_м}{30}\alpha$;

$Q_м$ — грузооборот приемного устройства в месяц максимального поступления зерна;

α — суточный коэффициент неравномерности, обычно равный 2,0;

φ — коэффициент часовой неравномерности ($\varphi = 1{,}25 \div 1{,}5$);

$t_а$ — время работы приемного устройства в часах, в сутки, для наиболее напряженных дней работы (обычно $t_а = 20$ час.);

Таблица 32[2]

Приемная способность проезда в *т/час*

Способ разгрузки	Средняя грузоподъемность		
	Автомобиля 3 *т*	Автомобиля 3–4 *т*	Подводы 0,5 *т*
Ручной	20	30—40	7,5
Опрокидыватель для автомобиля . . .	30	35—45	—

$q_{заг}$ — часовая приемная способность одного проезда в *т/час* (значение $q_{заг}$ приведено в табл. 32);

m — число одновременно сдаваемых партий зерна, не подлежащих смешиванию (для предварительных расчетов можно принимать $m = 4$).

---

[1] В случае приема в течение суток в один и тот же ларь зерна одной и той же культуры и одинакового качества время $X_1 + t_{ож}$ необходимо приравнять нулю.

[2] Данные, приведенные в табл. 32, являются ориентировочными и подлежат уточнению.

Внешняя работа элеватора по приему зерна с водного транспорта

В отличие от приема зерна с железнодорожного и автомобильного транспорта разгрузка судов имеет свои особенности, которые сводятся к следующему:

— значительная грузоподъемность судов, загружаемых в большинстве случаев однородным по качеству зерном;

— необходимость равномерной разгрузки всех трюмов судна для обеспечения его устойчивости и устранения возможной деформации корпуса судна;

— значительные затруднения с механизацией внутритрюмных работ в силу разнообразия типов и конструкций судов.

Если первая особенность — наличие больших однородных партий перегружаемого зерна — создает все предпосылки к максимальному использованию основного оборудования элеватора, то вторая и третья особенности оказывают обратное влияние: снижают производительность оборудования приемного устройства вследствие простоя машин в момент перестановки судов или механизмов при переходе от одного трюма к другому.

Это влияние тем больше, чем больше производительность оборудования приемного устройства и меньше грузоподъемность подвижного состава, и наоборот. Высказанное положение можно характеризовать цифрами, приведенными в табл. 33.

Таблица 33

Коэффициент использования оборудования приемного устройства при пневматических установках [1]

Техническая производительность установки в *т/час*	Коэффициент использования при грузоподъемности судов в *т*		
	300–600	1000–2000	2000 и выше
50	0,75	0,85	0,90
100	0,65	0,75	0,85
200	0,60	0,70	0,80
300	0,50	0,65	0,75

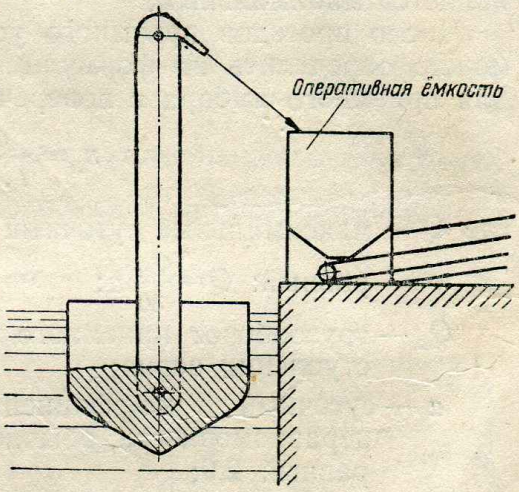


Рис. 139. Схема включения оперативной емкости при приеме с водного транспорта

В силу сказанного непосредственная связь приемного оборудования с водного транспорта с основным оборудованием элеватора не может быть рекомендована.

Для устранения разрыва в производительности основного и приемного оборудования в схему приема зерна с водного транспорта включается промежуточная оперативная емкость (рис. 139), которая выравнивает производительность оборудования, работающего в разных режимах.

Величину оперативной емкости E_o уточняют построением графика внешней работы элеватора (рис. 140). При построении графика весь процесс разгрузки необходимо разделить на несколько этапов, разграниченных простоями оборудования $t_{пр}$ (вызванных технологией разгрузки

[1] А. Н. Круглов. Пневматический транспорт зерна и отходов, ч. II, стр. 7.

судов), приняв для каждого этапа свое значение коэффициента использования оборудования так, чтобы в среднем коэффициент использования был равен величине, приведенной в табл. 33.

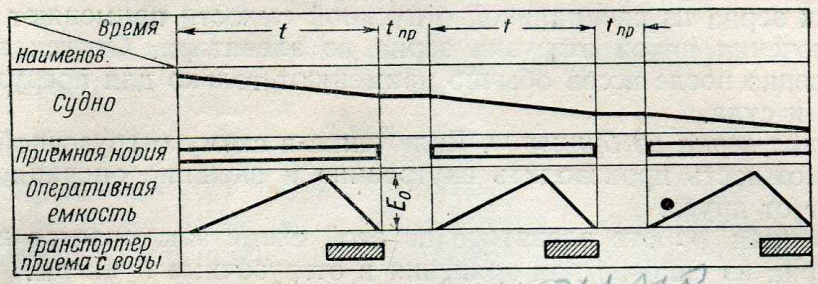


Рис. 140. Графическое изображение приема зерна с водного транспорта в оперативную емкость

В качестве примера можно привести приближенные значения коэффициента использования, взятые из опыта работы приемного устройства с водного транспорта производительностью 100 *т/час* (табл. 34).

Таблица 34

Коэффициенты использования оборудования приемного устройства при разгрузке судов

Этапы работы	Количество разгружаемого зерна в %	Коэффициент использования	
I	25	1,00	Среднее значение 0,80
II	70	0,75	
III	5	0,50	

Внешняя работа элеватора по отпуску зерна

Основное требование, предъявляемое к процессу внешней работы элеватора по отпуску зерна, заключается в том, чтобы технология погрузки обеспечивала максимальное использование основного оборудования элеватора.

Это требование может быть выполнено в том случае, если производительность основного оборудования будет увязана с отгрузочной способностью элеватора.

На современных элеваторах применяют две основные принципиальные схемы отпуска зерна из элеватора: из отпускных бункеров (рис. 141) и непосредственно после весов (рис. 142). Каждой из перечисленных схем свойственны свои особенности.

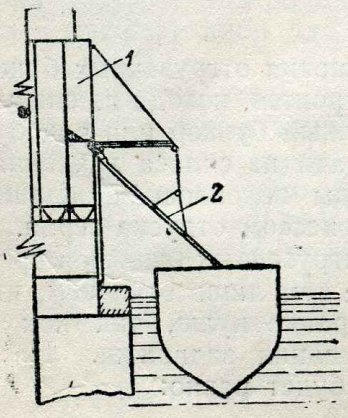


Рис. 141. Схема отгрузки зерна из отпускных бункеров:

1—отгрузочный бункер; *2*—отпускная самотечная труба

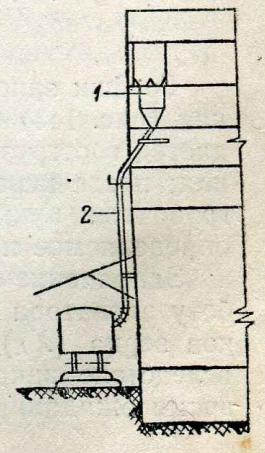


Рис. 142. Схема отгрузки зерна после весов:

1—весы; *2*—отпускная самотечная труба

Так, для схемы, при которой отпуск зерна производится из специальной отпускной емкости, внутренняя и внешняя работа элеватора разграничивается включенной в схему емкостью, которая делает внутреннюю работу независимой от внешней.

При отпуске зерна после весов операции по перемещению зерна транспортными машинами и перестановка тележки, связанная с изменением места подачи зерна, заменяются непосредственной подачей зерна после весов в подвижной состав транспорта.

Отпуск зерна из специальной отпускной емкости применяют для всех без исключения видов отгрузки зерна из элеватора. Отпуск зерна непосредственно после весов обычно применяют только для погрузки зерна в вагоны и суда.

Отгрузка зерна из бункеров. Включение в схему отгрузочной емкости дает возможность производить внутренние и внешние операции независимо друг от друга.

Внутренняя работа элеватора по этой схеме заключается в перемещении зерна из силосов для хранения в отгрузочные бункеры.

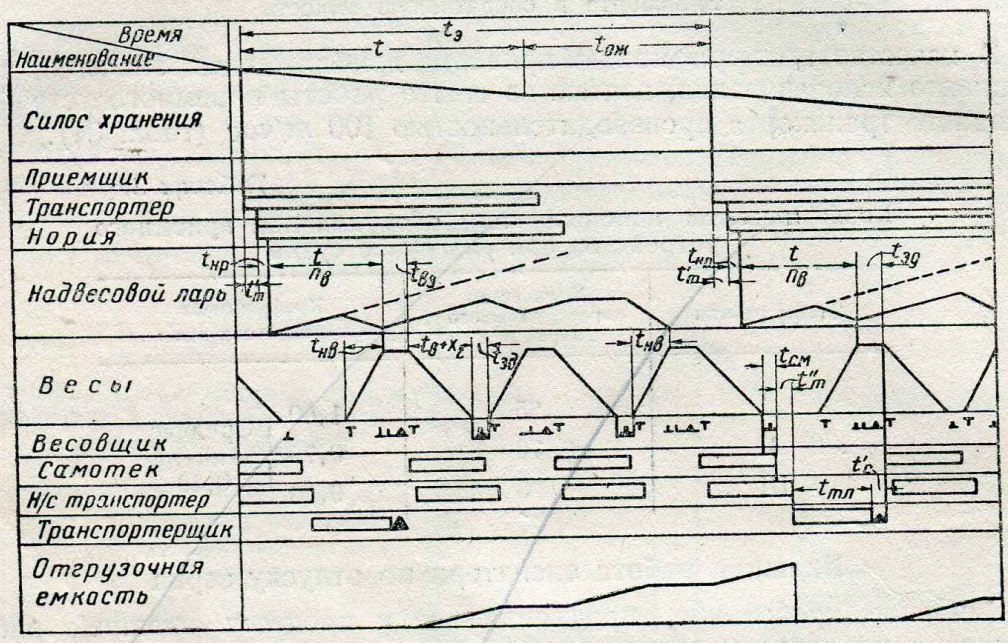


Рис. 143. Графическое изображение работы по отгрузке зерна из силосов

График заполнения отгрузочных бункеров для рассматриваемого случая (рис. 143) строится, исходя из следующих предположений: зерно подается в отгрузочный бункер или ряд бункеров из одного силоса хранения; после передачи из силоса хранения требуемой партии зерна в отгрузочные бункеры подсилосная задвижка закрывается на время $t_{ож}$, определяемое процессом отпуска зерна.

Заполнение отгрузочных бункеров представляет собой внутреннюю работу элеватора с тем лишь отличием, что здесь время истечения остатков зерна (X_1) равно нулю, так как прекращение сыпи происходит вследствие закрывания задвижки. На основании уравнения (VII, 15) время ожидания будет равно:

$$t_{ож} = [(t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) + t_{см} + t''_т + t_{тл} + t''_с] - \\ - [t - (t_в + X_2) n_в]. \qquad \text{(VII, 46)}$$

В том случае, если после каждого взвешивания необходимо направлять партию зерна в отдельную отгрузочную емкость, как это имеет место при отгрузке зерна в вагоны, число взвешиваний $n_в$ в уравнении (VII, 46) полагаем равным единице (рис. 144). Тогда для случая

отгрузки зерна в вагоны при грузоподъемности весов, равной или большей грузоподъемности вагона, время ожидания будет равно:

$$t_{ож} = [t_{см} + t''_m + t_{мл} + t''_c] - [t - (t_в + X_2)]. \qquad \text{(VII, 47)}$$

Коэффициент использования нории для случая отгрузки зерна из отгрузочных силосов будет равен:

$$K = \frac{t}{t + t_{ож}}, \qquad \text{(VII, 48)}$$

где $t_{ож}$ определяется из уравнения (VII, 46) или (VII, 47).

Отгрузка зерна после весов. При отгрузке зерна после весов элеватора в случае, когда пропускная способность погрузочного фронта равна либо больше производительности оборудования элеватора, продолжи-

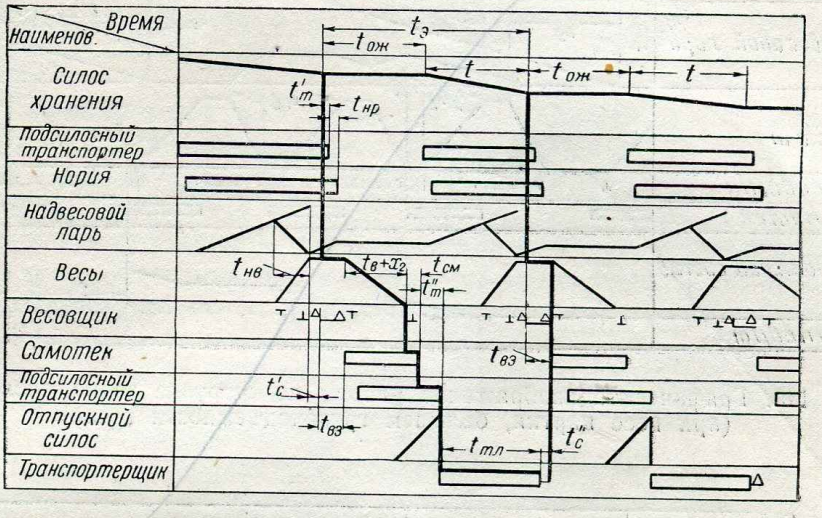


Рис. 144. Графическое изображение работы по отгрузке зерна (при емкости отгрузочных силосов, равной или меньшей грузоподъемности весов)

тельность отгрузки зависит исключительно от внутренних операций элеватора и времени, необходимого на маневры для подачи нового подвижного состава (в случае погрузки в вагоны) либо для перестановки отпускных труб (в случае погрузки на суда).

В общем случае, когда грузоподъемность весов меньше, чем грузоподъемность подвижного состава, и число взвешиваний при заполнении подвижного состава равно $n_в$, график отгрузки зерна строится в предположении, что пропускная способность погрузочного фронта равна либо больше производительности внутренних операций элеватора (рис. 145).

Время ожидания $t_{ож}$ на основании построенного графика будет равно:

$$t_{ож} = t'_m + t'_{нр} + \frac{t}{n_в} + (t_{нв} + t_{вз} + t_в + X_2 + t_{зд})\, n_в -$$

$$- t_{нв} - t_{зд} + t_{см} + t_м + t''_c - t_{вз} - \frac{t}{n_в} - t'_{нр} - t'_m - t =$$

$$= [(t_{нв} + t_{вз} + t_{зд})(n_в - 1) + t_{см} + t_м + t''_c] -$$

$$- [t - (t_в + X_2)]\, n_в. \qquad \text{(VII, 49)}$$

В том случае, когда грузоподъемность весов больше либо равна грузоподъемности подвижного состава (при отгрузке в вагоны) (рис. 146), число взвешиваний $n = 1$, тогда уравнение (VII, 49) примет вид:

$$t_{ож} = (t_{см} + t_м + t''_c) - [t - (t_в + X_2)]. \qquad \text{(VII, 50)}$$

Коэффициент использования нории будет равен:

$$K=\frac{t}{t+t_{ож}},$$

где $t_{ож}$ определяется из уравнения (VII, 49) или (VII, 50).

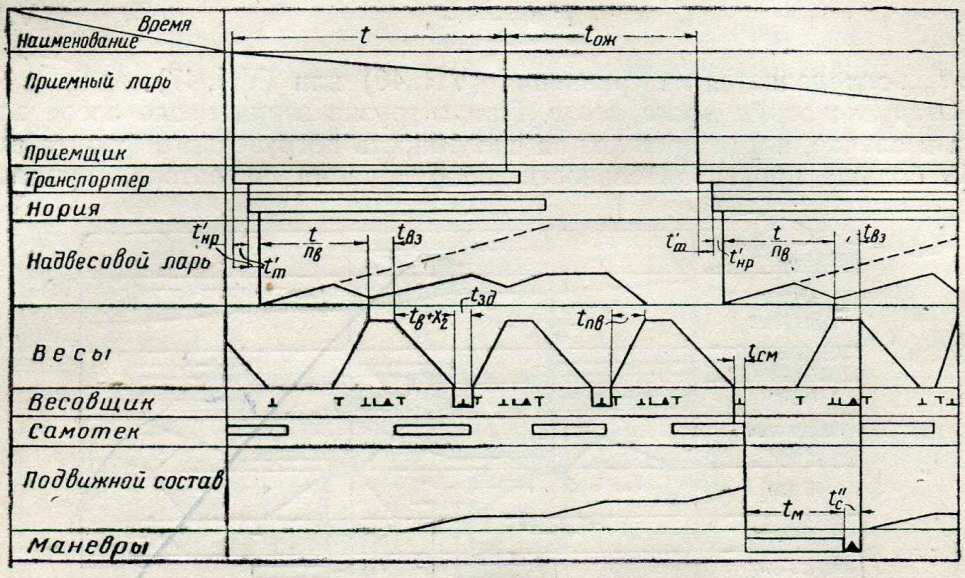


Рис. 145. Графическое изображение работы по отгрузке зерна после весов (при весе партии, большем грузоподъемности весов)

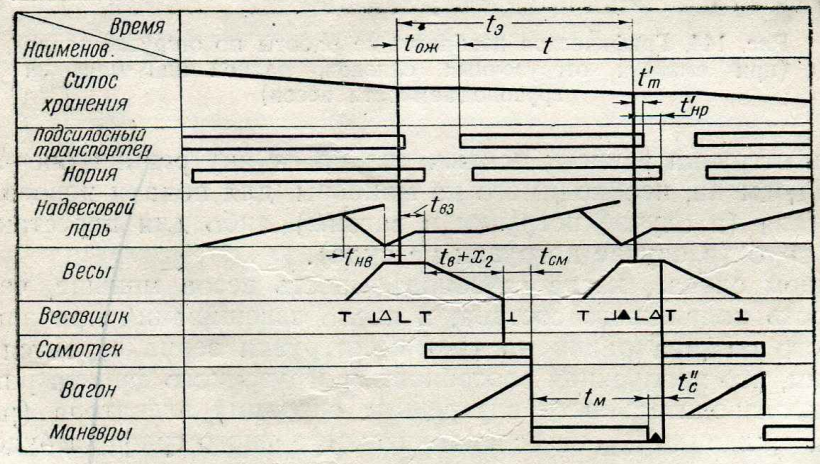


Рис. 146. Графическое изображение работы по отгрузке зерна после весов (при весе партии, равном либо меньшем грузоподъемности весов)

Значение основных параметров внешней работы элеватора

Величины, входящие в правую часть уравнений, выведенных в предыдущих разделах, определяются на основании разработанных и принятых практикой норм.

Кроме величин, значение которых приведено в разделе 3, при определении коэффициента использования нории на внешней работе можно пользоваться следующими ориентировочными нормами, которые в каждом конкретном случае подлежат уточнению.

Время, затрачиваемое на осмотр и очистку ларей ($t_{оч}$). Осматривать и очищать лари после их опорожнения необходимо для того, чтобы не допустить смешивания зерна различных культур и сортов.

Время, необходимое для осмотра и очистки, для предварительных расчетов ориентировочно можно принимать: для приемных ларей с железной дороги $t_{оч}=1$ мин. на один ларь; для приемных ларей с автомобильного транспорта $t_{оч}=8$ мин. на один ларь.

Время разгрузки вагонов и автомобилей ($t_р$, $t_{заг}$). Для предварительных расчетов можно принимать следующую длительность разгрузки вагонов в зависимости от их грузоподъемности: при ручной разгрузке вагонов грузоподъемностью 16,5 *т* $t_р=20$ мин., грузоподъемностью 50 *т* — $t_р=50$ мин.; при разгрузке механическими лопатами вагона грузоподъемностью 16,5 *т* $t_р=10$—12 мин., грузоподъемностью 50 *т* — $t_р=18$—20 мин.

Время загрузки одного ларя приемного устройства с автомобильного транспорта $t_{заг}$ может быть рассчитано на основании данных, приведенных в табл. 32.

Время, необходимое для маневров ($t_м$). Длительность маневров $t_м$ для уборки разгруженных вагонов и установки под погрузку порожних зависит от ряда факторов и в первую очередь от следующих: дальности передвижения, количества вагонов, маневровых средств и т. д.

Согласно постановлению НТС мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства при определении коэффициента использования нории на операции приема с железной дороги время длительности маневров для уборки и постановки под разгрузку вагонов $t_м$ может быть ориентировочно принято: для электрошпилей или мотовозов при маневрах с 1—2 четырехосными вагонами или 1—4 двухосными $t_м=5$ мин., при большем количестве вагонов $t_м=6$ мин.

Длительность маневров при погрузке вагонов, в силу того что перемещается обычно 1 вагон, может быть принята: для двухосных вагонов $t_м=1$ мин.; для четырехосных $t_м=1{,}5$ мин.

В практике работы Промзернопроект при расчетах применяет уточненные нормы времени на производство маневров (табл. 35).

Таблица 35

Нормы времени на производство маневров с железнодорожным подвижным составом

(в минутах)

Маневровые средства	1 вагон 16,5 *т*	2 вагона 16,5 *т* или 1 вагон 50 *т*	4 вагона 16,5 *т* или 2 вагона 50 *т*	6 вагонов 16,5 *т* или 3 вагона 50 *т*
Вручную с аншпугом	3,0	5,0	8,0	10,0
Маневровая лебедка, кабестан, электрошпиль, паровоз	1,0	1,5	2,5	3,0
Мотовоз со стороны пути для порожняка	2,0	3,0	4,0	5,0

Время, необходимое на производство маневров при погрузке-разгрузке судов, обычно зависит от содержания маневровых работ, которые заключаются либо в перемещении судна вдоль погрузочного фронта (при небольшой длине погрузочного фронта), либо перемещении отпускных труб из одного люка в другой (при большой длине погрузочного фронта).

Длительность маневров $t_м$, связанных с перемещением судна вдоль причала, может быть взята из табл. 36.

Таблица 36

Ориентировочные нормы времени на маневровые работы с судном у причала
(в минутах)

Характер работы	Грузоподъемность судна		
	до 3000 *т*	до 6000 *т*	свыше 6000 *т*
Перешвартовка под своей машиной	35	55	75
Перешвартовка при помощи буксира	50	70	90
Перетяжка вдоль причала	15	20	25

Время, необходимое на изменение направления потока зерна при переходе из одного трюма во второй, осуществляется перестановкой отпускных труб либо сбрасывающих тележек на отпускном транспортере и может быть принято ориентировочно $t_м \cong 5 \div 10$ мин.

Время движения зерна по отпускным самотечным трубам при погрузке вагонов и судов может быть принято равным: $t_{см} = 0{,}05 \div 0{,}1$ мин.

4. КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОРИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ЭЛЕВАТОРА

Пользуясь изложенным методом, нетрудно для каждого случая в отдельности определить величину коэффициента использования основного оборудования элеватора — норий.

Анализируя основные уравнения, определяющие числовое значение коэффициента использования норий элеватора, можно сделать вывод, что числовые значения основных величин, входящих в уравнения, остаются без изменения для определенного состава оборудования.

Так, например, производительность разгрузки ларей и силосов, а следовательно, и время разгрузки t имеет определенное значение и остается постоянным для данного типа оборудования, характеризующего его производительность. То же самое относится к параметрам, характеризующим работу весов ($t_{нв}$, $t_{вз}$, $t_{зд}$, $t_в$, X_2), величины которых постоянны для каждой грузоподъемности весов; величины $t_м$, $t_р$ и др. остаются неизменными для любого оборудования.

Величины $t_т$, $t_{нр}$, зависящие от конструктивных размеров элеватора, оказывают малозаметное влияние на изменение коэффициента использования норий.

Учитывая все сказанное, можно для предварительных расчетов оборудования элеватора определить числовые значения коэффициентов использования норий на основных операциях элеватора, пользуясь данными, приведенными в табл. 37.

Таблица 37

Коэффициенты использования норий[1]

Наименование операций	Нории произв. 100 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 175 *т/час*, весы грузоподъемностью 10 *т*	Нории произв. 175 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 350 *т/час*, весы грузоподъемностью 20 *т*	Нории произв. 350 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 500 *т/час*, весы грузоподъемностью 70 *т*
Прием с ж.-д. транспорта (вагоны грузоподъемностью 50 *т*) . . .	0,80	0,75	0,60
Прием с водного транспорта (через бункеры)	0,80	0,80	0,70

[1] Нормы технологического проектирования мельниц, крупозаводов и элеваторов. Гипрозернопроект, 1951.

Продолжение

Наименование операций	Нории произв. 100 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 175 *т/час*, весы грузоподъемностью 10 *т*	Нории произв. 175 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 350 *т/час*, весы грузоподъемностью 20 *т*	Нории произв. 350 *т/час*, надсилосные транспортеры произв. 500 *т/час*, весы грузоподъемностью 70 *т*
Заполнение и опорожнение надсепараторных и подсепараторных бункеров	0,90	0,85	0,75
Прием с автомобильного транспорта	0,80	0,80	0,75
Отпуск на водный транспорт (через бункеры)	0,80	0,70	0,65
Отпуск на ж.-д. транспорт (через бункеры)	0,80	0,80	0,70
Отпуск на производство (мельницу, крупозавод) с подсортировкой зерна	0,65	0,60	0,55
Заполнение и опорожнение надсушильных и подсушильных бункеров	0,90	0,90	0,80
Внутренние перемещения зерна (в целях проветривания)	0,50	0,45	0,40

5. ГРАФИК СУТОЧНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕВАТОРА

Рассмотренный метод графического изображения работы оборудования элеватора на отдельных операциях дает возможность во времени и количественно оценить производственный процесс элеватора во всех его отдельных звеньях.

Для количественной оценки во времени производственного процесса элеватора в целом строится суточный график работы элеватора, который является завершающим этапом графического метода, предложенного проф. Д. В. Шумским.

График суточной работы элеватора по своему содержанию является планом работы элеватора. «График суточной работы элеватора является, по существу, планом работы, планом, без которого трудно вести эксплуатационную работу. Неправильная последовательность операций на элеваторе, несвоевременное заполнение ларей над зерноочистительными машинами, сушилкой, несвоевременная зачистка оперативных емкостей, отсутствие заблаговременной подготовки операций по отпуску зерна из элеватора расстраивают работу элеватора. Элеватор становится неспособным выполнять суточные оперативные задания, а у машин элеватора появляются большие, совершенно необоснованные простои» [1].

Так оценивает значение графика суточной работы элеватора автор оперативного метода расчета работы элеватора проф. Д. В. Шумский.

В силу изменчивости порядка и объема операций на элеваторе график суточной работы элеватора не может быть незыблемым планом работы элеватора для каждых суток в отдельности, однако определенная последовательность операций может быть принята как типовая.

Задачей графика суточной работы является планирование отдельных операций элеватора в их взаимосвязи, в их последовательности и объеме.

[1] Проф. Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. I, стр. 307. Заготиздат, 1940.

Анализ построенного графика суточной работы элеватора дает возможность сделать весьма важные выводы для эксплуатации: проверить правильность выбранного оборудования и назначенной емкости оперативных бункеров, а также определить мощность силовой установки; установить «узкие места» и на основе проведенного анализа улучшить организацию работы на элеваторе; повысить производительность оборудования на отдельных операциях.

Построение суточного графика для вновь проектируемого элеватора дает возможность установить: насколько составленный проект удовлетворяет заданию; как выполняются отдельные операции и в каком объеме; правильно ли назначены емкости оперативных бункеров; обеспечивают ли они непрерывность работы зерноочистительного и сушильного оборудования.

На основании суточного графика работы элеватора, зная мощность электродвигателей машин, участвующих в производственном процессе, строится суточный график потребления энергии, который определяет мощность силовой установки, наибольшую загрузку, установочную мощность всех двигателей элеватора.

Метод построения суточного графика работы элеватора лучше всего проследить на конкретном примере.

В качестве примера рассмотрим график суточной работы элеватора (рис. 147), схема движения зерна и таблица ходов которого приведены на рис. 21 (см. стр. 36).

При составлении графика суточной работы элеватора необходимо соблюдать следующие требования: а) соответствие очередности операций, наносимых на график, схеме движения зерна; б) обеспечение посменного учета на участках, где введена сдельная система оплаты труда (сушилка, зерноочистительные машины); в) непрерывная работа сушилки и зерноочистительных машин в течение суток; г) отгрузка и прием зерна должны проводиться в установленное элеватору время.

При построении графика по вертикали показаны машины и оперативные бункеры, причем для оперативных бункеров выбирается определенный масштаб емкости, а по горизонтали в определенном масштабе откладывается время работы элеватора за сутки.

При нанесении на график суточной работы отдельных операций нет необходимости в их детальном изображении, как это делалось при составлении графиков для отдельных операций. Принимая при построении графика суточной работы элеватора производительность оборудования с учетом коэффициентов использования по табл. 37, тем самым вводим среднюю производительность, распространяя ее на весь период работы машин по данной операции. Такой прием позволяет при известных объемах операций и средней производительности оборудования получить длительность работы последнего на данной операции.

Основные операции рассматриваемого элеватора — прием зерна с автомобильного транспорта и отгрузка его на железнодорожный транспорт.

Передача зерна из приемного устройства в элеватор осуществляется при помощи приемного транспортера № 1, начинающего работу в 00 час.

Зерно, переданное приемным транспортером из приемного устройства в элеватор, поступает на норию № 1, начинающую работу одновременно с транспортером № 1.

В течение 7 час. производится непрерывная подача зерна из приемного устройства в элеватор. Почти все принятое зерно за малым исключением подается норией № 1 в надсепараторные емкости для последующей его очистки на сепараторах.

Как только начинают заполняться надсепараторные емкости, одновременно с работой транспортера № 1 и нории № 1 включается в работу сепаратор № 1, а затем, спустя некоторое время, сепаратор № 2.

Зерно, очищенное на сепараторах, поступает в подсепараторные лари, откуда норией № 1 или № 2 и надсилосными транспортерами № 3 или № 4 подается в силосы элеватора.

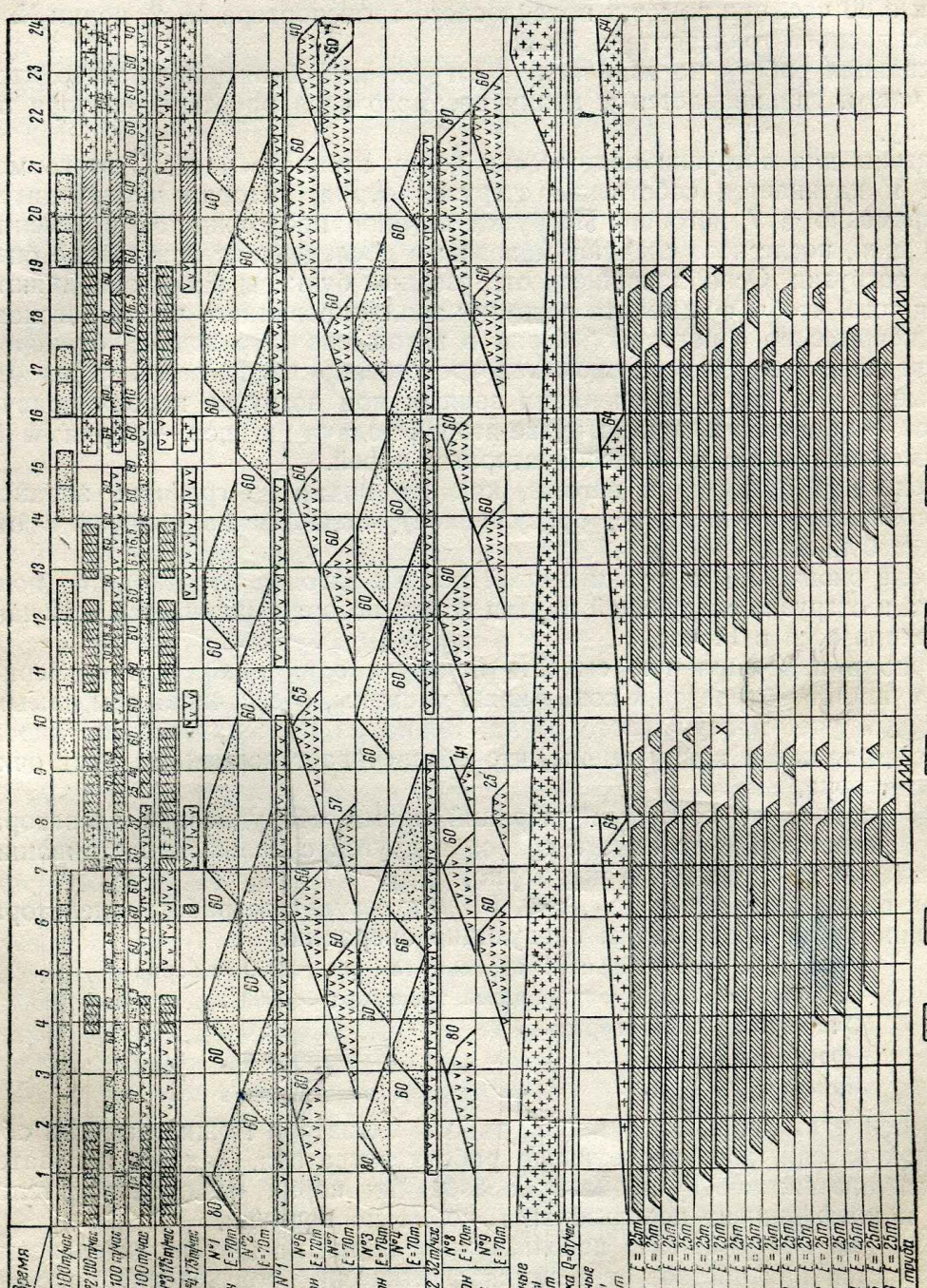


Рис. 147. График суточной работы элеватора

Работа по приему зерна с автомобильного транспорта осуществляется в течение суток, а разгрузка приемных ларей производится по мере их заполнения; при этом, как правило, все принятое зерно перед его направлением в силосы элеватора подвергается очистке на сепараторах.

Зерно на железнодорожный транспорт отпускается два раза в сутки и каждый раз в течение 2 час. Для отгрузки зерна в установленное для

этого время необходимо предварительно произвести подготовительные работы, которые заключаются в заблаговременном создании запасов зерна в специальных отпускных бункерах.

Операция по созданию запасов зерна в отгрузочных бункерах начинается в 00 час. при помощи подсилосного транспортера № 2, нории № 2 и надсилосного транспортера № 3.

Основная работа по заполнению отгрузочных бункеров производится до 2 час. и заканчивается к концу восьмого часа работы элеватора по графику.

Вагоны для погрузки подаются к концу восьмого часа. С этого момента и начинается собственно отгрузка зерна, которая производится одновременно в 7 вагонов. Погрузка вагонов продолжается в течение 8—10 мин., после чего следуют маневры и последующее повторение операции погрузки. Освободившиеся отгрузочные бункеры вновь заполняются для того, чтобы обеспечить погрузку запланированного числа вагонов.

Одновременно с погрузкой зерна в вагоны из отгрузочных бункеров производится погрузка вагонов непосредственно после весов через отпускные трубы. На этой операции занято: при погрузке первой подачи вагонов — нория № 2, при погрузке второй подачи вагонов — нория № 1, принимающие зерно из подсепараторных ларей.

Зерно для погрузки в вагоны, как это видно из графика, заранее подготовленное (очищенное, просушенное), подается из силосов в отпускные бункеры.

После окончания погрузки первой подачи вагонов производится подготовка к отгрузке следующей партии зерна, которая начинается в 12 час. и заканчивается в 14 час.

Зерно в надсушильную емкость подается один раз в сутки. Зерно после сушилки убирается к концу каждой смены, обеспечивая тем самым посменный учет просушенного зерна. Зерно из подсепараторных ларей убирается также к концу смены, что обеспечивает посменный учет очищенного зерна.

В свободное от основных операций время оборудование элеватора перебрасывает зерно из одного силоса в другой с целью проветривания и освежения хранящегося в них зерна.

Как видно из графика (см. рис. 147), в результате работы элеватора в течение суток произведены следующие операции:

Принято с автомобильного транспорта . . .	1300 *т* зерна
Отгружено на железнодорожный транспорт	1000 „ „
Очищено на сепараторах	1280 „ „
Просушено	198 „ „
Перемещено	300 „ „

На основании графика суточной работы элеватора можно вывести общие показатели, характеризующие работу элеватора. Такими показателями являются: коэффициент использования норий по производительности и коэффициент использования норий по времени.

Величина коэффициента использования норий по производительности определяется как частное от деления фактически произведенной работы нориями в течение суток на проектную производительность, т. е.

$$K_Q = \frac{\sum Q_\phi}{nQ_m t}, \qquad \text{(VII, 51)}$$

где Q_ϕ — фактическая производительность на отдельных операциях ($\sum Q_\phi = \sum K Q_m$, где K — коэффициент использования нории на отдельных операциях, приведенный в табл. 37);

n — количество норий;

Q_m — техническая производительность норий;

t — число часов работы элеватора (при односменной работе $t=8$ час., при трехсменной $t=24$ час.).

Для рассматриваемого графика суточной работы элеватора (см. рис. 147) коэффициент использования нории по производительности равен:

$$K_Q = \frac{4042}{2 \cdot 100 \cdot 24} = 0{,}85.$$

Величина коэффициента использования норий по времени определяется как частное от деления фактически проработанных часов нориями в течение суток на число возможных часов работы, т. е.

$$K_t = \frac{\Sigma t_\phi}{nt}, \qquad \text{(VII, 52)}$$

где Σt_ϕ — фактическое время работы норий в сутки;
n — число норий;
t — число часов работы элеватора в сутки.

Для рассматриваемого графика суточной работы элеватора (см. рис. 147) коэффициент использования норий по времени равен:

$$K_t = \frac{46{,}8}{2 \cdot 24} = 0{,}973.$$

Более простой формой графика суточной работы элеватора, указывающего рабочие процессы и их объем, очередность выполнения рабочих процессов машинами элеватора и одновременно показывающего суммарную мощность, затрачиваемую двигателями оборудования, является график, применяемый Промзернопроектом, дополняющий рассмотренный график суточной работы элеватора.

Сводный график суточной работы элеватора, схема движения зерна которого приведена на рис. 21, изображен на рис. 148.

Как видно из графика, в левом столбце перечислены рабочие процессы с указанием их объема. В правой части графика указаны все основное и вспомогательное оборудование элеватора и мощность двигателей.

В почасовом графике жирной чертой обозначена работа каждой машины в отдельности, цифра над жирной чертой указывает длительность рабочего процесса в часах, выполняемого данной машиной.

Сумма мощностей двигателей и оборудования дает возможность построить график суточного потребления энергии оборудованием элеватора, изображенный в нижней части рис. 148.

Построение сводного графика суточной работы элеватора в рассмотренной форме дает наглядное представление о напряженности работы каждой машины в течение суток, а также позволяет установить потребность в энергии для работы оборудования элеватора в течение любого промежутка времени суток.

6. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОПЕРАТИВНОГО РАСЧЕТА РАБОТЫ ЭЛЕВАТОРА

В заключение разберем два примера применения метода оперативного расчета работы элеватора. Первый пример заключается в определении числа норий при проектировании элеватора, второй пример является анализом работы существующего элеватора.

Пример 1. Определим число норий, которое потребуется для оборудования заготовительного элеватора при следующем объеме операций в сутки наиболее напряженной работы: 1) прием с автомобильного транспорта — 1300 *т/сутки*; 2) отгрузка на железную дорогу — 1000 *т/сутки*; 3) очистка на сепараторе 50% принятого зерна, т. е. 650 *т/сутки*; 4) сушка — 200 *т/сутки*.

Расчет ведем для двух наиболее вероятных производительностей норий — 45 и 100 *т/час*. Для предварительного расчета значения коэффи-

Рабочие процессы	
Наименование	Объем опер в т
Прием зерна от автомобильного и гужевого транспорта	1300
Отгрузка на железнодорожный транспорт	1000
Очистка на сепараторах	1280
Сушка	198
Перемещение зерна	300

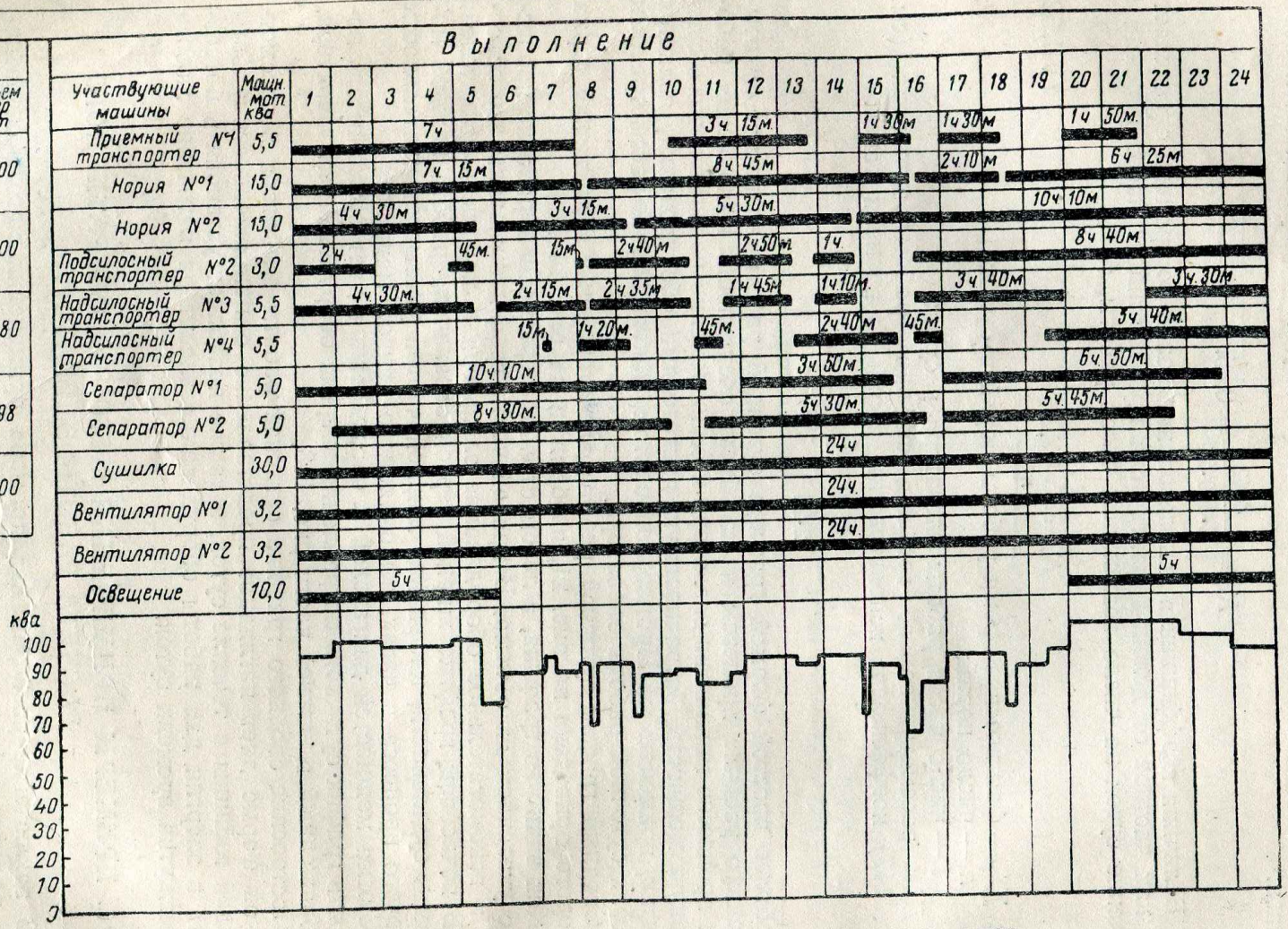


Рис. 148. График работы машин и потребляемой элеватором энергии в течение суток

циентов использования норий принимаем для различных операций по табл. 37.

Расчет по заданным операциям сводим в табл. 38.

Таблица 38

Определение числа норий-часов для выполнения заданных операций

Наименование операций	Число норий-часов при производительности норий	
	45 *т/час*	100 *т/час*
Прием с автомобилей	$\frac{1300}{45 \cdot 0,9} = 32,1$	$\frac{1300}{100 \cdot 0,8} = 16,2$
Отгрузка на железную дорогу	$\frac{1000}{45 \cdot 0,95} = 23,4$	$\frac{1000}{100 \cdot 0,9} = 11,1$
Очистка на сепараторе по ходу приема	$\frac{650}{45 \cdot 0,9} = 16,0$	$\frac{650}{100 \cdot 0,85} = 7,7$
Сушка с двойным подъемом	$\frac{200 \cdot 2}{45 \cdot 0,9} = 9,9$	$\frac{200 \cdot 2}{100 \cdot 0,85} = 4,7$
Всего . . .	81,4	39,7

Прибавляя 10% норий-часов на неучтенные потери времени и считая, что в день наиболее напряженной работы элеватор будет работать в 3 смены, т. е. 24 часа, получим следующее число норий:

производительностью 45 *т/час* $n = \frac{81,4 \cdot 1,1}{24} = 3,73 \approx 4$ нории;

производительностью 100 *т/час* $n = \frac{39,7 \cdot 1,1}{24} = 1,84 \approx 2$ нории.

Сравнивая оба варианта и учитывая, что для установки четырех норий потребуется башня значительно бо́льших размеров, чем для установки двух норий, а эксплуатация будет более сложной и дорогой, останавливаемся на двух нориях производительностью 100 *т/час*.

Для таких норий выбираем весы грузоподъемностью 10 *т* и надсилосные транспортеры производительностью 175 *т/час* (см. табл. 31).

Уточним коэффициенты использования для различных операций.

Для расчета принимаем $l_{m_1} = 50$ *м*, $l_{m_2} = 60$ *м* и $H = 40$ *м* (эти размеры при проектировании должны быть взяты из чертежа). Для выбранного оборудования $v_л = 3,5$ *м/сек*; $v_н = 4$ *м/сек* (нории выбираем скоростные) и скорость передвижения тележки $v_{тл} = 0,5$ *м/сек*.

Прием с автомобилей[1]. Для типового приемного амбара емкость ларя $E = 20$ *т*, число взвешиваний $n_в = 2$.

Определяем параметры внутренней работы (см. раздел 3):

$$t = \frac{60E}{Q} = \frac{60 \cdot 20}{100} = 12 \text{ мин.}; \quad X_1 = 40 \text{ сек.} = 0,67 \text{ мин. (для автомобильного ларя)}$$

$$t'_m = \frac{l_{m_1}}{60 v_л} = \frac{50}{60 \cdot 3,5} = 0,24 \text{ мин.}; \quad t_{нр} = \frac{3H}{60 v_н} = \frac{3 \cdot 40}{60 \cdot 4} = 0,5 \text{ мин};$$

[1] Расчет приведен для случая поступления в течение дня в один ларь различного зерна.

$t_{зд}=0{,}1$ мин.; $t'_c=t''_c=0{,}5$ мин. (для телефонной связи);

$t_{вз}=0{,}25$ мин.; $t_{нв}=0{,}48$ мин. (см. табл. 30);

$$t_в=\frac{60\,E_в}{Q_2}=\frac{60\cdot 10}{175}=3{,}48 \text{ мин.};\quad X_2=5 \text{ сек.}=0{,}08 \text{ мин.};$$

$$t_{см}=0{,}1 \text{ мин.};\qquad t''_m=\frac{l_{m_2}}{60\,v_л}=\frac{60}{60\cdot 3{,}5}=0{,}29 \text{ мин.};$$

$$t_{тл}=\frac{0{,}5\,l_{m_2}}{v_{тл}}=\frac{0{,}5\cdot 60}{0{,}5}=60 \text{ сек.}=1 \text{ мин.}$$

Для полученных параметров определяем $t_{ожс}$ для обоих участков по формулам (VII, 11) и (VII, 15):

$$t_{ожс_1}=t'_m+t_{нр}+t_{зд}+t'_c=0{,}24+0{,}5+0{,}1+0{,}5=1{,}34 \text{ мин.};$$

$$t_{ожс_2}=[(t_{нв}+t_{вз}+t_{зд})(n_в-1)+t_{см}+t''_m+t_{тл}+t''_c]-$$
$$-[(t+X_1)-(t_в+X_2)]=[(0{,}48+0{,}25+0{,}1)(2-1)+$$
$$+0{,}1+0{,}29+1{,}0+0{,}5]-[(12+0{,}67)-(3{,}48+0{,}08)]=-6{,}49.$$

В данном случае, как и во всех последующих, определяющим расчет является первый участок, т. е.

$$t_{ожс}=t_{ожс_1}=1{,}34 \text{ мин.};$$

следовательно,

$$K=\frac{t}{t+X_1+t_{ожс}}=\frac{12}{12+0{,}67+1{,}34}=0{,}85.$$

Отпуск на железную дорогу (перемещение зерна из силоса хранения в отпускной силос). Расчет ведем для вагонов грузоподъемностью 16,5 m, т. е. $E=16{,}5$ m; величина одной навески

$$E_в=\frac{16{,}5}{2}=8{,}25 \text{ } m;\text{ тогда } t=\frac{60E}{Q_m}=\frac{60\cdot 16{,}5}{100}=9{,}9 \text{ мин.};$$

$$X_1=0;\quad t_{нв}=0{,}48\cdot\frac{8{,}25}{10}=0{,}4 \text{ мин.}$$

(приблизительно считая $t_{нв}$ пропорциональным $E_в$);

$$t_в=\frac{60E}{Q_2}=\frac{60\cdot 8{,}25}{175}=2{,}83 \text{ мин.}$$

Подставляя в формулу (VII, 46) числовые значения ранее принятых параметров, получим:

$$t_{ожс}=[(t_{нв}+t_{вз}+t_{зд})(n_в-1)+t_{см}+t''_m+t_{тл}+t''_c]-[t-(t_в+X_2)n_в]=$$
$$=[(0{,}4+0{,}25+0{,}1)(2-1)+0{,}1+0{,}29+1{,}0+0{,}5]-$$
$$-[9{,}9-(2{,}83+0{,}08)2]=-1{,}44<0.$$

Принимаем $t_{ожс}$ по первому участку.

Учитывая 3% от t на неточность сыпи и потерю времени на переход от силоса к силосу в размере 4 мин. на 5 вагонов, имеем на 1 вагон потерю времени, равную:

$$t_{ожс}=0{,}03\cdot 9{,}9+\frac{4}{5}=1{,}1 \text{ мин.}$$

Следовательно,

$$K=\frac{9{,}9}{9{,}9+1{,}1}=0{,}9.$$

Очистка на сепараторе (перемещение из подсепараторного бункера в силосы). Принимаем емкость бункера $E=40$ m. Тогда $n_в=4$; $t=\frac{60\cdot 40}{100}=24$ мин.; $X_1=1+0{,}03\cdot 24=1{,}72$ мин. (учитывая 3% от t на неточность сыпи); $t_m'=0$; $t_{нв}=0{,}48$ мин., $t_в=\frac{60\cdot 10}{175}=3{,}48$ мин.; тогда

$$t_{ожс_1}=t_m'+t_{нр}+t_{зд}+t_c'=0+0{,}5+0{,}1+0{,}5=1{,}1;$$
$$t_{ожс_2}=[(0{,}48+0{,}25+0{,}1)(4-1)+0{,}1+0{,}29+1{,}0+0{,}5]-$$
$$-[(24-1{,}72)-(3{,}48+0{,}08)4]=-3{,}60.$$

Следовательно,

$$t_{ожс}=t_{ожс_2}=1{,}1 \text{ мин. и } K=\frac{24}{24+1{,}72+1{,}1}=0{,}89.$$

Сушка. Зная емкость бункера над и под сушилкой, легко определить значение K для заполнения бункеров и уборки из них зерна, которое равно $K=0{,}88$.

Сравним принятые для предварительных расчетов значения коэффициентов использования нории при различных операциях (см. табл. 37) с фактически полученными (табл. 39).

Таблица 39

Значение коэффициентов использования норий

Наименование операций	Принятые значения	Полученные по расчету
Прием с автомобильного транспорта . .	0,9	0,85
Отпуск на железнодорожный транспорт .	0,95	0,9
Очистка на сепараторах	0,9	0,89
Сушка	0,9	0,88

Анализируя данные табл. 39, можно сделать вывод, что расчетные величины коэффициентов использования несколько ниже принятых. Так как при определении числа норий принятое количество последних несколько выше расчетного, то незначительное уменьшение коэффициентов их использования не потребует увеличения числа норий.

Пример 2. Проанализировать работу производственного элеватора 2×150 (элеватор с двумя нориями производительностью 150 *т/час* каждая) с одновременным выполнением функций перевалочного. Элеватор имеет современную схему (рис. 149) и оборудован весами грузо-

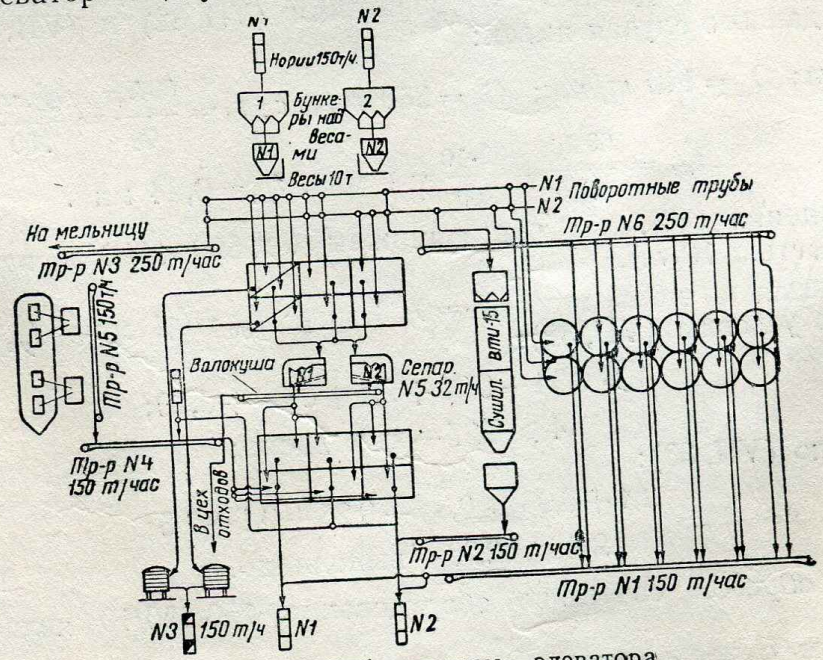


Рис. 149. Рабочая схема элеватора

Очистка на сепараторе (перемещение из подсепараторного бункера в силосы). Принимаем емкость бункера $E=40$ m. Тогда $n_в=4$; $t=\frac{60\cdot 40}{100}=24$ мин.; $X_1=1+0{,}03\cdot 24=1{,}72$ мин. (учитывая 3% от t на неточность сыпи); $t_т'=0$; $t_{нв}=0{,}48$ мин., $t_в=\frac{60\cdot 10}{175}=3{,}48$ мин.; тогда

$$t_{ожс_1}=t_т'+t_{нр}+t_{зд}+t_с'=0+0{,}5+0{,}1+0{,}5=1{,}1;$$
$$t_{ожс_2}=[(0{,}48+0{,}25+0{,}1)(4-1)+0{,}1+0{,}29+1{,}0+0{,}5]-$$
$$-[(24-1{,}72)-(3{,}48+0{,}08)4]=-3{,}60.$$

Следовательно,

$$t_{ож}=t_{ожс_2}=1{,}1 \text{ мин. и } K=\frac{24}{24+1{,}72+1{,}1}=0{,}89.$$

Сушка. Зная емкость бункера над и под сушилкой, легко определить значение K для заполнения бункеров и уборки из них зерна, которое равно $K=0{,}88$.

Сравним принятые для предварительных расчетов значения коэффициентов использования нории при различных операциях (см. табл. 37) с фактически полученными (табл. 39).

Таблица 39

Значение коэффициентов использования норий

Наименование операций	Принятые значения	Полученные по расчету
Прием с автомобильного транспорта . .	0,9	0,85
Отпуск на железнодорожный транспорт .	0,95	0,9
Очистка на сепараторах	0,9	0,89
Сушка	0,9	0,88

Анализируя данные табл. 39, можно сделать вывод, что расчетные величины коэффициентов использования несколько ниже принятых. Так как при определении числа норий принятое количество последних несколько выше расчетного, то незначительное уменьшение коэффициентов их использования не потребует увеличения числа норий.

Пример 2. Проанализировать работу производственного элеватора 2×150 (элеватор с двумя нориями производительностью 150 *т/час* каждая) с одновременным выполнением функций перевалочного. Элеватор имеет современную схему (рис. 149) и оборудован весами грузо-

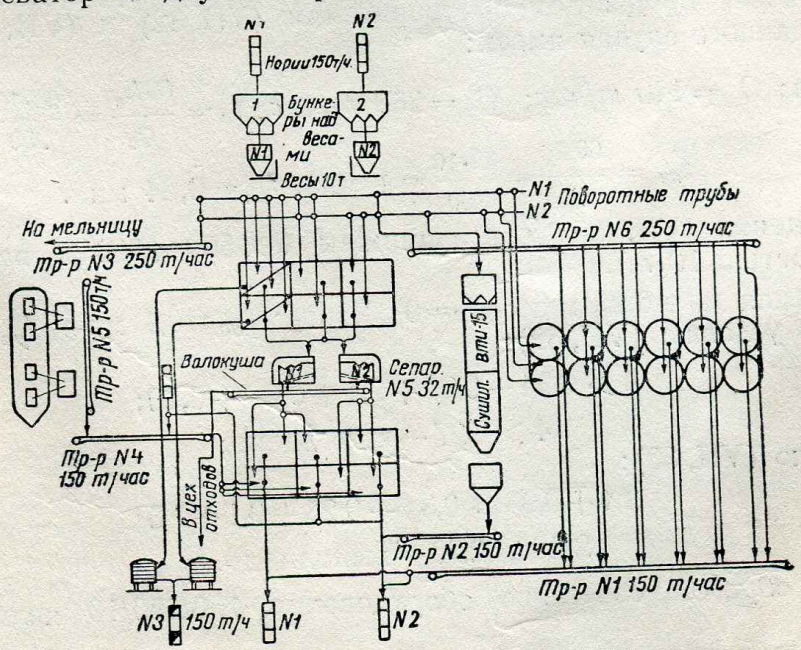


Рис. 149. Рабочая схема элеватора

подъемностью 10 *т*; надвесовая задвижка имеет 6 отверстий размером 500×300 *мм*.

Прием с железной дороги может осуществляться с двух путей в башмак приемной нории с последующей передачей через транспортер и бункеры башни элеватора или непосредственно в башмак основной нории. Для разгрузки вагонов имеются 4 механические лопаты. Прием с водного транспорта производится пловучим перегружателем, оборудованным двумя пневматическими установками производительностью 100 *т/час* каждая. Передача зерна в бункеры башни элеватора осуществляется транспортером производительностью 150 *т/час*. Отпуск зерна на железную дорогу может производиться из двух отпускных силосов, размещенных в башне; отпуск на мельницу — транспортером после весов. Производительность надсилосного транспортера 250 *т/час*.

Фактическая производительность оборудования элеватора по основным операциям характеризуется данными, приведенными в табл. 40.

Таблица 40

Фактическая производительность оборудования элеватора

Наименование операций	Производственная производительность оборудования в *т/час*	Коэффициент использования
Прием с железной дороги	150	0,3 ÷0,5
Прием с водного транспорта	150	0,48÷0,51
Внутренние операции	150	0,37÷0,5

Необходимо, применяя метод оперативного расчета работы элеватора, установить возможные коэффициенты использования оборудования, выяснить причины снижения использования оборудования и наметить пути их устранения.

Одной из причин, могущих снизить коэффициент использования оборудования, является неправильный выбор для данной производительности норий грузоподъемности весов и производительности надсилосного транспортера.

Для выяснения этой причины произведем проверку правильности выбора соотношения производительности норий, надсилосных транспортеров и грузоподъемности весов. Проверку произведем по уравнениям (VII, 32) и (VII, 33).

Для данного случая имеем:

$$E_в = 10\ т;\ Q_н = 150\ т/час;\ Q_2 = 250\ т/час;\ t_в = \frac{60E_в}{Q_2} = \frac{60 \cdot 10}{250} = 2{,}4\ мин;$$

$$t'_{нв} = \frac{60E_в}{Q_н} = \frac{60 \cdot 10}{150} = 4\ мин.\ t_{нв} = 0{,}34\ мин.$$

(из уравнения (VII, 25) для задвижек 6×500×300 и весов грузоподъемностью 10 *т*).

Принимая $t_{вз} = 0{,}25$ мин.; $X_2 = 0{,}08$ мин.; $t_{зд} = 0{,}1$ мин.; $t_{уп} = 1{,}5$ мин., имеем по условию (VII, 32):

$$4 > 0{,}34 + 0{,}25 + 2{,}4 + 0{,}08 + 0{,}20;$$

$$4 > 3{,}27 — \text{выполнено};$$

по условию (VII, 33):

$$2{,}4 + 0{,}08 > 0{,}34 + 0{,}25 + 0{,}1 + 1{,}5;$$

$$2{,}48 > 2{,}29 — \text{выполнено}.$$

Таким образом, сочетание оборудования 150/250/10 является правильным.

Прием с железной дороги. В связи с отсутствием приемных ларей и необходимостью взвешивать зерно из каждого вагона на ковшевых весах у приемной нории одновременно можно разгружать лишь 1 вагон.

На рис. 150 приведен график внешней работы по приему с железной дороги на одном пути. Как видно из графика, полное время обработки вагонов составляет:

$$T = t_р + X_1 + t_{осм}.$$

Для вагонов грузоподъемностью 16,5 *т* $t_р = 12$ мин.; $X_1 = 0{,}7$ мин. (по замерам $t_{осм} = 1$ мин.); $T = 12 + 0{,}7 + 1 = 13{,}7$ мин. и средняя производительность приемной нории:

$$Q' = \frac{60 \cdot 16{,}5}{13{,}7} = 72 \ т/час.$$

Для вагонов грузоподъемностью 50 *т* $t_р = 30$ мин.; $T = 30 + 0{,}7 + 1 = 31{,}7$ мин.:

$$Q'_п = \frac{60 \cdot 50}{31{,}7} = 95 \ т/час.$$

Основные нории элеватора могут работать с нормальным значением K при условии подачи зерна приемной норией в бункеры. При этом величина K основной нории будет определяться лишь внутренней работой. Легко подсчитать, что для рассматриваемого элеватора коэффициент использования основных норий при приеме с железной дороги может составить для вагонов грузоподъемностью 16,5 *т* $K = 0{,}7$ и для вагонов грузоподъемностью 50 *т* $K = 0{,}88$.

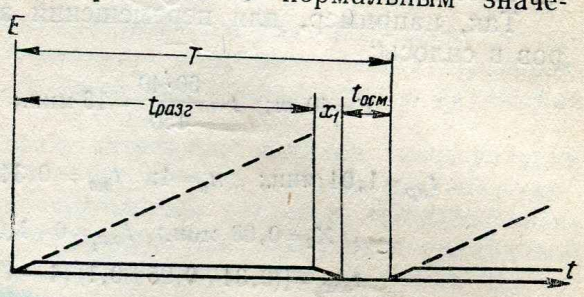


Рис. 150. График внешней работы по приему зерна с железнодорожного транспорта при одном пути

Действительно, для вагонов грузоподъемностью 16,5 *т* имеем:

$$E = 16{,}5 \ т; \quad t = \frac{60E}{Q} = \frac{60 \cdot 16{,}5}{150} = 6{,}6 \text{ мин.};$$

$X_1 = 1 + 0{,}03 \cdot 6{,}6 = 1{,}2$ мин. (с учетом потерь от неточности сыпи);

$$t'_т = 0; \quad t_{нр} = \frac{3H}{60v_н} = \frac{3 \cdot 52}{60 \cdot 2{,}5} = 1{,}04 \text{ мин.};$$

$t_{зд} = 0{,}1$ мин.; $t'_с = t''_с = 0{,}5$ мин.; $t_{вз} = 0{,}25$ мин.; $t_{нв} = 0{,}34$ мин.;

$$Q_2 = 250 \ т/час; \quad n_в = 2; \quad E'_в = \frac{16{,}5}{2} = 8{,}25; \quad t_в = \frac{60E'_в}{Q_2} = \frac{60 \cdot 8{,}25}{250} = 1{,}98 \text{ мин.};$$

$X_2 = 5$ сек. $= 0{,}08$ мин.; $t_{см} = 0{,}1$ мин.; $t''_т = 0{,}2$ мин.; $t_{тл} = 1$ мин.

По уравнениям (VII, 11), (VII, 15) и (VII, 17) получаем:

$$t_{ожс_1} = 0 + 1{,}04 + 0{,}1 + 0{,}5 = 1{,}64 \text{ мин.};$$

$$t_{ожс_2} = [(0{,}34 + 0{,}25 + 0{,}1)(2 - 1) + 0{,}1 + 0{,}2 + 1 + 0{,}5] - [(6{,}6 + 1{,}2) - (1{,}98 + 0{,}08) \cdot 2] =$$

$$= 1{,}19 \text{ мин.}; \quad t_{ожс} = t_{ожс_1} = 1{,}64; \quad K = \frac{6{,}6}{6{,}6 + 1{,}2 + 1{,}64} = 0{,}7.$$

Фактически при приеме с железной дороги использование норий характеризуется величиной $K = 0{,}3 \div 0{,}5$. Причинами такого плохого использования норий при приеме с железной дороги являются: подача зерна приемной норией не в бункеры, а непосредственно в башмак основной нории, что ставит внутреннюю работу в зависимость от внешней; неэффективное использование механических лопат, из-за чего разгрузка вагонов грузоподъемностью 16,5 *т* продолжается до 20 мин. вместо 12 мин. по норме.

Прием с водного транспорта. Чаще всего на элеватор прибывают для разгрузки баржи емкостью 1000 *т*. Такое количество зерна может быть разгружено двумя установками производительностью

по 100 *т/час* и при коэффициенте использования приемной установки $K=0{,}75$ в течение $\frac{1000}{2\cdot100\cdot0{,}75}=6{,}7$ часа. Фактически разгрузка таких барж продолжается 13—14 час., так как в действительности разгрузка ведется одновременно только одной установкой в связи с тем, что транспортер, передающий зерно в бункеры башни элеватора, имеет паспортную производительность 150 *т/час* и фактическую не больше 100 *т/час*. Однако, отрегулировав транспортер и увеличив скорость ленты (ширина 700 *мм*) до 3,5 *м/сек,* можно довести его производительность до 150 *т/час*, что даст возможность быстрее разгружать баржу.

Перемещение зерна из приемных бункеров в силосы от внешней работы не зависит.

Работа нории элеватора при всех внутренних операциях не зависит от внешней работы. Следовательно, коэффициент использования норий на этих операциях определяется изложенным ранее методом.

Так, например, для перемещения зерна из подсепараторных бункеров в силосы:

$$E=40\ т;\quad t=\frac{60\cdot40}{150}=16\ \text{мин.};\quad X_1=1{,}2\ \text{мин.};\quad t'_m=0;$$

$$t_{нр}=1{,}04\ \text{мин.};\quad n_в=4;\quad t_{нв}=0{,}34\ \text{мин.};\quad t_в=\frac{60\cdot10}{250}=2{,}4\ \text{мин.};$$

$$X_2=0{,}08\ \text{мин.};\quad t_{ож_1}=0+1{,}04+0{,}1+0{,}5=1{,}64\ \text{мин.};$$

$$t_{ож_2}=[(0{,}34+0{,}25+0{,}1)(4-1)+0{,}1+0{,}2+1+0{,}5]-$$

$$-[(16+1{,}2)-(2{,}4+0{,}08)4]=4{,}79\ \text{мин.};\quad t_{ож}=t_{ож_1}=1{,}64\ \text{мин.};$$

$$K=\frac{16}{16+1{,}2+1{,}64}=0{,}86.$$

Для других операций и других значений E можно получить $K=0{,}75\div0{,}9$.

Фактическая производительность норий равна: $Q_ф=55\div75$ *т/час,* что соответствует $K=0{,}37\div0{,}5$.

Такое плохое использование транспортного оборудования элеватора объясняется следующими причинами.

Неудовлетворительным техническим состоянием норий: наличие недостатков в конструкции и эксплуатации ременной передачи от электродвигателя к нории, уменьшенное количество ковшей (2,5 ковша на 1 *пог. м* вместо 5); неполная загрузка машин (работа малой сыпью); большие потери времени на холостые пробеги машин и частые остановки-пуски. Значительные холостые пробеги в свою очередь объясняются: а) неудовлетворительным техническим состоянием некоторых распределительных устройств; б) отсутствием привода поворотной трубы на весовом этаже и в) неудовлетворительным состоянием и неправильным использованием телефонной связи между бригадиром и рабочим. Частые остановки и пуски объясняются отсутствием заранее составляемого на каждый день плана-графика работы элеватора, а также отсутствием учета работы элеватора и фактического использования производительности оборудования.

Ликвидация указанных недостатков работы элеватора может обеспечить хорошее использование транспортного оборудования. Одним из важнейших условий для этого является включение всего коллектива работников элеватора в социалистическое соревнование за улучшение использования оборудования.

ГЛАВА VIII

СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ

Наиболее совершенным хранилищем является силосный элеватор, который, обеспечивая полную механизацию и автоматизацию производственного процесса, создает все условия для сохранности и улучшения качества зерна.

Хотя стоимость элеваторов выше стоимости складов, эксплуатация их обходится гораздо дешевле и требует меньше рабочих для обслуживания. Это можно подтвердить сравнительным расчетом, произведенным для заготовительных зернохранилищ различного типа, но с одинаковой емкостью 32 тыс. *т* и годовым грузооборотом 45 тыс. *т* (табл. 41).

Как видно из таблицы, зернохранилище с элеватором емкостью 32 тыс. *т* имеет наименьшие издержки обращения, а также минимальное количество рабочих и служащих [1].

Таблица 41

Расчет издержек обращения заготовительного зернохранилища

Емкость и тип зернохранилища	Капиталовложения, приходящиеся на 1 *т* емкости в руб.	Количество рабочих и служащих всего пункта	Издержки обращения на 1 *т* грузооборота в руб.
Простые склады с передвижной механизацией емкостью 32 тыс. *т*	159,4	153	42,70
Механизированные склады емкостью 32 тыс. *т*	238,8	134	39,65
Элеватор емкостью 11 тыс. *т* и механизированные склады емкостью 21 тыс. *т* .	295,6	113	38,53
Элеватор емкостью 32 тыс. *т*	347,0	100	36,54

Современный зерновой элеватор, являясь основной составной частью зернохранилища любого назначения, представляет комплекс отдельных цехов и устройств, обеспечивающих прием, улучшение качества (очистка, сушка и т. д.), хранение и отпуск зерна.

Основными цехами и устройствами элеватора являются (рис. 151):

— рабочая башня — основной цех, в котором располагаются транспортные машины элеватора — нории, весы, зерноочистительные машины;

— силосный корпус, назначение которого обеспечить полную сохранность зерна;

— зерновая сушилка, назначение которой снижать влажность зерна до пределов, обеспечивающих его нормальное хранение, либо до пределов, обусловленных специальными требованиями;

— устройства для приема и отпуска зерна на различные виды транспорта (железнодорожный, водный, автомобильный), обеспечивающие быструю разгрузку или погрузку подвижного состава.

[1] Инж. П. Брунь. Элеваторы в новой пятилетке. Журн. «Мукомолье и элеваторно-складское хозяйство» № 1, 1953.

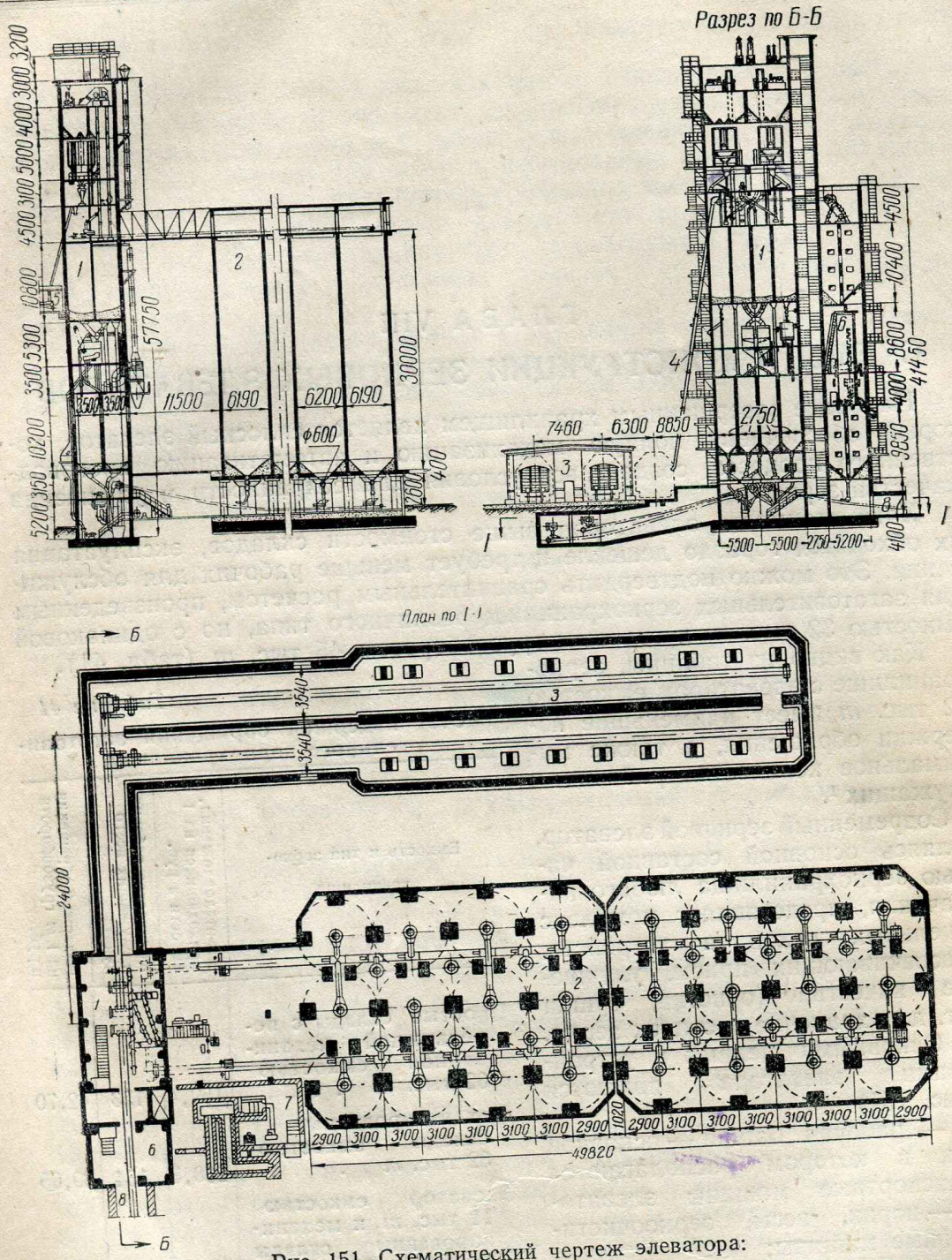


Рис. 151. Схематический чертеж элеватора:

1—рабочая башня; *2*—силосный корпус; *3*—устройство для приема зерна с железнодорожного транспорта; *4*—самотечная труба для отпуска зерна на железнодорожный транспорт; *5*—галерея для отпуска зерна на производство (мельницу, крупозавод и т. п.); *6*—зерносушилка; *7*—топки зерносушилки; *8*—галерея между устройством (на чертеже не показанного) для приема зерна с автомобильного транспорта и рабочей башней

Рассмотрим принципы построения основных цехов и устройств элеватора.

1. РАБОЧАЯ БАШНЯ

Рабочая башня элеватора служит производственным центром, с которым связаны все остальные его цехи и устройства. В ней сосредоточено основное оборудование (нории, весы, зерноочистительные машины, транс-

портеры и др.), определяющее оперативные возможности элеватора. Как правило, рабочая башня представляет собой многоэтажное здание высотой 37—65 *м*.

В рабочей башне выполняются следующие основные производственные функции элеватора.

Перемещается зерно, поступающее из приемных устройств (с автомобильного, железнодорожного, водного транспорта), а также из сушилки, силосного корпуса или складов, взвешивается и распределяется в требуемых направлениях: в силосный корпус, на очистку, на сушку, на отпуск, на предприятие. Кроме того, зерно подвергается очистке и сушке в целях улучшения его качества.

Вертикальное перемещение зерна в рабочей башне может происходить по двум основным схемам:

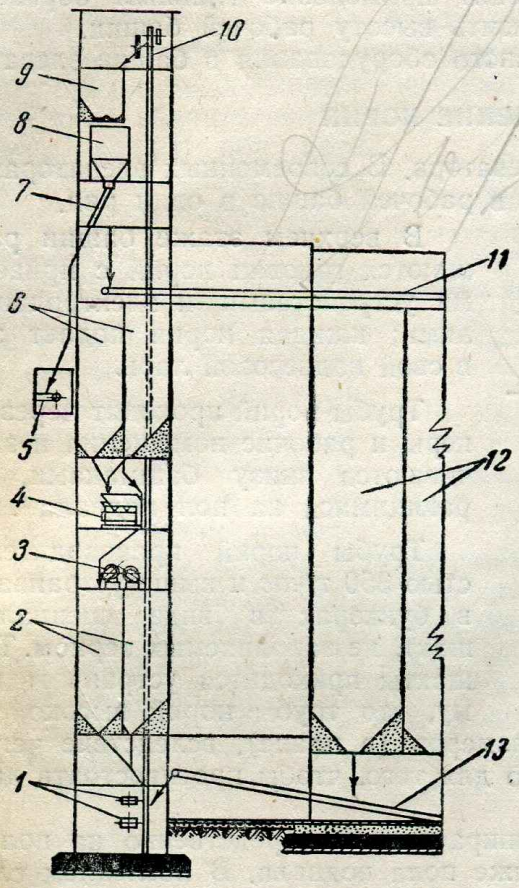


Рис. 152. Схема рабочей башни с одноступенчатым подъемом зерна:

1—приемные транспортеры; *2*—лари под зерноочистительными машинами; *3*—триеры; *4*—сепаратор; *5*—транспортер для отгрузки на воду; *6*—лари над зерноочистительными машинами; *7*—поворотная труба; *8*—весы; *9*—надвесовой ларь; *10*—нория; *11*—надсилосный транспортер; *12*—силосы; *13*—подсилосный транспортер

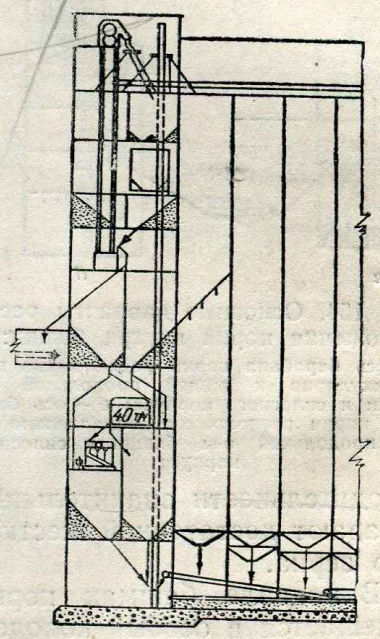


Рис. 153. Схема рабочей башни с двухступенчатым подъемом зерна

Одноступенчатой — при которой взвешенное в рабочей башне зерно подается в силосы одним подъемом нории (рис. 152).

Многоступенчатой — при которой взвешиваемое в рабочей башне зерно подается в силосы двумя или несколькими подъемами нории (рис. 153).

Основная особенность одноступенчатой схемы рабочей башни заключается в том, что весы помещаются выше надсилосного этажа, благодаря чему зерно, поднятое один раз норией, после взвешивания может быть направлено без вторичного подъема в силосный корпус, на очистку или сушку, на отпуск или предприятие. Для осуществления такой схемы необходима рабочая башня большой высоты.

При многоступенчатой схеме расположение весов ниже надсилосного помещения позволяет уменьшить высоту рабочей башни, но зерно для загрузки в силосы после взвешивания приходится вторично поднимать норией.

Последнее обстоятельство является весьма существенным недостатком многоступенчатой схемы, так как влечет за собой увеличение количества норий, а следовательно, усложняет схему и увеличивает площадь пола этажей рабочей башни.

В современных советских элеваторах применяется преимущественно одноступенчатая схема как более простая в эксплуатации.

Многоступенчатая схема находит применение главным образом в тех случаях, когда требуется снизить высоту рабочей башни.

Рассмотрим размещение основного оборудования в башне элеватора.

РАЗМЕЩЕНИЕ НОРИЙ

Нория — основная машина элеватора. В современных элеваторах нории, как правило, располагаются в рабочей башне в один ряд.

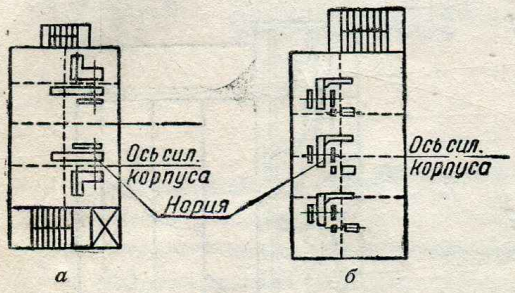


Рис. 154. Основные варианты расположения норий внутри башни:

а — ось барабана нории расположена перпендикулярно к общей продольной оси башни и силосного корпуса; *б* — ось барабана нории расположена параллельно общей продольной оси башни и силосного корпуса

В верхнем этаже башни размещаются головки норий с приводными устройствами и электродвигателями; каждая нория подает зерно в свой надвесовой ларь.

Трубы норий проходят через бункеры и рабочие помещения и заканчиваются внизу башмаками, опирающимися на пол подвала [1].

Трубы норий производительностью 350 *т/час* и выше устраиваются в бункерах в виде специальных шахт, не заполняемых зерном. Такие шахты приходится устраивать потому, что трубы норий высокой производительности значительных размеров (в плане), вследствие чего не обладают достаточной жесткостью для того, чтобы противостоять давлению зерна.

В подвале башмак нории опирается непосредственно на пол или помещается в особый колодец ниже пола подвала. В последнем случае необходимо тщательно предохранять башмак от проникновения в него грунтовой воды, так как присутствие ее в башмаке немедленно ведет к полному прекращению работы всего элеватора. Нередко для обеспечения этого условия башмак нории приходится устанавливать в особый водонепроницаемый колодец.

В современных элеваторах встречаются два основных варианта расположения норий внутри башни:

— ось барабана нории расположена перпендикулярно к общей продольной оси башни и силосного корпуса (рис. 154,*а*);

— ось барабана нории расположена параллельно общей продольной оси башни и силосного корпуса (рис. 154,*б*).

При первом варианте заполнение надвесовых бункеров осуществляется при помощи прямых самотечных труб.

В случае расположения норий по второму варианту поток зерна при выходе из норий приходится отклонить на 90°, что приводит к более быстрому изнашиванию самотечной трубы и требует для заполнения надвесового бункера более высокого расположения головки нории над

[1] При многоступенчатой схеме башмаки укороченных норий могут помещаться в промежуточном этаже башни.

перекрытием. Несмотря на этот недостаток, второй вариант обладает преимуществом, которое заключается в том, что трубы норий меньше загромождают этаж башни.

РАЗМЕЩЕНИЕ ВЕСОВ

В элеваторной практике встречаются весы автоматические и неавтоматические. В современных советских элеваторах в рабочей башне устанавливаются преимущественно неавтоматические ковшевые весы грузоподъемностью 5, 10, 20 и 70 *т* соответственно производительности норий 50, 100, 175 и 350—500 *т/час*.

Автоматические весы на наших элеваторах устанавливают редко. Опыт эксплуатации их на элеваторах и расчеты показали, что при взвешивании зерна небольшими партиями (например повагонно) автоматические весы значительно снижают коэффициент использования транспортных машин; при этом снижение тем больше, чем выше производительность транспортных машин.

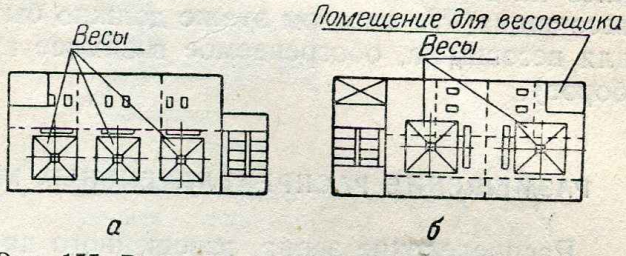


Рис. 155. Варианты расположения ковшевых весов в плане:

а—коромысла обращены в одну сторону; *б*—коромысла обращены навстречу друг другу

Неавтоматические ковшевые весы, устанавливаемые в башне элеватора, снабжаются надвесовыми, а иногда и подвесовыми емкостями, обеспечивающими непрерывность процесса при периодической работе весов. Обычно вместо устройства подвесовой емкости под весами устанавливают оборудование (распределительные устройства, надсилосные транспортеры) с повышенной производительностью, обеспечивающей разгрузку весов в требуемое время.

Емкость надвесового бункера выбирают из расчета обеспечить непрерывную работу оборудования, включенного в поток, в случае выключения из потока весов при взвешивании и их опорожнении.

На основании опыта эксплуатации ковшевых весов, включенных в поток, емкость надвесового бункера принимают равной:

$$E' = aE \ m, \qquad \text{(VIII, 1)}$$

где a — коэффициент, равный: для весов грузоподъемностью 5, 10 и 20 *т* — 1,5, для весов грузоподъемностью свыше 20 *т* — 1,25;

E — емкость ковша весов в *т*.

При устройстве подвесового бункера емкость последнего принимается равной:

$$E'' = \frac{Q_в - Q_{тр}}{60} t_в \ m, \qquad \text{(VIII, 2)}$$

где $Q_в$ — пропускная способность выпускного отверстия ковша весов в *т/час* (см. стр. 166).

$Q_{тр}$ — производительность надсилосного транспортера либо самотека, принимающих зерно после весов, в *т/час*;

$t_в = \frac{E}{Q_в}$ — время опорожнения весов в мин.

Расположение весов в рабочей башне элеватора зависит от принятой схемы вертикального перемещения зерна.

Расположение ковшевых весов в плане в современных элеваторах не отличается большим разнообразием: как правило, они расположены в

один ряд и обращены коромыслами либо в одну сторону (рис. 155,*а*), либо навстречу друг другу (рис. 155,*б*).

В эксплуатационном отношении оба варианта равноценны; вопрос о выборе того или иного варианта решается в результате поисков минимальных размеров башни в плане.

При установке весов необходимо создать удобства для работы весовщика, а именно: перед коромыслом весов оставить рабочее место достаточных размеров, обеспечить беспрепятственный переход от одних весов к другим (один весовщик работает обычно на двух-трех весах), управление задвижками — надвесовой и подвесовой — сосредоточить в одном месте, около правой руки весовщика, стоящего перед шкалой; шкала на коромысле должна быть хорошо освещена.

В элеваторах управление распределительными механизмами (поворотными патрубками и трубами) в большинстве случаев осуществляется весовщиком. Поэтому необходимо, чтобы механизмы управления находились на весовом этаже в непосредственной близости от рабочего места весовщика. На весовом этаже должно быть выделено рабочее помещение для весовщика, обогреваемое в зимнее время (при помощи электроприборов).

РАЗМЕЩЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ТРАНСПОРТЕРОВ

Распределение зерна, взвешенного на весах рабочей башни, а также подача зерна к нориям рабочей башни осуществляются системой распределительных устройств, самотечных труб и транспортеров.

В качестве распределительных устройств на элеваторах применяют поворотные трубы и поворотные патрубки, распределяющие зерно после весов по требуемым направлениям.

При установке поворотных труб — коленчатых либо простых — требуется специальный этаж (см. рис. 151, 152).

Для поворотных патрубков необходимость в отдельных этажах отпадает, так как их обычно устанавливают под потолком распределительного этажа у выпускных отверстий весов (см. рис. 274,*а* на стр. 327).

Распределительные устройства (трубы и патрубки) устанавливают под каждыми весами; при этом ось вращения их, как правило, совпадает с центром выпускного отверстия весов.

Зерно из распределительных устройств подается к месту назначения (оперативные бункеры, силосы хранения и т. д.) системой самотечных труб либо транспортерами.

Самотечные трубы в силу своей простоты и надежности в работе применяют всюду, где имеется возможность создать для них наклон к горизонту не менее 33—36°.

Для распределения зерна по горизонтали от весов рабочей башни либо для подачи зерна к нориям применяют транспортеры различных типов (ленточные, цепные). Наибольшее распространение из них получили ленточные транспортеры.

Обычно в рабочей башне элеватора размещают приемные и сбрасывающие устройства транспортеров и соответственно натяжные и приводные станции.

Транспортеры, подающие зерно к нориям, обычно размещаются в нижних этажах рабочей башни. К их числу относятся: подсилосные транспортеры, транспортеры для приема зерна с автомобильного или железнодорожного транспорта и иногда транспортеры для приема зерна с водного транспорта.

Транспортеры, принимающие зерно из распределительных устройств — надсилосные, а также для отпуска на предприятие либо на зерносушилку обычно размещаются в верхних этажах рабочей башни.

В рабочей башне, кроме перечисленных, иногда размещают поперечные — вспомогательные — транспортеры, имеющие назначение повысить гибкость схемы. Поперечные транспортеры обычно применяют реверсивные и устанавливают их на распределительном (рис. 156) либо нижнем (рис. 157) этажах рабочей башни.

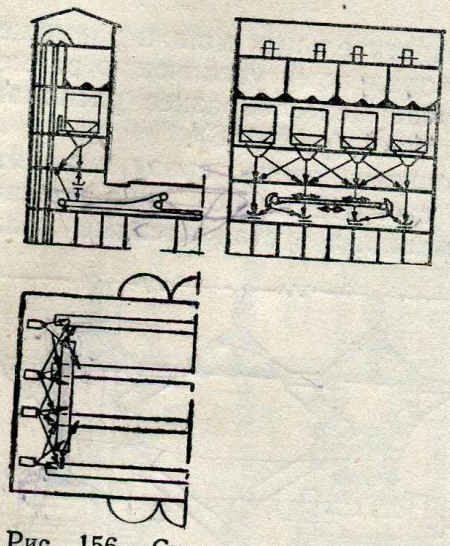


Рис. 156. Схема размещения поперечных транспортеров в рабочей башне на распределительном этаже

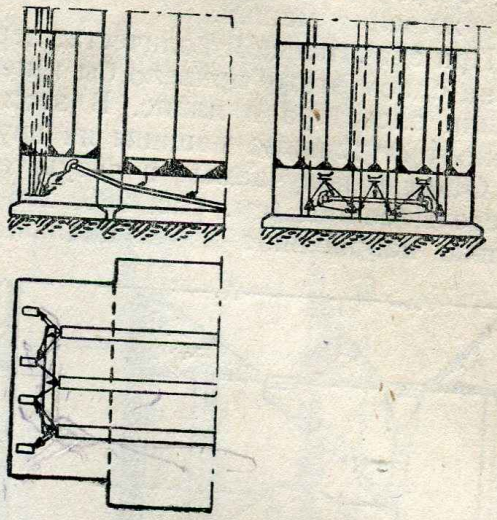


Рис. 157. Схема размещения поперечных транспортеров в рабочей башне на нижнем этаже

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Зерно на элеваторах очищают для того, чтобы удалить посторонние примеси из него и тем повысить качество и стойкость его при хранении.

В зависимости от характера примесей, содержащихся в зерне, для их удаления применяют различные зерноочистительные машины, из которых основные — сепараторы и триеры.

В зависимости от назначения элеватора состав зерноочистительных машин и их расположение в башне могут быть весьма разнообразными.

В элеваторах, построенных за последние два десятилетия, зерноочистительные машины, как правило, размещены на этажах, разделяющих рабочую башню элеватора по высоте на две части. Над и под зерноочистительными этажами размещают оперативные емкости (см. рис. 151), обеспечивающие возможность включения в схему машин более низкой производительности, чем основное оборудование [1].

Оперативные емкости над зерноочистительными машинами дают возможность заполнить эти емкости при помощи норий, работающих с полной производительностью, и затем переключить их (нории) на другую операцию; зерноочистительные машины могут продолжать работу за счет запаса зерна в оперативной емкости.

Оперативную емкость над зерноочистительными машинами следует принимать возможно бо́льшую, обеспечивающую работу целой смены и во всяком случае не меньше чем на 3 часа работы зерноочистительных машин. Над каждой машиной желательно иметь не менее двух бункеров, чтобы можно было быстро переключаться с одной партии зерна на другую.

Высказанные выше соображения относятся также к оперативной емкости под зерноочистительными машинами.

[1] Подсепараторные емкости обычно принимают на 10—15% больше, чем надсепараторные.

Расположение зерноочистительных машин по этажам башни элеватора может быть различным. На некоторых элеваторах зерноочистительные машины расположены на одном этаже (см. рис. 279, 280 на стр. 341). Достоинство такого расположения заключается в удобстве обслуживания машин.

При значительном количестве зерноочистительных машин размещение их на одном этаже привело бы к нерациональному увеличению размеров башни элеватора в плане. В этом случае целесообразнее располагать зерноочистительные машины на двух этажах (рис. 158).

Отходы, получаемые в результате очистки зерна, сразу выводят за пределы башни (см. рис. 280, 293 на стр. 342 и 366) либо предварительно направляют на специальные машины, установленные этажом

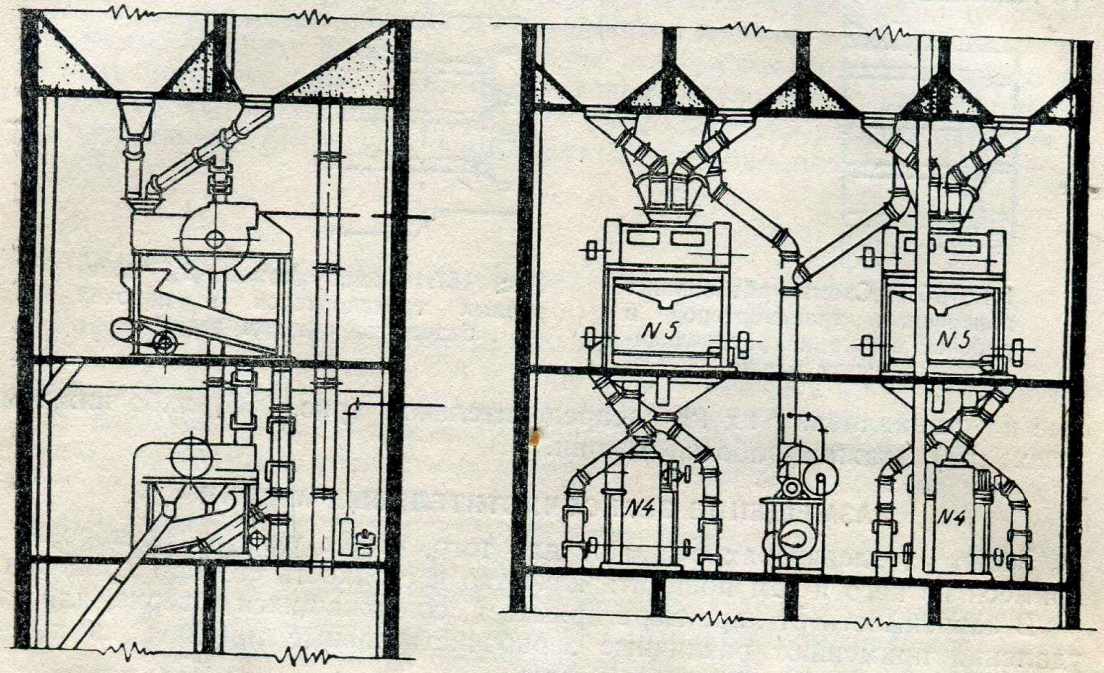


Рис. 158. Разрезы по этажам зерноочистительного отделения заготовительного элеватора 1949 г. (пример размещения зерноочистительных машин на двух этажах)

ниже зерноочистительных машин (см. рис. 158), для выделения из отходов полноценного зерна. В настоящее время широко применяется последний вариант ввиду следующих его преимуществ:

— отпадает необходимость возвращения обратно в элеватор зерна, выделенного из отходов;

— для обслуживания машин, выделяющих из отходов полноценное зерно, нет необходимости назначать отдельного рабочего — в башне их обслуживает рабочий, наблюдающий за работой зерноочистительных машин;

— уменьшается (по весу) количество отходов, удаляемых из башни, так как выделенное из них зерно остается в башне.

Во избежание установки большого количества транспортеров, необходимых для удаления отходов из рабочей башни, сход с сортировочного сита объединяют с относами и отходами, получаемыми после очистки зерна на овсюгоотборниках. Подсевные сепараторные отходы, а также полученные после очистки зерна на куколеотборниках (куколь) транспортируют раздельно.

Отходы из рабочей башни удаляют при помощи ленточных, винтовых, вибрационных транспортеров или пневматических устройств, а в отдельных случаях — самотеком.

КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕЙ БАШНИ

Рабочие башни современных элеваторов бывают железобетонные, железокирпичные [1], деревянные [2] и смешанной конструкции (например нижняя часть башни железобетонная, верхняя — деревянная). В США и Аргентине встречаются металлические башни. Наибольшее распространение получили за последнее время железобетонные башни, обладающие рядом достоинств: долговечностью, огнестойкостью, возможностью механизации строительных работ и т. п.

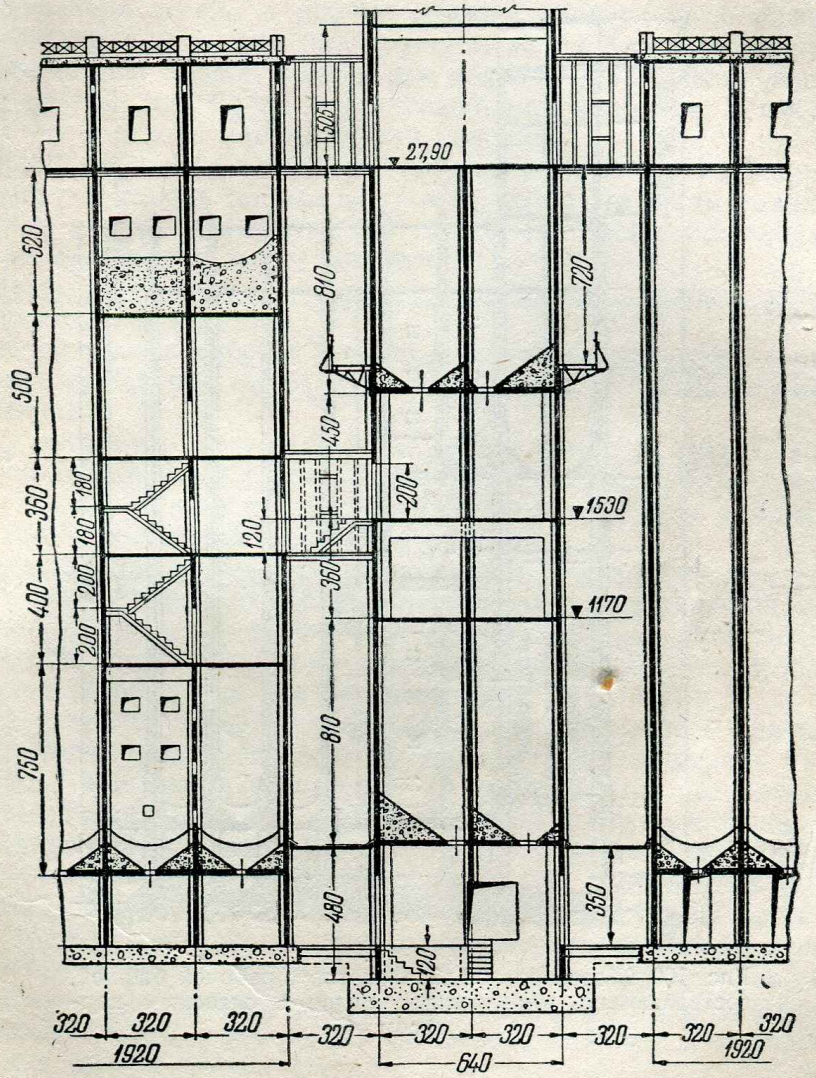


Рис. 159. Железобетонный элеватор с рабочей башней, не зависимой в статическом отношении от силосного корпуса

Железобетонные башни сооружают в виде здания, не зависимого в статическом отношении от силосного корпуса, связанного с ним лишь верхней и нижней соединительными галереями для пропуска надсилосных и подсилосных транспортеров (рис. 159), или в виде здания, составляющего одно неразрывное целое с силосным корпусом (рис. 160).

[1] Элеваторы железокирпичной конструкции не получили у нас широкого распространения, так как они не дали ожидаемой экономии цемента и железа.

[2] В настоящее время действующими противопожарными нормами строительного проектирования предприятий Министерства заготовок запрещено строительство элеваторов из дерева.

В первом случае рабочая башня, учитывая ее значительную высоту, должна иметь размеры в плане, обеспечивающие достаточную устойчивость сооружения.

Во втором случае вследствие жесткого соединения с корпусом башня приобретает большую устойчивость, что особенно важно при незначительных ее размерах в плане и при слабых грунтах.

Очевидно, размеры общего фундамента башни и силосного корпуса должны быть подобраны так, чтобы напряжение на грунт при полной нагрузке обоих сооружений было под каждым из них одинаковым.

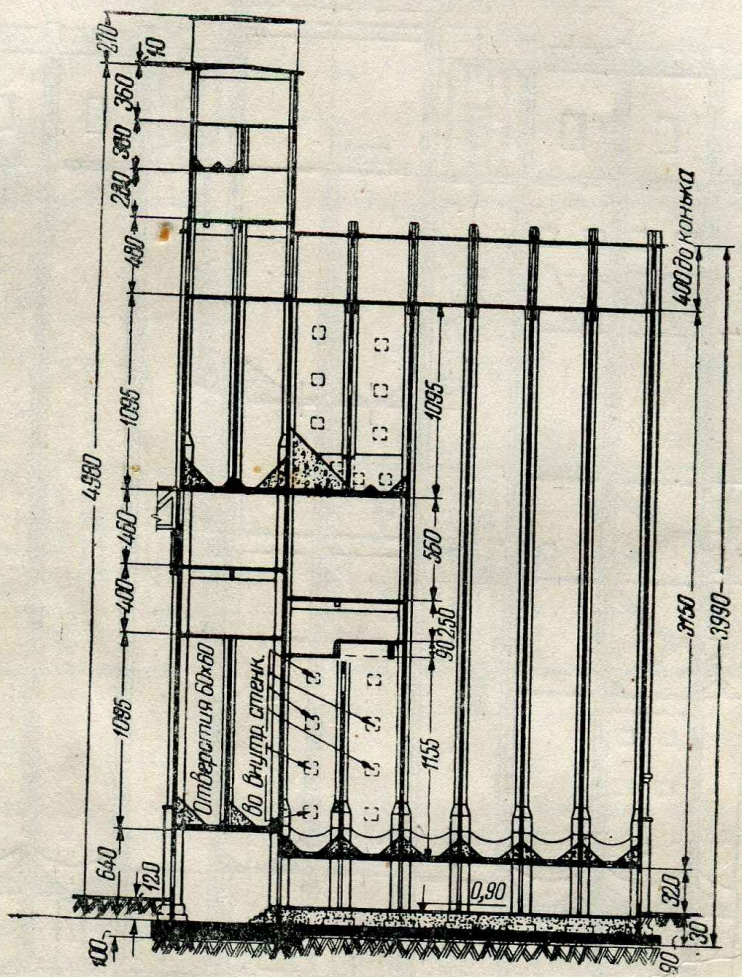


Рис. 160. Железобетонный элеватор с рабочей башней, составляющей неразрывное целое с силосным корпусом

Рабочая башня чаще всего имеет прямоугольную форму в плане. Существуют элеваторы, у которых рабочая башня имеет овальную или круглую форму. Однако вследствие низкого коэффициента использования площади помещения при расстановке оборудования в башне овальной или круглой формы широкого распространения они не получили.

Современные железобетонные башни, как правило, возводят в подвижной опалубке, ускоряющей и удешевляющей строительные работы. Введенная впервые в начале текущего столетия для сооружения дымовых труб подвижная опалубка получила всеобщее признание и распространение не только в элеваторном строительстве, но и в ряде других отраслей народного хозяйства [1].

[1] С. Г. Шелковников. Подвижная опалубка. Заготиздат, М., 1947.

Широкому распространению подвижной опалубки при строительстве элеваторов способствовали следующие ее основные преимущества: отсутствие лесов и подмостей; дешевизна для высоких сооружений, начиная примерно с высоты 10 *м*; быстрота производства работ; возможность механизации строительных работ и др.

Применение подвижной опалубки оказывает существенное влияние на компоновку и характер конструкций сооружения:

— стенки должны иметь одну и ту же толщину от низа до верха, но не менее 12—15 *см* (уменьшение толщины стенки может нарушить монолитность бетона при производстве работ);

— внутренние стенки в разных этажах должны быть расположены строго по вертикали — одни над другими; ребра балок рассматриваются и исполняются как стенки, почему они должны быть расположены строго одна над другой, или балка над стенкой, или наоборот, и иметь ту же толщину, что и стенки над ними или под ними;

— наружные стенки и колонны должны начинаться на одном уровне и заканчиваться также на одном уровне, но обрыв части здания может быть сделан на любой высоте; для этого на соответствующем уровне часть форм отделяется и останавливается [1].

Все перекрытия, днища емкостей, площадки и марши лестниц делают в постоянной опалубке.

В рабочей башне имеется несколько типов перекрытий: крыша, междуэтажные перекрытия по балкам, перекрытия по стенкам емкостей и днища емкостей.

Крышу делают в виде ребристой железобетонной плиты, выступающей за наружные стенки для образования слива. Необходимый уклон создается слоем тощего бетона. Поверх тощего бетона наклеивают на нефтебитумной клебемассе два слоя рубероида.

Междуэтажные перекрытия представляют собой плиты, опирающиеся на балки или стенки емкостей, возведенные в подвижной опалубке. На наружные стенки эти перекрытия опираются в штрабах, оставленных при движении подвижных форм и связанных со стенками особой арматурой, заложенной в них при бетонировании.

Днища емкостей представляют собой железобетонные плиты, подвешенные к внутренним стенкам и опирающиеся через штрабу на наружные стенки. Выпускное отверстие, по возможности, располагают центрально. Необходимый уклон, обеспечивающий вытекание зерна, придают днищам забуткой из тощего шлакобетона с гладкой цементной коркой. Уклон должен быть при конической забутке 36°, при забутке в виде усеченной пирамиды — 45°. В плане бункеры имеют чаще всего прямоугольную форму, реже квадратную — с размерами сторон, не превышающими 3,5—4,0 *м*, т. е. с такими размерами, при которых толщина стенки укладывается в минимально допустимую толщину 15 *см*. Иногда пролет стенок бывает больше указанных размеров, поэтому и толщину соответствующих стенок увеличивают.

В некоторых случаях бывает выгодно два смежных бункера превратить в одну общую емкость. В таких случаях в разделяющей их стенке во время постройки оставляют отверстия, располагая их так, чтобы полезная емкость бункеров была наибольшей.

Стенки бункеров кроме горизонтальной несут еще и вертикальную нагрузку, передаваемую им расположенными на них перекрытиями, трением зерна, а также подвешенными к ним днищами. Так как стенки бункеров, как правило, имеют большую высоту и защищены от про-

---

[1] Следует отметить, что перечисленные ограничения не во всех случаях являются обязательными.

Практика последнего времени дает решения, позволяющие в некоторых случаях с бо́льшим или ме́ньшим усложнением конструкции опалубки выполнять сооружения, проекты которых не вполне отвечают тому или иному из перечисленных требований.

дольного изгиба частыми пересечениями поперечных стенок, то они способны выдержать значительную вертикальную нагрузку. Это позволяет при рабочих башнях шириной до 7,0—7,2 *м* не ставить внутренних колонн в нижнем и зерноочистительном этажах, а колонны этажей, расположенных выше надсилосного пола, опирать на узлы бункерных стенок.

Колонны башни, расположенные в углах бункеров, чаще всего повернуты своими диагоналями по направлению сторон бункеров, чем об-

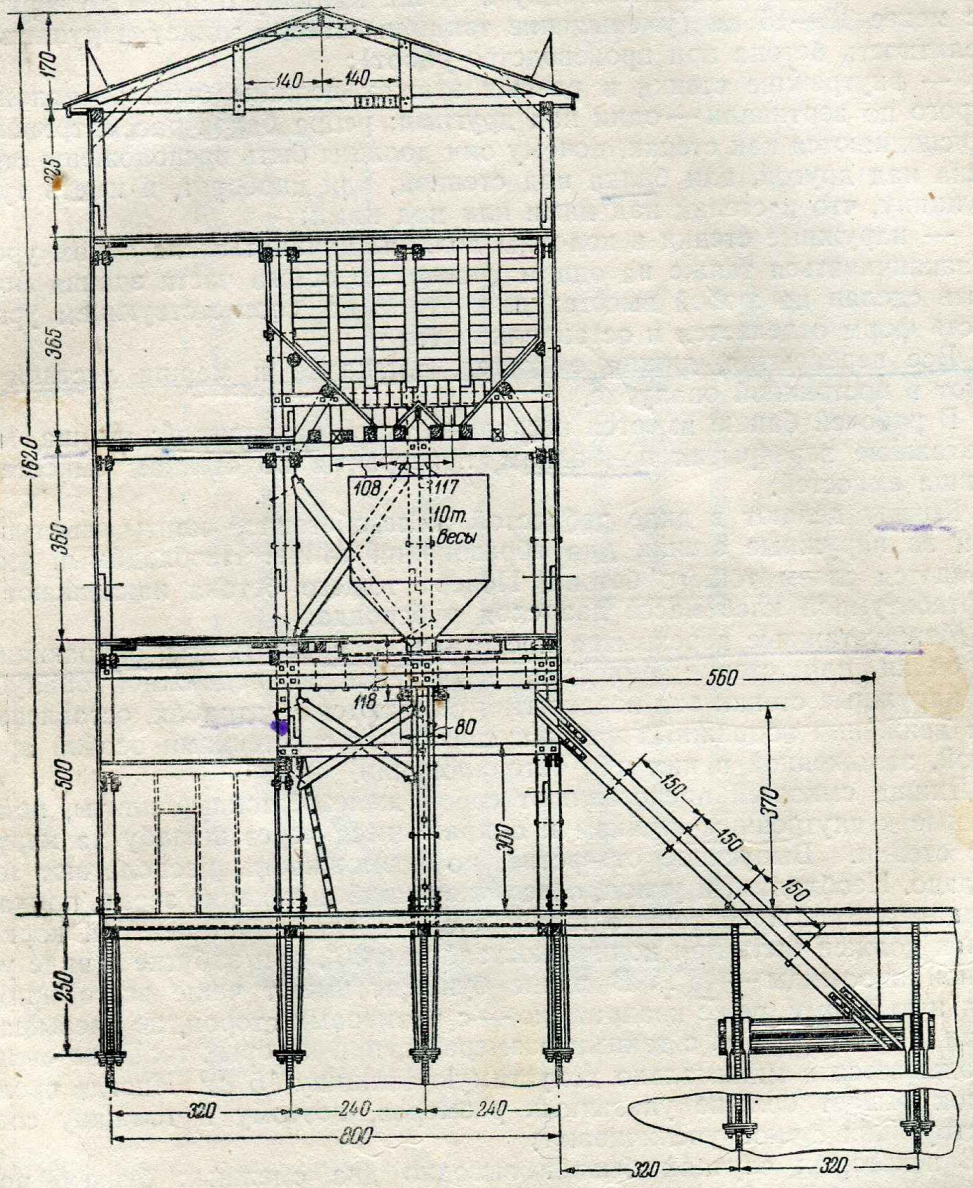


Рис. 161а. Надсилосная башня деревянного заготовительного элеватора ДЛ-5500 1939 г. (поперечный разрез)

легчается производство работ в подвижных формах. Для создания необходимого поперечного сечения колонн по высоте во время их возведения в подвижной опалубке необходимо вставлять в формы соответствующие заглушины разных размеров, ограничивающие сечение колонн.

Пристенные (периметровые) колонны делают разнообразной формы: прямоугольные и тавровые, иногда они выступают из стенок наружу для образования пилястров. Размеры колонн назначают по расчету в зависимости от их нагрузки.

Пролеты балок верхних перекрытий башни выбирают приблизительно в пределах 3—6 *м*. Толщина балок составляет 15—20 *см*, а высота — 50—80 *см*.

Полом для подвального этажа башни служит фундаментная плита. Вследствие больших удельных нагрузок другие типы фундаментов под башней в настоящее время не применяют. Несмотря на консольные выпуски фундаментной плиты за контур стенок, давление башни на грунт всегда несколько больше, чем силосного корпуса.

Установленное в башне оборудование (нории, весы) крайне чувствительно ко всяким перекосам и при их наличии не может работать правильно. Поэтому железобетонные башни крупных элеваторов с нагрузкой на основание 4—4,5 *кг/см²* часто располагают на искусственных основаниях — на сваях. Башни элеваторов среднего размера с нагрузкой на основание 3—3,5 *кг/см²* обычно ставят на естественных основаниях, расширяя опорную поверхность консольными выпусками фундаментной плиты. Башни же небольших элеваторов стараются связать с силосным корпусом в одно неразрывное целое.

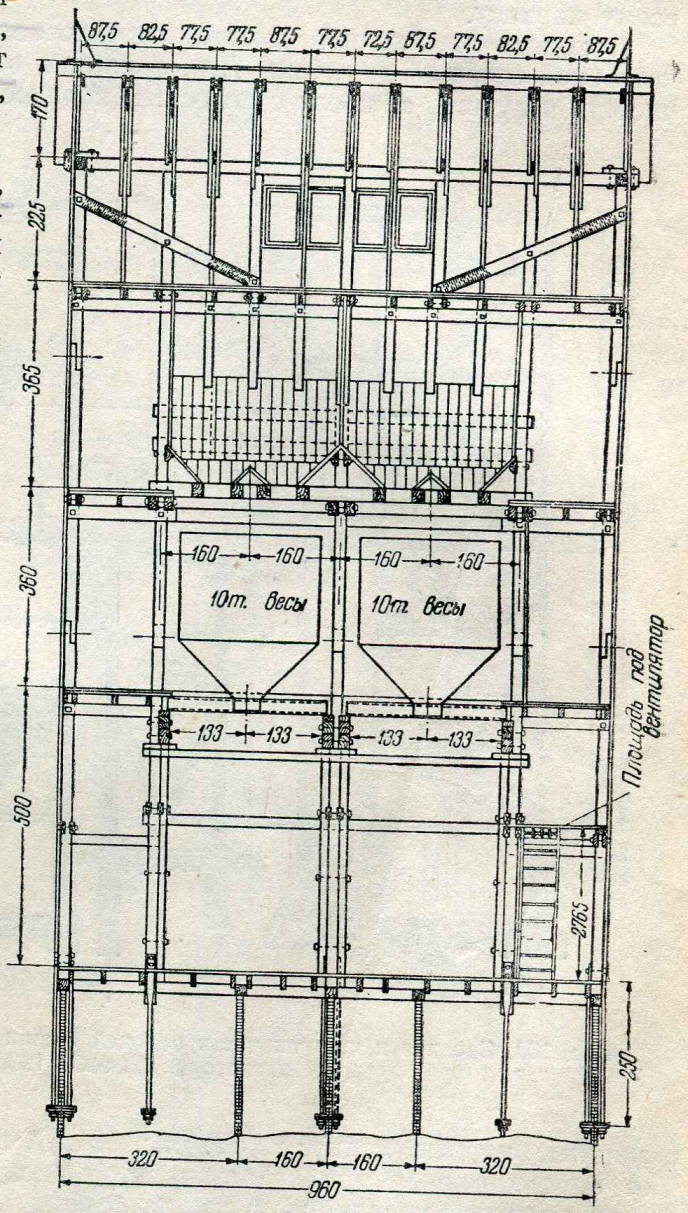


Рис. 161б. Надсилосная башня деревянного заготовительного элеватора ДЛ-5500 1939 г. (продольный разрез)

Деревянные башни. В деревянных элеваторах рабочая башня (т. е. та часть элеватора, в которой расположены нории, весы и зерноочистительные машины) никогда не строится в виде обособленного здания.

Нижняя часть ее составляет одно целое с силосным корпусом, покоится на общем фундаменте и имеет одинаковую с ним конструкцию стенок из силосных реек.

Верхняя часть башни (называемая в практике строительства надсилосной башней) является надстройкой на силосном корпусе и представляет собой каркасную стоечную конструкцию, жесткость которой основывается на подкосах. Основная несущая конструкция деревянной башни (рис. 161а и б) состоит из ряда брусчатых стоек, установленных по периметру башни по нижней обвязке и связанных с силосной кладкой корпуса стальными накладками и болтами. Для прикрепления наружной обшивки между основными стойками на рас-

стоянии 0,75—0,90 *м* друг от друга устанавливают дополнительные дощатые стойки. Обшивку башни делают снаружи из одного слоя 2,5-сантиметровых досок, прибиваемых к стойкам, обвязкам и подкосам. Эта обшивка располагается под углом 45° к горизонту «в елку», всегда вперекрест с подкосами и хотя для запаса прочности в расчет не вводится, но тем не менее придает помимо подкосов дополнительную жесткость всему каркасу.

Находясь на большой высоте, надсилосная башня подвержена значительной ветровой нагрузке. Для придания всей башне большей устойчивости и лучшей ее связи с силосным корпусом снаружи устанавливают

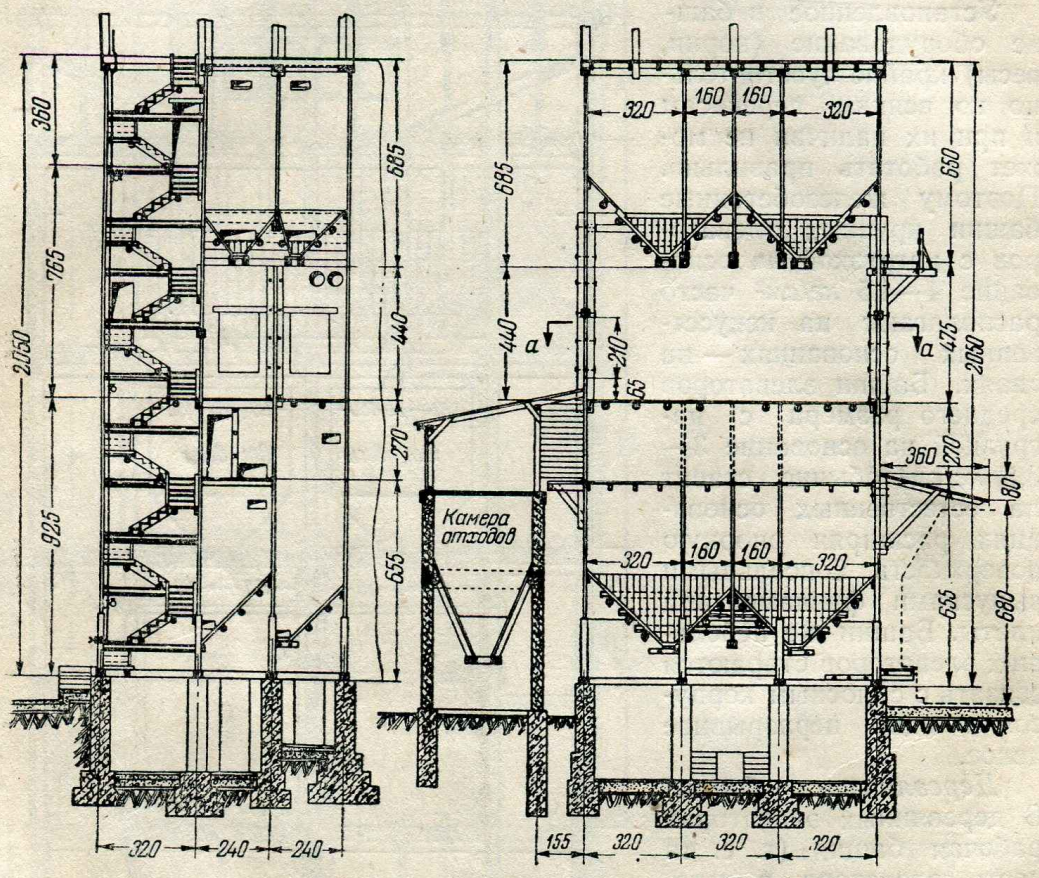


Рис. 162. Средняя и нижняя части рабочей башни деревянного заготовительного элеватора ДЛ-5500 1939 г.

мощные парные подкосы (см. рис. 161,а), которые удерживают башню от опрокидывания при действии ветра вдоль корпуса. Верхние концы этих подкосов упираются в стойки башни, а нижние соединены со специальными брусьями, расположенными в силосах.

Междуэтажные перекрытия деревянной надсилосной башни кроме своего прямого назначения служат также диафрагмами, придающими всей башне необходимую жесткость. В связи с этим они в свою очередь должны быть жесткими и прочно связанными со стенками башни.

В средней части деревянной башни, составляющей одно целое с силосным корпусом, располагают емкости над зерноочистительными машинами, помещение для зерноочистительных машин и емкости под ними (рис. 162).

При установке оборудования в деревянной башне необходимо помнить, что стенки из силосных реек способны давать значительную осадку в связи с усушкой дерева и уплотнением швов между рейками

в результате загрузки бункеров, поэтому необходимо применять специальные способы крепления норийных и самотечных труб во избежание их поломки.

Как уже сказано, башенная часть силосного корпуса деревянных элеваторов имеет общие с силосным корпусом фундаменты; общим у них также является подвальный этаж, приспособленный для установки башмаков норий и самотека из бункеров, для ввода транспортеров. Фундаментные стенки выполняются чаще всего из бутовой кладки. Давление на грунт порядка 2,5 *кг/см²* легко достигается ступенчатым уширением фундаментных стенок. При худших условиях грунта давление снижают до 1,75 *кг/см²*, вводя сплошную железобетонную плиту под весь корпус.

Пол в нижней части башни обычно делают цементнобетонным, а в последнее время асфальтовым.

2. РАЗМЕЩЕНИЕ ЗЕРНОСУШИЛОК

Среди мероприятий по сохранению зерна исключительно важное значение имеет зерносушение. Вследствие позднего созревания хлебов во многих районах нашей страны и уборки их при неблагоприятных метеорологических условиях на элеваторы нередко поступает сырое и влажное зерно. Для сохранения такого зерна необходимо просушить его в сравнительно короткие сроки. В сушке могут нуждаться также отдельные партии зерна, убранного комбайнами.

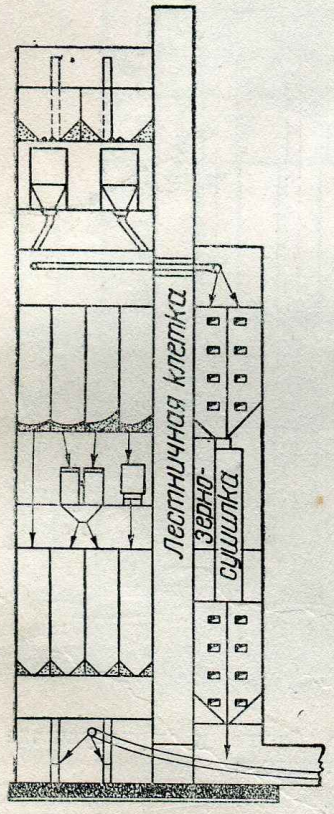


Рис. 163. Схема расположения зерносушилки рядом с рабочей башней элеватора (зерно из башни на сушилку и из сушилки в башню передается посредством транспортеров)

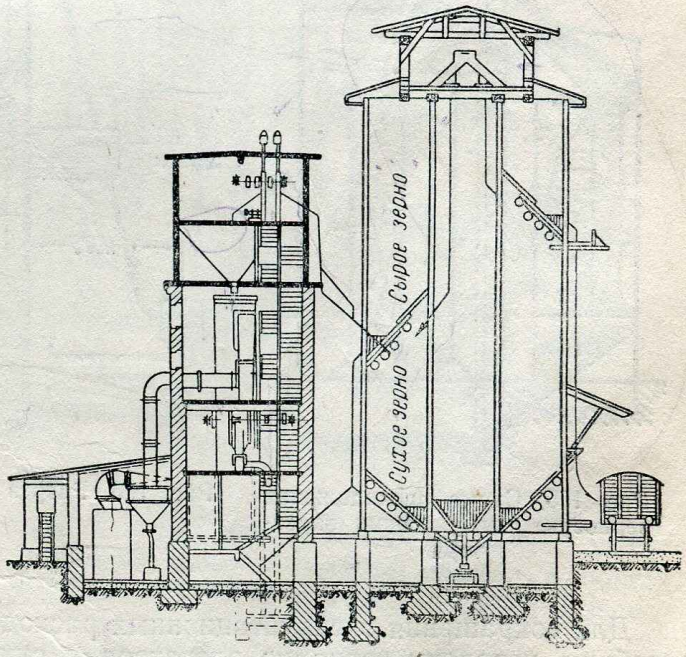


Рис. 164. Зерносушилка ВТИ-4 при заготовительном элеваторе ДЛ-5500 (расположение рядом с силосным корпусом)

Наиболее эффективный способ зерносушения — тепловая сушка. Применяется она не только с целью снижения влажности зерна, но и для его обеззараживания, т. е. уничтожения находящихся в нем вредителей в различных стадиях развития.

В состав элеватора зерносушилка входит в качестве самостоятельного цеха, работу которого стараются сделать как можно менее зависимой от работы оборудования элеватора.

При небольшой производительности зерносушилок по сравнению с основным оборудованием элеватора не представляется возможным включать их непосредственно в поток. Поэтому сырое и влажное зерно, предназначенное для сушки, так же, как и просушенное зерно, направляют в отдельные емкости, увязанные с зерносушилкой и периодически загружаемые и разгружаемые транспортным оборудованием элеватора. Для нормальной работы зерносушилки и элеватора необходимо, чтобы в бункерах для зерна, направляемого на зерносушилку, а также в бункерах для зерна, пропущенного через зерносушилку, помещался запас не менее чем на одну, а желательно даже на две смены. В последнем случае работа зерносушилки становится возможной в течение трех смен при работе элеватора в одну смену.

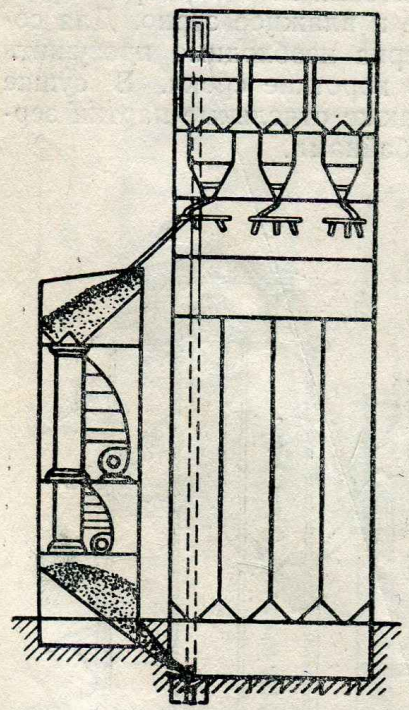


Рис. 165. Схема расположения зерносушилки у башни элеватора

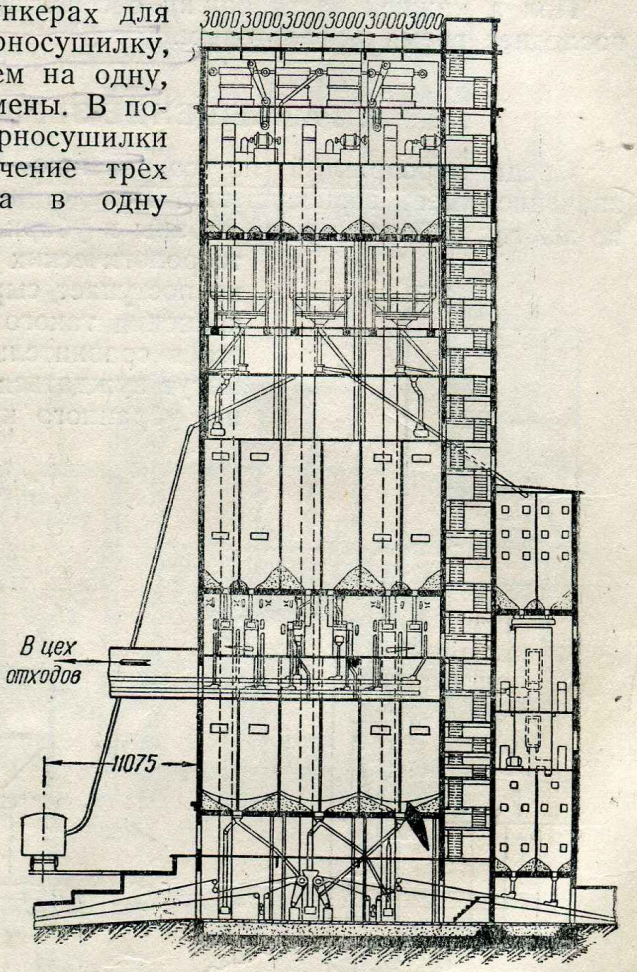


Рис. 166. Разрез по башне и зерносушилке элеватора

Для сокращения эксплуатационных расходов очень важно обеспечить удобную передачу зерна из элеватора в сушилку и обратно. Поэтому зерносушилку обычно располагают вблизи элеватора или (в последнее время) в здании элеватора.

Основные варианты расположения зерносушилки следующие:

1) Зерносушилку располагают рядом с рабочей башней элеватора и передачу зерна на зерносушилку и после сушки обратно в башню производят при помощи специального транспортного оборудования, установленного в башне (рис. 163).

2) Зерносушилку располагают рядом с силосным корпусом, и передача зерна из башни на зерносушилку и обратно осуществляется при по-

мощи норий, надсилосного и подсилосного транспортеров (рис. 164). В некоторых вариантах такого расположения удается обеспечить прямую связь норий элеватора с бункерами для влажного и сухого зерна при помощи самотека, в других — при помощи надсилосного и подсилосного транспортеров.

3) Зерносушилку располагают в башне (см. рис. 295) или в силосном корпусе (см. рис. 274б).

Первый вариант чаще всего находит применение в железобетонных элеваторах. При этом зерносушилку обычно располагают на одной фундаментной плите с башней элеватора, соединяя их лестничной клеткой (см. рис. 163 и 166).

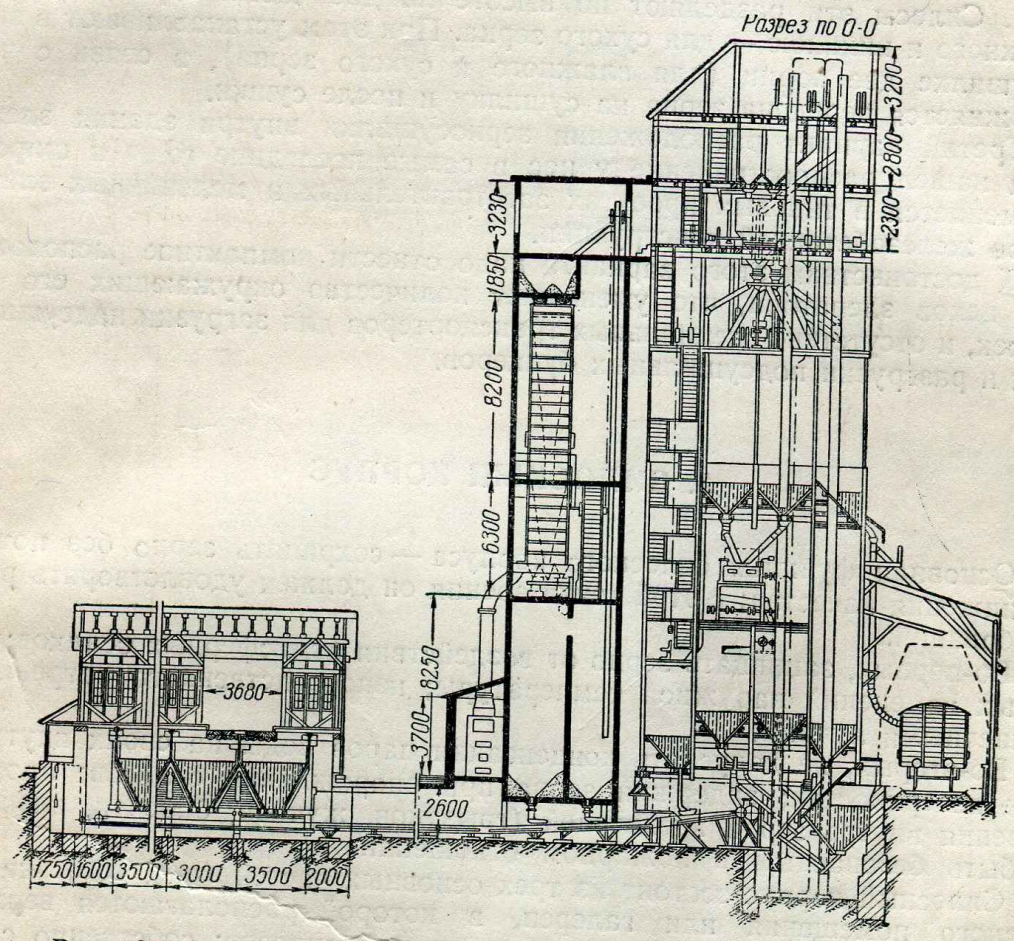


Рис. 167. Разрез по башне и зерносушилке элеватора ДЛ-75 1932 г.

Этот вариант находит широкое применение, так как позволяет сооружать здание зерносушилки одновременно со зданием башни в общих подвижных формах и обеспечить удобную связь между башней и зерносушилкой.

При расположении зерносушилки у башни элеватора может быть несколько вариантов передачи зерна на сушилку и после нее, а именно:

а) самотеком, что возможно при значительной высоте башни и большом заглублении норий; это наиболее выгодный в эксплуатационном отношении, но редко встречающийся вариант (рис. 165);

б) из башни на сушилку посредством самотечной трубы после весов, а из сушилки при помощи транспортера (рис. 166);

в) на сушилку и из сушилки при помощи транспортеров (см. рис. 163) — чаще всего применяемый способ передачи;

г) на сушилку из бункера, расположенного в башне, посредством самотечной трубы и нории, установленной в сушилке, а из сушилки в

башню при помощи транспортера (рис. 167); вариант этот так же, как и вариант «а», редко теперь применяют вследствие трудности создавать в башне элеватора необходимую для зерносушилки емкость.

Ко второму варианту расположения зерносушилки у силосного корпуса приходилось прибегать при строительстве деревянных заготовительных элеваторов, в которых надсилосный пол находится от уровня земли на высоте 21—23 *м*, обычно не достаточной для того, чтобы можно было расположить необходимые емкости над и под сушилкой. В таких случаях в отдельно стоящем здании зерносушилки устраивают только небольшую емкость (на 2—3 часа работы сушилки), а основную емкость для влажного и высушенного зерна располагают в 2—3 силосах элеватора. Силосы эти разделяют по высоте на две части: верхнюю — для влажного и нижнюю — для сухого зерна. При этом устанавливают в зерносушилке две нории (для влажного и сухого зерна), в связи с чем усложняется передача зерна на сушилку и после сушки.

Третий вариант расположения зерносушилки внутри здания элеватора нашел распространение у нас в самые последние годы и широко применяется в типовых проектах заготовительных и мельничных элеваторов железобетонной конструкции.

К достоинствам этого варианта надо отнести компактное расположение цехов элеватора, что уменьшает количество окружающих его построек, и отсутствие специальных транспортеров для загрузки надсушильных и разгрузки подсушильных бункеров.

3. СИЛОСНЫЙ КОРПУС

Основная функция силосного корпуса — сохранить зерно без потерь и снижения качества; с этой точки зрения он должен удовлетворять ряду требований.

Во-первых, защищать зерно от воздействия атмосферных осадков; быстрых изменений наружной температуры; непосредственного нагревания солнечными лучами.

Во-вторых, не допускать конденсации паров воды на своих внутренних поверхностях; задержки зерна при опорожнении силосов; проникновения внутрь зерна вредителей (грызунов, жучков, бабочек, клещей) и быть безопасным в пожарном отношении.

Силосный корпус состоит из трех основных частей (рис. 168): надсилосного помещения или галереи, в которой располагаются верхние транспортеры, предназначенные для загрузки силосов; собственно силосов, где хранится зерно, и подсилосного помещения или подвала, в котором располагаются самотечные трубы и нижние транспортеры, предназначенные для разгрузки силосов.

Для возведения силосного корпуса применяют железобетон, кирпич (железокирпич), сталь, а раньше применяли и дерево.

Перечисленные выше материалы не равноценны с точки зрения требований, обеспечивающих сохранность зерна. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Дерево обладает двумя свойствами, очень важными для материала, из которого сооружают силосы: малой теплопроводностью и значительной гигроскопичностью. Благодаря первому из них зерно в деревянном силосе больше, чем в других, защищено от неблагоприятного действия резких колебаний наружной температуры и от возможности конденсации на стенках паров воды, выделяемых самим зерном при дыхании; благодаря второму (гигроскопичности) — образовавшаяся вода в случае конденсации паров не увлажняет зерно, а впитывается материалом стенок, в связи с чем уменьшается опасность самосогревания зерна.

Наряду с этим дерево обладает крупными недостатками: оно огнеопасно, способно коробиться и давать трещины при усыхании. Кроме того, силосы из дерева вследствие своей конструкции имеют много щелей, в которых могут гнездиться различные вредители. Такие силосы нельзя сделать не проницаемыми для газов и, следовательно, трудно

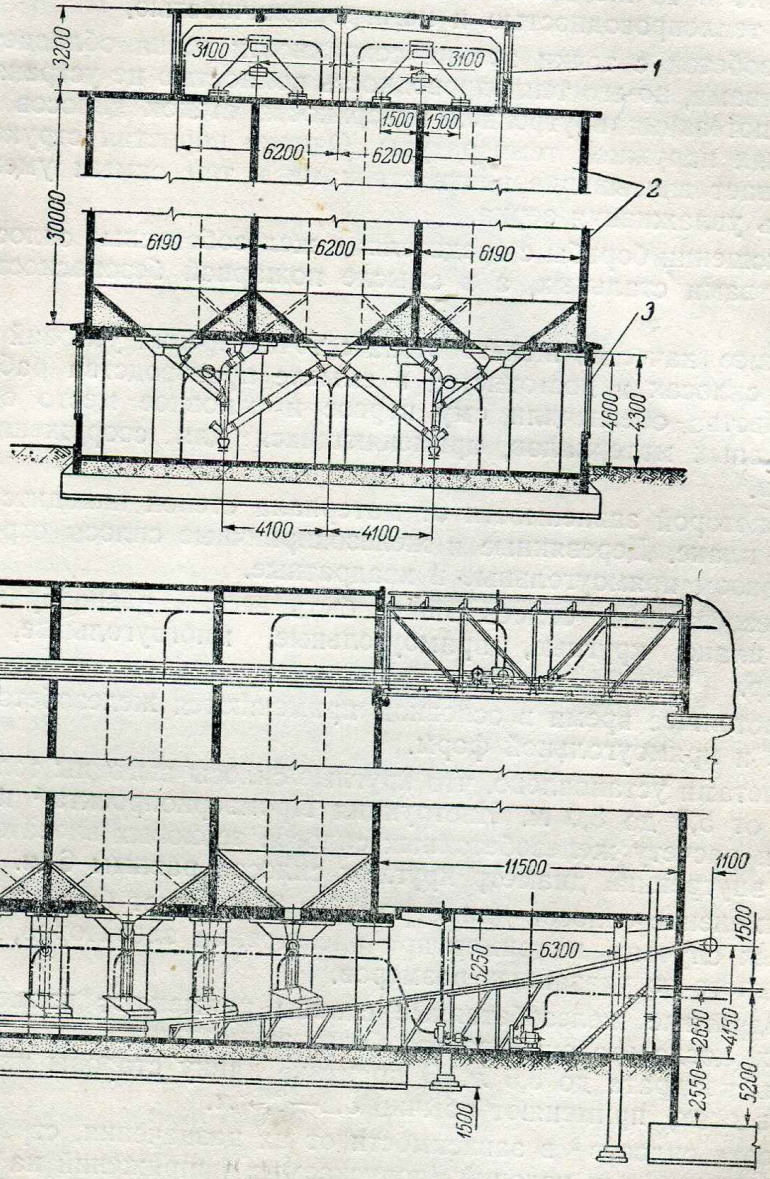


Рис. 168. Поперечный и продольный разрезы силосного корпуса, мельничного элеватора — М-2×175 1938 г.:

1—надсилосное помещение; *2*—силос; *3*—подсилосное помещение

обеззараживать в них зерно при помощи газов. Наконец, силосы, построенные из дерева, менее долговечны, нежели силосы из других материалов. Перечисленные недостатки, из которых самый существенный огнеопасность, привели к отказу от строительства деревянных силосных корпусов.

Кирпич (железокирпич), обладая, хотя и в меньшей степени, достоинствами дерева — малой теплопроводностью и значительной гигроскопичностью, не имеет его недостатков — огнеопасности и наличия большого количества щелей, и поэтому с точки зрения сохранности зерна может считаться вполне пригодным материалом для строительства силосов.

Однако производство строительных работ по кладке стен элеватора требует большого числа рабочих высокой квалификации из-за невозможности механизировать процесс кладки кирпича.

Сталь имеет ряд достоинств: силосы получаются не проницаемыми для атмосферной влаги и в них отсутствуют условия для развития вредителей, но в то же время она обладает и крупными недостатками — большой теплопроводностью и негигроскопичностью.

Железобетон с точки зрения сохранности зерна обладает высокими достоинствами, но его теплопроводность полностью не устраняет возможности отпотевания внутренней поверхности стенок силосов при резких изменениях наружной температуры. Однако пористая структура бетона обеспечивает впитывание влаги стенками и тем самым уменьшает возможность увлажнения зерна.

В отношении борьбы с вредителями железобетонные силосы обладают достоинствами стальных, а в смысле пожарной безопасности превосходят их.

Хорошее качество железобетона с точки зрения условий сохранности зерна в силосах и достоинства в смысле производства работ и сроков строительства обеспечили ему первое и основное место среди других строительных материалов, применяющихся для сооружения силосных корпусов.

В некоторой зависимости от материала стенок находится форма силосов в плане. Деревянные и железокирпичные силосы строились главным образом прямоугольные и квадратные.

Железобетонные силосы могут быть весьма разнообразных очертаний в плане: круглые, прямоугольные, многоугольные, звездообразные и др.

В настоящее время в основном применяются железобетонные силосы круглой и прямоугольной форм.

Расчетами установлено, что круглые силосы выгодны только для диаметров от 5,5 до 8,0 *м*. Инструкция Промзернопроекта[1] по проектированию и расчету железобетонных силосов зерновых элеваторов устанавливает внутренний диаметр круглых силосов равным 6 *м*.

Применение силосов диаметром 7 и 8 *м* может быть допущено лишь в особых случаях, например при расширении элеваторов, имеющих силосы одного из указанных размеров.

Квадратные железобетонные силосы применяют взамен круглых в случаях, когда это оказывается более экономичным, т. е. при размерах стороны квадрата до 5,5 *м*. В практике длину стороны квадратного силоса (в осях) применяют обычно 3,2—3,5 *м*.

Высота силосов[2] в зависимости от их назначения, строительного материала и местных условий (допускаемых напряжений на грунт) может быть весьма различной, но несомненно, что с точки зрения стоимости сооружения выгодно высоту силосов увеличить, так как после известного предела, когда высота силоса больше чем в 6 раз превышает его поперечник, дальнейшее повышение почти не увеличивает давления зерна на стенки (см. главу IV). Однако при этом приходится учитывать допускаемое давление на грунт и стоимость оснований.

В настоящее время железобетонные силосы сооружают высотой 25—35 *м*. При этих размерах можно обходиться непосредственной передачей давления на грунт без применения искусственного основания. При

---

[1] Промзернопроект. «Инструкция по проектированию и расчету железобетонных силосов зерновых элеваторов». Заготиздат, М., 1951.

[2] За высоту силосов принимают расстояние от низа воронки до надсилосной плиты.

особенно прочном грунте может быть допущена еще бо́льшая высота силосов, например, при скалистом грунте равная 40 *м*.

Высота деревянных силосов ограничивалась, с одной стороны, устойчивостью пустого корпуса и допускаемым напряжением на смятие дерева в нижней части или гидрогеологической обстановкой участка, с другой стороны,— противопожарными нормами (в существующих элеваторах высота не превышает 20,5—21 *м*).

Кроме соображений экономического порядка (расход материала) и чисто строительных (прочность материала и грунта) при назначении размеров силосов необходимо также учитывать требования эксплуата-

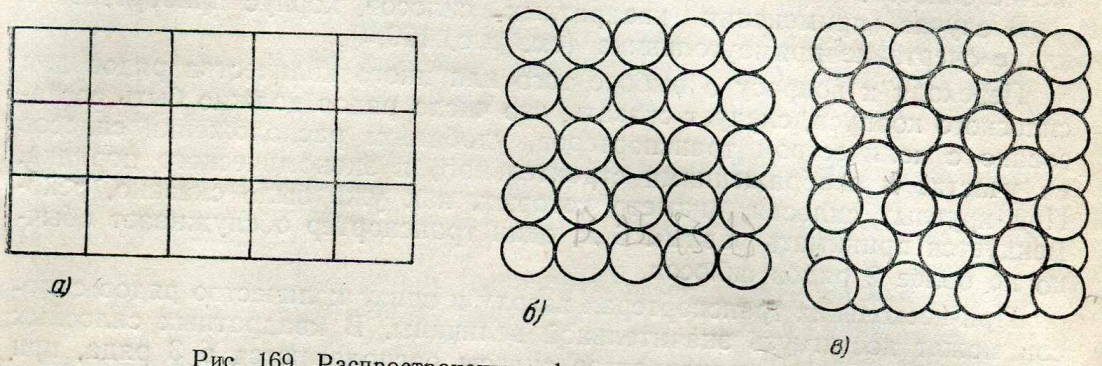


Рис. 169. Распространенные формы и сочетания силосов:
а — прямоугольная; *б* — круглая (рядовое расположение силосов); *в* — круглая (шахматное расположение силосов)

ции в отношении желательной емкости отдельного силоса, принимая во внимание количество отдельных партий и их величины. Силос большой емкости не удобен в эксплуатации — он требует особо внимательного надзора за хранящимся зерном и большой работы, связанной с перегонкой зерна.

Отдельно стоящие силосы встречаются редко. Обычно их располагают в том или ином сочетании друг с другом. Наибольшее разнообразие сочетаний встречается у железобетонных силосов, и в особенности у круглых (рис. 169).

В практике элеваторного строительства в СССР для круглых железобетонных силосов наиболее обычными являются: рядовое расположение — ряды соприкасающихся силосов имеют направление вдоль оси элеватора (см. рис. 169,*б*) — и шахматное — ряды соприкасающихся силосов направлены под углом 45° к оси элеватора (см. рис. 169,*в*).

При рядовом расположении силосы можно располагать в 1, 2, 3, 4 ряда и т. д., при шахматном — число рядов может быть только нечетное.

Стенкам, ограничивающим наружные промежуточные силосы (звездочки) при шахматном расположении, можно придавать выпуклое и вогнутое очертания. Выпуклое выгоднее, так как увеличивает емкость элеватора при одинаковом расходе металла и бетона.

В отношении затраты материалов (бетона и металла) рядовое и шахматное расположения силосов почти равноценны.

К достоинствам шахматной сетки следует отнести более удобное рядовое расположение колонн в подсилосном этаже и в связи с этим несколько лучшую его освещенность. Такое расположение колонн позволяет также установить транспортеры по оси силосов. Однако необходимо отметить существующее мнение, что наружные стенки при шахматной сетке хуже противостоят температурным влияниям.

При рядовой сетке колонны получают шахматное расположение, заставляющее смещать транспортеры с оси силосов и, следовательно, по-

вышать этаж; кроме того, колонны мешают провести самотеки из силосов на транспортер по кратчайшему направлению. Наряду с этим при рядовой сетке силосный корпус получается более простым со строительной точки зрения, нежели при шахматной.

В упомянутой выше инструкции Промзернопроекта по проектированию и расчету железобетонных силосов зерновых элеваторов указывается, что железобетонные силосные корпуса должны проектироваться, как правило, с рядовым расположением силосов. Применение шахматного расположения может быть допущено лишь в особых случаях, например при расширении элеваторов, уже имеющих шахматное расположение силосов.

В случае применения квадратных силосов, корпус приобретает в плане очертание прямоугольника (см. рис. 169,*а*).

Переходя к вопросу о выборе того или иного количества рядов для силосного корпуса, следует сказать, что число рядов должно быть согласовано с количеством транспортеров, удобством расположения силосов на участке и соображениями строительного и экономического порядка. При круглых силосах, диаметр которых, как уже было сказано, рекомендуется принимать равным 6 *м*, один транспортер обслуживает обычно не более 2 рядов силосов.

При нескольких транспортерах вверху и внизу количество рядов силосов может достигнуть значительной величины. В квадратных силосных корпусах при одном транспортере силосы располагаются в 3 ряда, при двух — в 4—5 и редко в 6 рядов.

Со строительной точки зрения следует отдать предпочтение многорядному расположению силосов с тем, чтобы количество наружных силосов было наименьшим; причем длина силосного корпуса не должна быть более 80 *м*, так как по условиям проектирования железобетонных конструкций необходимо учитывать температурные влияния. В случае необходимости иметь силосный корпус большой емкости его сооружают в виде отдельных блоков — каждый длиной не более 80 *м*. Расстояние между ними определяют в соответствии с предполагаемой осадкой корпусов и размером консолей фундаментных плит.

Конструкция силосного корпуса находится в тесной зависимости от рода материала, из которого сооружается корпус, а железобетонного корпуса, кроме того,— и от способа производства строительных работ. Поэтому рассмотрение конструкций силосного корпуса элеватора следует вести применительно к основным строительным материалам, применяющимся для их сооружения.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ СИЛОСНЫЙ КОРПУС

Для возведения стен железобетонных силосных корпусов в настоящее время, как правило, применяют подвижную опалубку. Как уже было сказано, применение подвижной опалубки требует соблюдения определенных условий. Первое из них — постоянство толщины стенок в одной и той же вертикали — до некоторой степени противоречит экономному использованию бетона, так как усилия в вертикальных и в особенности в горизонтальных сечениях силосных стенок не одинаковы по высоте силоса. Изменение же расстояния (на 3—5 *см*) между внутренними поверхностями форм при помощи установки дополнительных щитов, усложняя производство работ, не дает существенной экономии бетона. Не оправдывается также изменение толщины стенок за счет установки на некоторой высоте нового пояса форм или же применением специальной конструкции подвижных форм, позволяющих непрерывно изменять толщину стенки по высоте. Поэтому стенкам силосов, воздвигаемым в подвижной опалубке, всегда придают одинаковую толщину снизу до-

верху. В соответствии с инструкцией минимальную толщину стенок внутренних силосов принимают равной 15 *см*; минимальную толщину стенок наружных силосов, а также наружных стенок звездочек при шахматной сетке принимают: при диаметре силосов 6 *м* — 16 *см*, при диаметре 7 *м* — 17 *см* и при диаметре 8 *м* — 18 *см*.

Второе и третье условия — вертикальность элементов, выполняемых в подвижных формах, и горизонтальность общего уровня основания силосных стенок — не находятся в противоречии с конструкцией силосных корпусов.

В круглых силосах стенки испытывают растягивающие усилия, вызванные горизонтальной составляющей давления зерна, и сжимающие — под действием собственного веса и веса вышележащей конструкции (надсилосной галереи с оборудованием), а также вертикальной составляющей давления зерна. Горизонтальные усилия воспринимаются кольцевой (горизонтальной) арматурой, а вертикальные — бетоном стенок и частично арматурой.

Для армирования кольцевой арматурой стенки наружных и внутренних силосов разбивают по высоте на участки (см. главу IV): при рядовом расположении силосов — на три участка, при шахматном — на пять участков.

Площадь сечения кольцевой (горизонтальной) арматуры как при рядовом, так и при шахматном расположении силосов определяют из расчета стенки силоса на осевое растяжение, вызванное, как уже говорилось, радиальным давлением зерна (см. главу IV). Растягивающее усилие при расчете полностью передается на арматуру. Сечение арматуры принимают постоянным в пределах каждого участка и определяют по усилию, соответствующему нижнему уровню участка. Стенки внутренних силосов, нижнего и верхнего участков наружных силосов и звездочек армируют одиночной арматурой. Остальные участки силосных стенок армируют двойной арматурой.

Кроме горизонтальной (кольцевой) арматуры ставят вертикальную распределительную арматуру $d=10$ *мм*, в наружных стенках — через 30—35 *см*, во внутренних — через 40—50 *см*.

Стенки силосов (наружные и внутренние) должны армироваться, как правило, горячекатанной или холодносплющенной арматурой периодического профиля; применение круглой или витой арматуры может быть допущено только при невозможности получения арматуры периодического профиля.

Стенки прямоугольных силосов так же, как и стены бункеров в башне, работают не только на растяжение, но и на изгиб и рассчитываются как балки, заделанные двумя концами, при пролете, равном размеру силоса по осям стенок минус ее толщина. Вертикальную арматуру ставят в стенках через 40 *см* между осями. Горизонтальную арматуру располагают не реже, чем через 20 *см* между осями стержней.

Стенки железобетонных силосов могут опираться на фундамент непосредственно, минуя всякую опорную промежуточную конструкцию (рис. 170), или же при помощи так называемого цокольного этажа, в котором нагрузка от силосов посредством подсилосной плиты и колонн передается фундаменту (рис. 171).

В первом случае для пропуска транспортеров и для проходов в стенках ниже уровня днищ устраивают проемы. Подсилосное помещение, сооружаемое в подвижной опалубке, получается сплошь загороженным частями стенок, передающими давление на фундамент, и вследствие этого не имеет достаточного естественного освещения и условий для вентиляции.

Во втором случае подсилосный этаж, выполненный в постоянной опалубке, получается более дорогим, но зато просторным, хорошо вентилируемым и светлым.

В последнее время силосные корпуса сооружаются обычно с цокольным подсилосным этажом. Непосредственное опирание стенок круглых силосов на фундаментную плиту допускается только в двурядных силосных корпусах, причем устройство проемов в местах сопряжения силосов запрещается.

Для выпуска зерна из силосов в подсилосной плите оставляют отверстия, которые, как правило, следует располагать в центрах силосов.

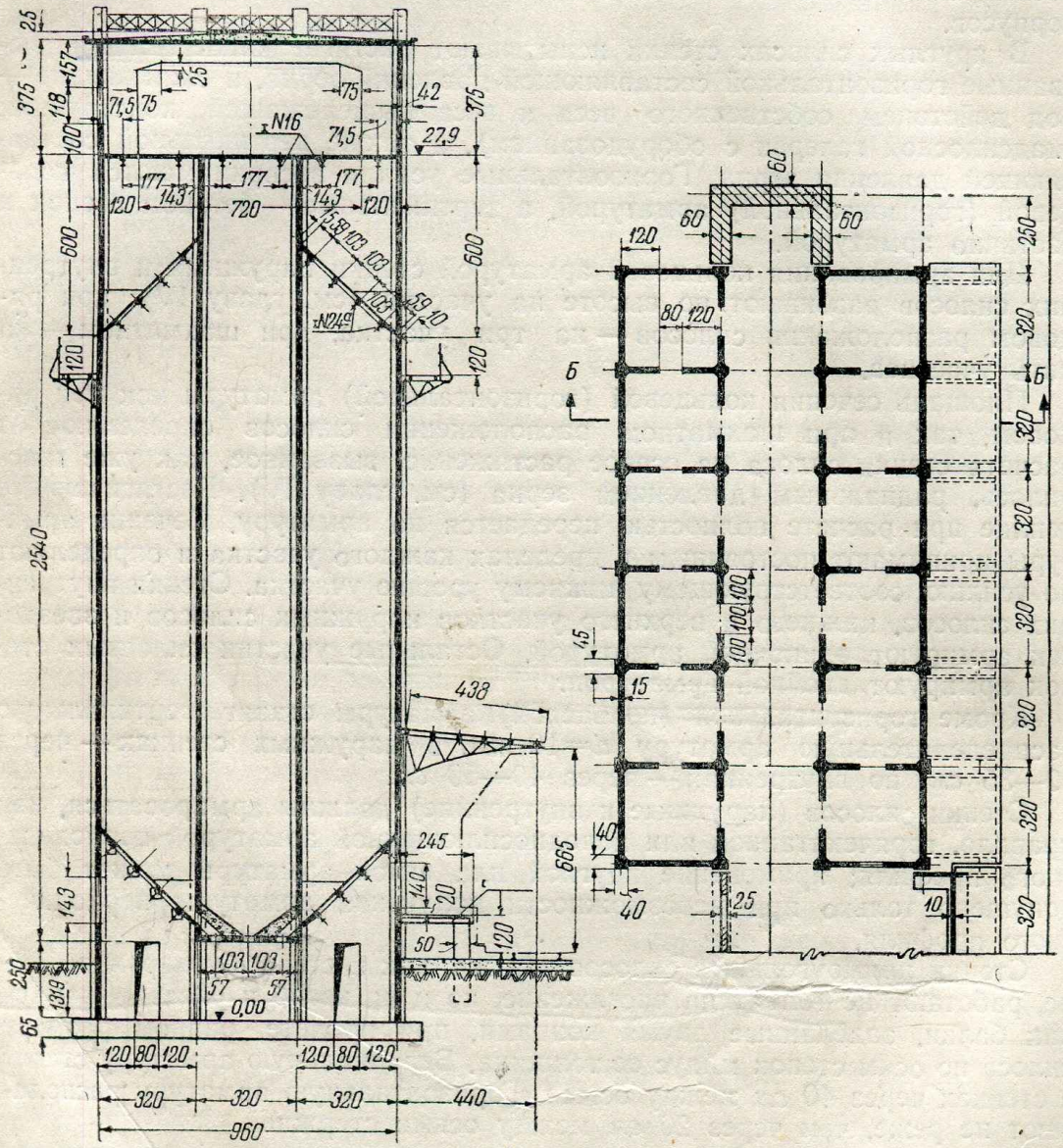


Рис. 170. Поперечный разрез силосного корпуса и план подсилосного помещения заготовительного элеватора 1949 г.

При внецентренном выпуске расстояние центра выпускного отверстия до оси силоса не должно превышать $^1/_6$ диаметра силоса.

Днища круглых силосов — выпускные воронки — могут быть металлическими или железобетонными, подвешенными к подсилосной плите, либо в виде железобетонных плит с устройством по ним забутки из шлакобетона, покрытого сверху коркой из бетона (см. рис. 171).

Днища, состоящие из железобетонной плиты и бетонной забутки, невыгодно применять в силосах большого (6—7 *м*) диаметра, так как они требуют много бетона, без нужды утяжеляющего конструкцию плиты и увеличивающего нагрузку на фундамент. В последнее время в силосах

большого диаметра чаще всего применяют днища смешанной конструкции, состоящие из подвесной металлической воронки диаметром от $^1/_3$ до $^1/_2$ диаметра силоса и забутки из шлакобетона (см. рис. 168). В случае применения подвесной железобетонной воронки диаметр ее принимают не более 3 *м*.

Днища прямоугольных силосов могут быть выполнены либо в виде конусных воронок подвесных, или же устроенных при помощи шлакобетонной забутки (рис. 172). Иногда днища делаются в виде наклонной железобетонной плиты, опирающейся на металлические или железобетонные балки, концы которых в свою очередь опираются на стенки силосов. Дополнительные наклонные плоскости, необходимые для вытекания зерна из силоса, образуются забуткой из шлакобетона.

Колонны подсилосного помещения располагают в местах касания стенок смежных круглых силосов либо в местах пересечения стенок прямоугольных силосов. При круглых силосах колонны вверху снабжают капителями, внизу базами (см. рис. 171). Формы и размеры капителей определяют расчетом на смятие бетона по площади соприкосновения стенок силосов с капителями. Высоту базы обычно определяют условием продавливания колонны по периметру сквозь базу. При прямоугольных силосах капителей может не быть. Колонны должны быть рассчитаны на максимальные усилия, передающиеся на них от фундаментной плиты, и, кроме того, проверены на усилие, равное полной вышележащей нагрузке, приходящейся на квадрат сетки колонны. Стенки силосов, опущенные до фундаментной плиты, должны быть рассчитаны по тем же принципам.

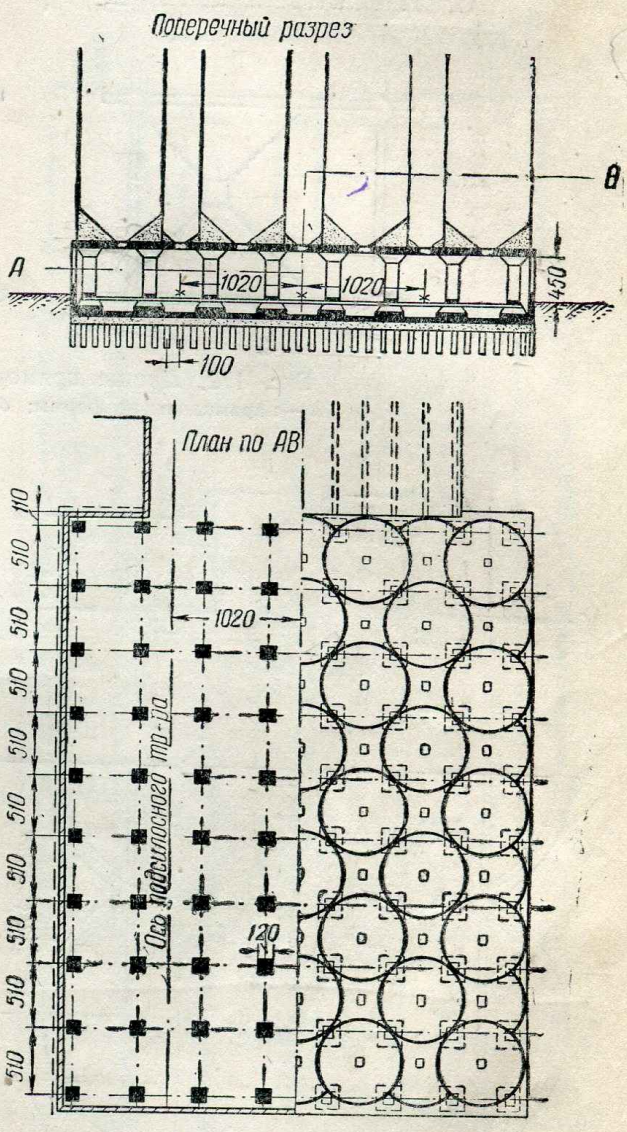


Рис. 171. Поперечный разрез и план подсилосного помещения элеватора

Учитывая большой собственный вес здания железобетонного силосного корпуса, достигающий 50% веса содержащегося в нем зерна, фундамент под корпус делают в виде сплошной железобетонной плиты с выступами по периметру здания для увеличения площади, передающей давление на грунт. Длина консолей (выступов) фундаментных плит от оси наружных колонн не должна быть более $\frac{D}{3}$, где D — диаметр силоса. При стенках, опущенных до фундаментной плиты, длина консоли не должна быть более $\frac{D}{4}$.

6 *м* достаточно одной рамы, а для силосов диаметром 7 *м* — двух. Назначение рам: поддерживать плиты крыши галереи, противодействовать ветровым усилиям и предотвращать выпучивание сравнительно тонкой стенки галереи от продольного изгиба. Часто надсилосное помещение занимает не всю ширину силосного корпуса, а только до середины крайних силосов, которые имеют самостоятельное железобетонное перекрытие. Необходимый минимальный ($\approx 1/50$) уклон перекрытия над боковыми рядами силосов достигается либо утолщением плиты, либо, при одинаковой толщине ее, набивкой тощего шлакобетона с последующим устройством рубероидной кровли. Делать все перекрытие наклонным не рекомендуется в связи с усложнением производства работ. Перекрытие (кровля) по рамам делается с таким же ($\approx 1/50$) или несколько бо́льшим уклоном. Плита перекрытия по силосам подвешивается к железобетонным стенкам галереи, которые рассматриваются как балки — стенки, и опирается на стенки силосов и балки, установленные во внутренних силосах большого диаметра.

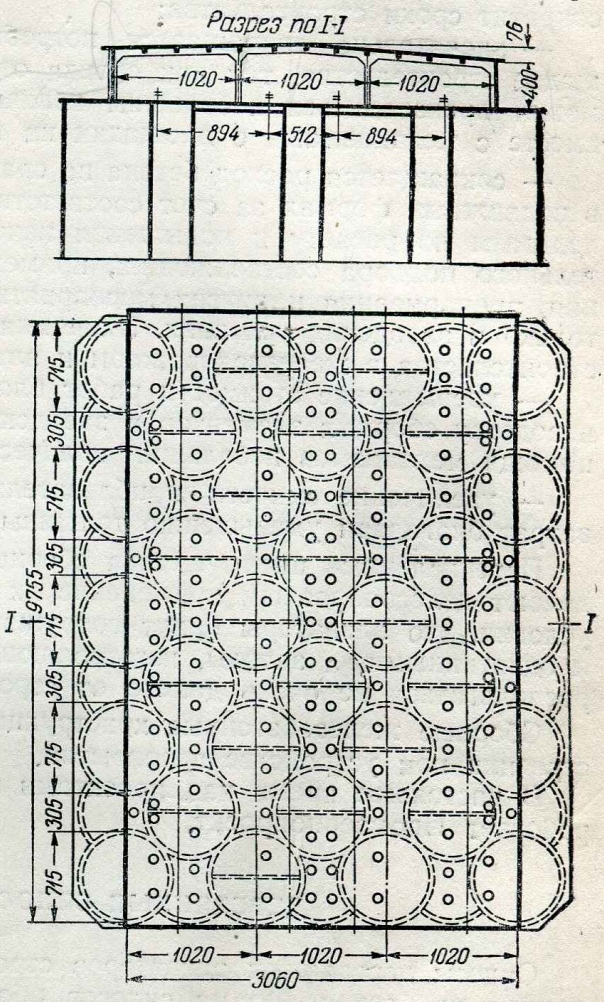


Рис. 174. Многопролетное надсилосное помещение

Железобетонные силосы сборной конструкции. Заканчивая рассмотрение конструкций железобетонных силосных корпусов, необходимо в заключение отметить, что, несмотря на преимущества применения подвижной опалубки для сооружения силосов по сравнению со стационарной, заключающиеся в экономии рабочей силы и в сокращении сроков строительства, этот способ производства работ все же имеет ряд существенных недостатков. Наличие этих недостатков не позволяет признать его удовлетворяющим полностью всем требованиям, предъявляемым современной строительной техникой.

Эти недостатки в основном заключаются в следующем: необходимость устраивать по условиям производства работ стенки силосов излишней толщины вызывает перерасход бетона по сравнению с расчетом; большая трудоемкость и сложность работ, выполняемых на строительных площадках в течение ограниченного времени (строительного сезона); необходимость усиленного и систематического технического контроля за правильностью подъема форм и укладкой в них арматуры; невозможность бетонирования горизонтальных плит перекрытий одновременно с балками и стенками, а также исправления дефектов армирования в уже забетонированных элементах.

Поэтому для снижения стоимости элеватора, бо́льшая часть которой приходится на силосный корпус, и уменьшения потребности в рабочей силе, необходимо использовать в элеваторостроении опыт наиболее пе-

редовой техники — максимально применить сборные конструкции заводского изготовления, позволяющие почти полностью механизировать строительные работы.

Сборные железобетонные конструкции обладают следующими преимуществами:

— сборные конструкции в заводских условиях могут изготовляться в течение всего года; поэтому строительный сезон может быть полностью использован для сборки заранее заготовленных элементов, что резко сократит сроки строительства;

— значительно сокращается потребность в рабочей силе на площадке строительства, так как сборка отдельных элементов сооружений может производиться небольшим количеством рабочих, переезжающих вместе с механизмами с площадки на площадку;

— сокращается расход бетона по сравнению с расходом при работах в подвижных формах за счет соответствия размеров конструкций необходимым по расчету и повышения качества бетона путем более тщательного подбора составляющих, применения вибрационного трамбования, пропаривания и других мероприятий, которые можно осуществить только в заводских условиях. Экономия бетона уменьшает потребность строительства в железнодорожном и автомобильном транспорте;

— удешевление стоимости работ благодаря централизованному производству сборных элементов в заводских условиях и монтажу их при помощи механизмов небольшим количеством кадровых рабочих;

— увеличение емкости приблизительно на 3% без дополнительных затрат благодаря уменьшению толщины стен силосов.

Перечисленные преимущества сборных железобетонных конструкций делают целесообразным применение их в строительстве элеваторов при условии, что элеваторы будут сооружаться в значительном количестве и однотипными, а заводы, изготовляющие конструкции для них, будут располагаться не очень далеко от строительных площадок.

Сборные железобетонные конструкции применяют уже в элеваторостроении при устройстве перекрытий.

В настоящее время над проектами элеваторов сборной конструкции работает Промзернопроект.

ДЕРЕВЯННЫЙ СИЛОСНЫЙ КОРПУС

Силосы деревянных элеваторов строились из досок плашмя и рубленные из бревен. Форма силосов обоих типов — прямоугольная, преимущественно квадратная.

Силосы из досок плашмя получили у нас широкое применение. Стенки таких силосов представляют простую и в то же время жесткую конструкцию из досок, уложенных плашмя и сбитых между собой гвоздями.

На рис. 175 и 176 приведен порядок кладки силосных стенок с расположением гвоздей. Такой порядок кладки стенок обеспечивает хорошую перевязку стыков, благодаря чему достигается необходимая жесткость.

Стенки из досок, уложенных плашмя вследствие усушки и уплотнения швов после первой же загрузки силосов дают значительную осадку, достигающую 3—4% от общей высоты. Осадка стенок в процессе эксплуатации явление постоянное: после освобождения силосов высота стенок под влиянием сил упругости увеличивается, а после новой загрузки уменьшается. Эту конструктивную особенность деревянных силосных стенок необходимо учитывать при устройстве днищ и защитной обшивки стенок, при прикреплении к ним частей оборудования, установке самотечных и норийных труб и т. д.

Для защиты силосов от попадания внутрь атмосферных осадков и уменьшении опасности загорания от паровозных искр стенки их обшивают снаружи оцинкованной сталью, асбофанерой или этернитом.

Способ обшивки асбошиферными плитками показан на рис. 177. Каждую плитку прикрепляют к стенке двумя оцинкованными гвоздями с широкими шляпками. Гвозди должны быть закрыты прилегающими плитками, как показано на детали *А*. При таком способе прикрепления плиток, в случае осадки стенок плитки перемещаются одна по другой, причем целостность обшивки не нарушается.

По тому же принципу прикрепляют прямоугольные асбофанерные плитки. В случае применения волнистой асбофанеры волны располагаются вертикально так, чтобы соседние листы заходили друг на друга на половину волны.

Для свободного расширения плиток обшивки при нагревании солнечными лучами в горизонтальных рядах между плитками оставляют зазоры: для асбошифера — 2 *мм* и для асбофанеры — 3 *мм*.

Силосы из круглых бревен встречаются весьма редко. Они были построены в 1929—1931 гг. в нескольких пунктах Сибири и последующего распространения из-за ряда существенных недостатков (требуют значительно больше древесины, чем силосы из досок; в соединениях между бревнами застревают зерна, пыль, вследствие чего создаются условия для размножения вредителей) не получили.

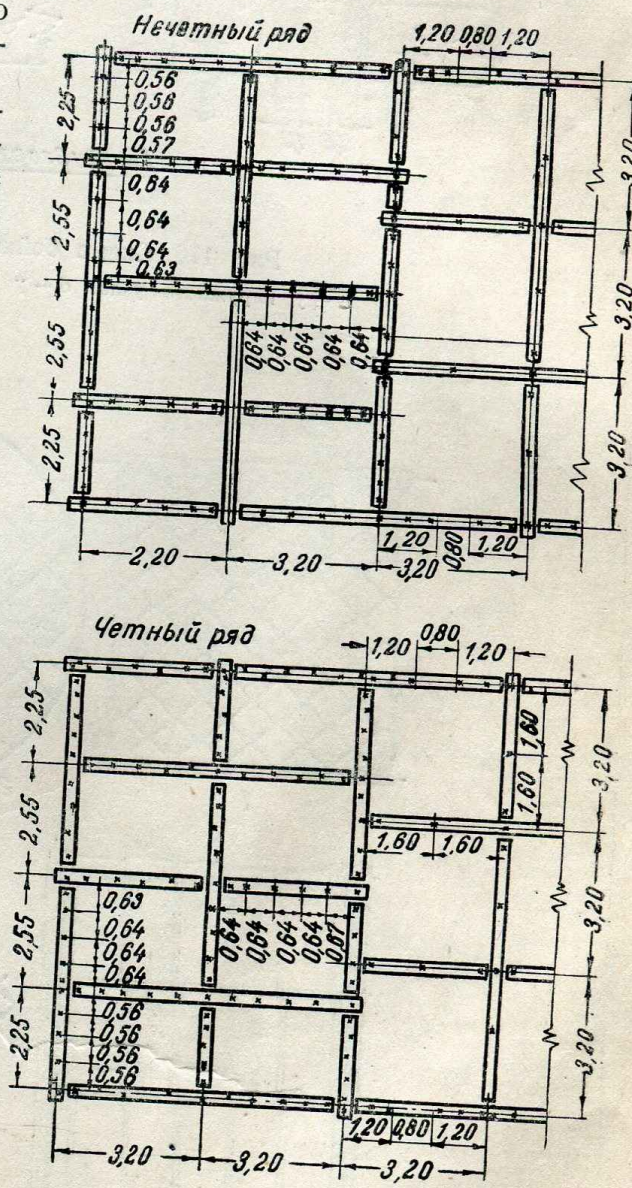


Рис. 175. Кладка досок силоса и расположение гвоздей

Днища деревянных силосов делают из дерева и железобетона. Железобетонные днища (рис. 178) широко применялись при строительстве элеваторов дореволюционным Государственным банком и в элеваторах 1924 г., но были вытеснены менее удобными в эксплуатации, зато более дешевыми деревянными.

Деревянные днища встречаются двух конструкций: жесткие, не связанные со стенками силосов (состоящие из рамы, стоек, подкосов, диагональных брусьев и т. д.), обшитые сверху досками, и подвижные, опирающиеся на стенки силосов и меняющие уклон своих граней при изменении высоты стенки (осадке).

Днища жесткой конструкции применяли в элеваторах, построенных до революции правлениями железных дорог.

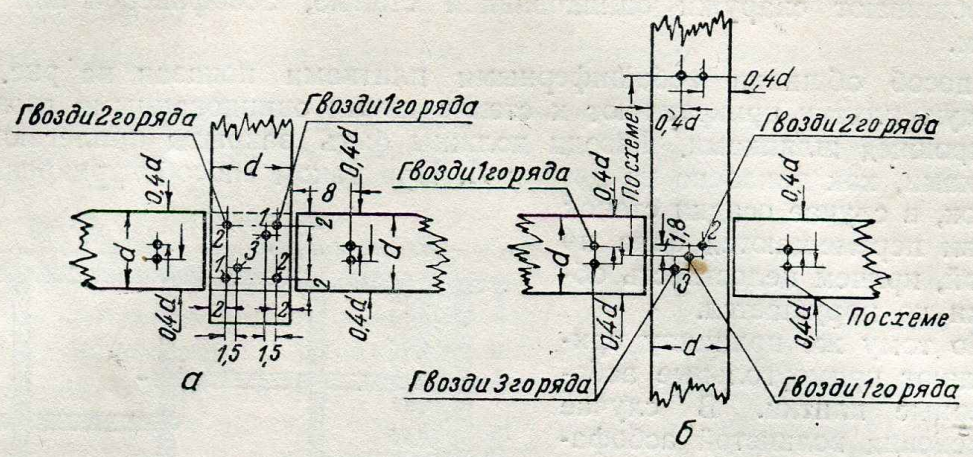


Рис. 176. Схема бойки гвоздей:

а — у наружного узла; *б* — у внутреннего узла

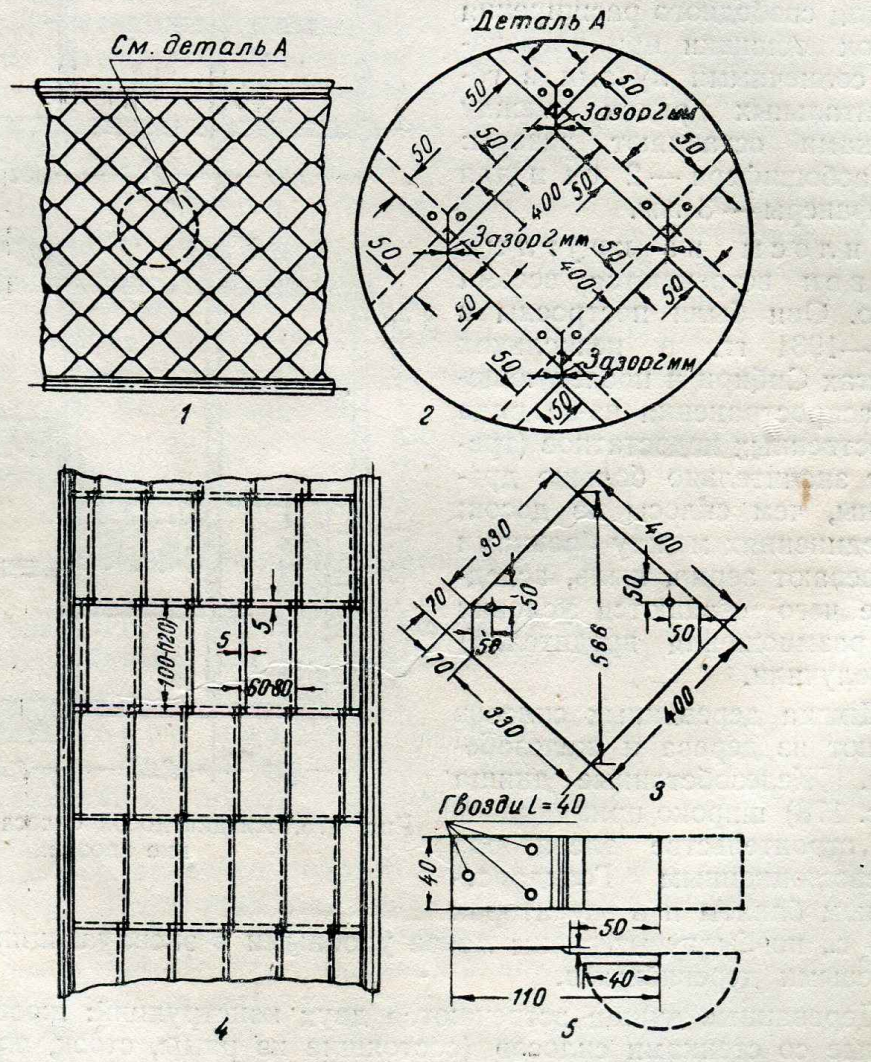


Рис. 177. Способ обшивки деревянных стенок силоса:

1—3—обшивка стенок силоса асбошиферными плитками; *4*—обшивка асбофанерой; *5*—ветровая скоба для прикрепления асбофанеры

Днища подвижной конструкции бывают либо с центральным выпуском в виде усеченной пирамиды, либо с односторонним выпуском (рис. 179).

Подсилосные помещения деревянных элеваторов образуют продольные и поперечные стенки фундаментов (рис. 180). Нагрузка от силосных стенок передается на фундаменты посредством обвязки из деревянных брусьев.

Фундаменты обычно делают из бутового камня. Во избежание появления трещин в верхней части фундамента под обвязочными брусьями эту часть фундамента делают из бетона.

Для естественного освещения подсилосного помещения во внутренних продольных стенках фундамента оставляют проемы.

Пол силосного помещения делают из двух слоев бетонной подготовки, покрытой сверху цементной смазкой состава 1 : 3, толщиной 1 *см*.

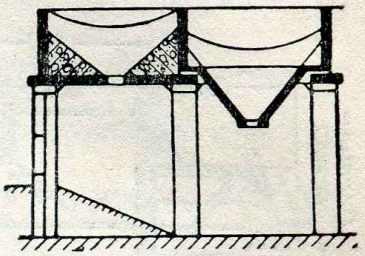


Рис. 178. Подсилосный этаж деревянного корпуса с железобетонными днищами

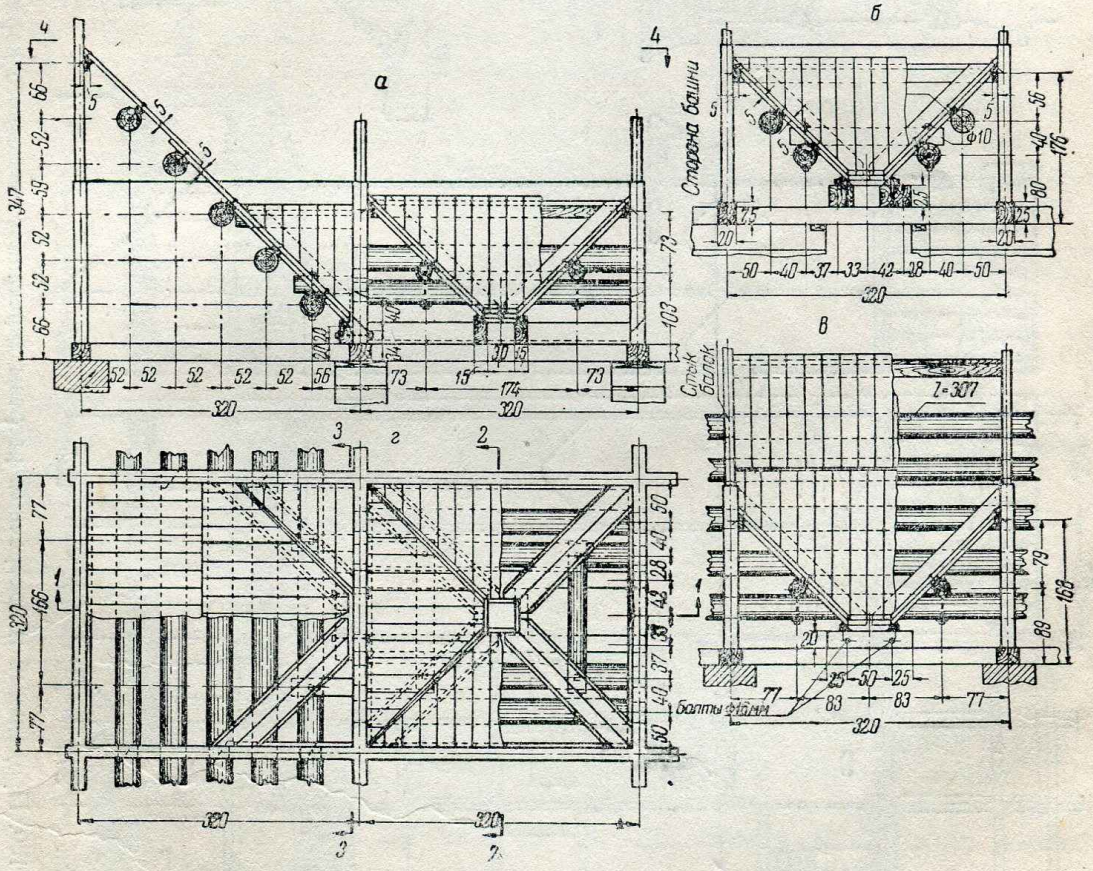


Рис. 179. Подсилосные днища деревянного заготовительного элеватора:

а — продольный разрез по днищам с боковым и центральным выпусками; *б* — поперечный разрез по днищу с центральным выпуском; *в* — поперечный разрез по днищу с боковым выпуском; *г* — план днищ

Надсилосная галерея деревянных элеваторов весьма простой конструкции. Состоит она из досчатых рам на гвоздях, обшивки стен и кровли (см. рис. 180).

Размеры галереи определяют в зависимости от числа надсилосных транспортеров и длины силосного корпуса.

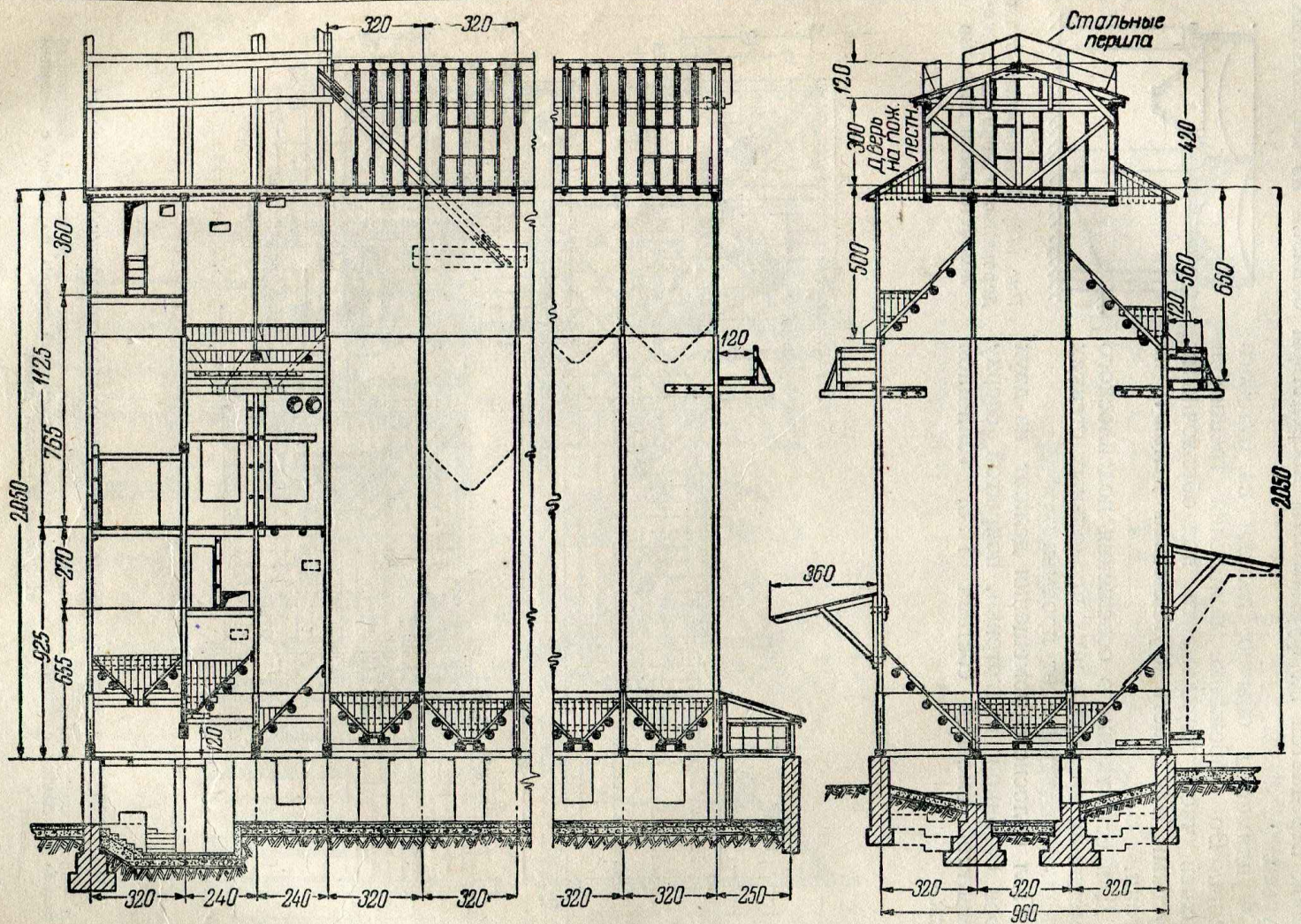


Рис. 180. Продольный и поперечный разрезы деревянного силосного корпуса элеватора ДЛ-5500 1939 г.

4. ПРИЕМНО-ОТПУСКНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭЛЕВАТОРОВ

Для выполнения приемно-отпускных функций устройства элеватора должны удовлетворять ряду требований, основные из которых следующие:

— достаточный фронт для разгрузки-погрузки зерна;

— разгружаемое или погружаемое зерно должно быть защищено от влияния атмосферных осадков;

— операции по приему или отпуску должны соответствовать эксплуатационным возможностям элеватора;

— минимальная затрата физического труда на погрузочные и разгрузочные работы;

— операции приема-отпуска не должны быть связаны с потерями или порчей зерна;

— стоимость сооружений для приема-отпуска зерна, а равно и осуществления этих операций должны быть минимальными.

Элеватор может принимать зерно с автомобильного, железнодорожного и водного транспорта и отпускать на эти же виды транспорта, а также на производство (мельницу, крупозавод, пивоваренный завод и пр.).

Конструктивное оформление приемных и отпускных устройств зависит от многих причин, в частности от объема операций; гидрогеологической обстановки площадки, занимаемой элеватором; технических средств разгрузки и погрузки; характера подвижного состава транспорта, состояния дороги и пр.; существующих норм (плановые задания, регламенты времени погрузочно-разгрузочных операций, охрана труда, техника безопасности и т. д.); мощности транспортного оборудования элеватора и др.

Рассмотрим подробнее, как осуществляют на элеваторе операции приема и отпуска зерна.

ПРИЕМ ЗЕРНА С АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Прием зерна с автомобильного транспорта часто является одной из основных операций (например при заготовке зерна) и осуществляется на элеваторах различными способами.

В настоящее время зерно в подавляющей массе доставляется на элеваторы насыпью (зерно в таре принимается в виде исключения — только сортовое, бобовые, семена трав и некоторые другие культуры), так как большая затрата труда и времени на погрузку и разгрузку мешков и их значительная стоимость делают перевозки в таре нерентабельными. Прием зерна с автомобильного транспорта осуществляется различно. Зерно, поступающее на автомобилях, обычно ссыпается в приемные лари, покрытые решеткой. Лари располагают непосредственно у башмака нории или же над транспортером, перемещающим зерно в башмак нории.

Расположение приемных ларей непосредственно у башмака нории рабочей башни (рис. 181) применялось в основном в элеваторах дореволюционной постройки.

В советское время (с 1925 г.) по ряду причин (недостаточная защита от дождя, низкий коэффициент использования норий рабочей башни и т. д.) этот тип приемного устройства не применялся в строительстве. Кроме того, этот тип устройства совершенно не удовлетворял новым условиям приема зерна.

Приемные лари над транспортером располагаются или непосредственно у подсилосного транспортера элеватора, или в виде отдельного амбара, соединенного с элеватором специальным транспортером (иногда двумя, работающими параллельно).

Устройство по первому способу заключалось в следующем. Вдоль элеватора устанавливали лари (чаще всего из железобетона) на рас-

стоянии 4—5 *м* друг от друга. Емкость ларей колебалась в пределах от 2 до 7 *т*. Зерно из ларей поступало на подсилосный транспортер и далее в башмак нории.

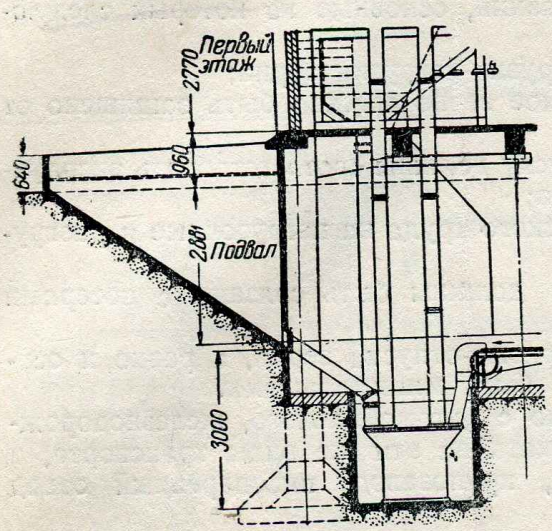


Рис. 181. Железобетонный ларь у башмака нории рабочей башни для приема зерна с автомобильного и гужевого транспорта

Этот тип устройства, широко применявшийся на элеваторах дореволюционного Госбанка, соответствовал условиям приема зерна от единоличных крестьянских хозяйств, сдававших зерно в таре мелкими, обычно разнородными партиями в течение длительного времени.

В практике советского элеваторостроения наибольшее распространение получили приемные устройства с ларями, расположенными над транспортером, подающим зерно из ларей в нории рабочей башни.

Первые конструкции этих устройств (1925—1930 гг.) представляли собой приемные амбары с продольным движением транспорта.

Проезды для транспорта делали вдоль приемного амбара. Зерно принималось через двери, расположенные на расстоянии 6 *м* друг от

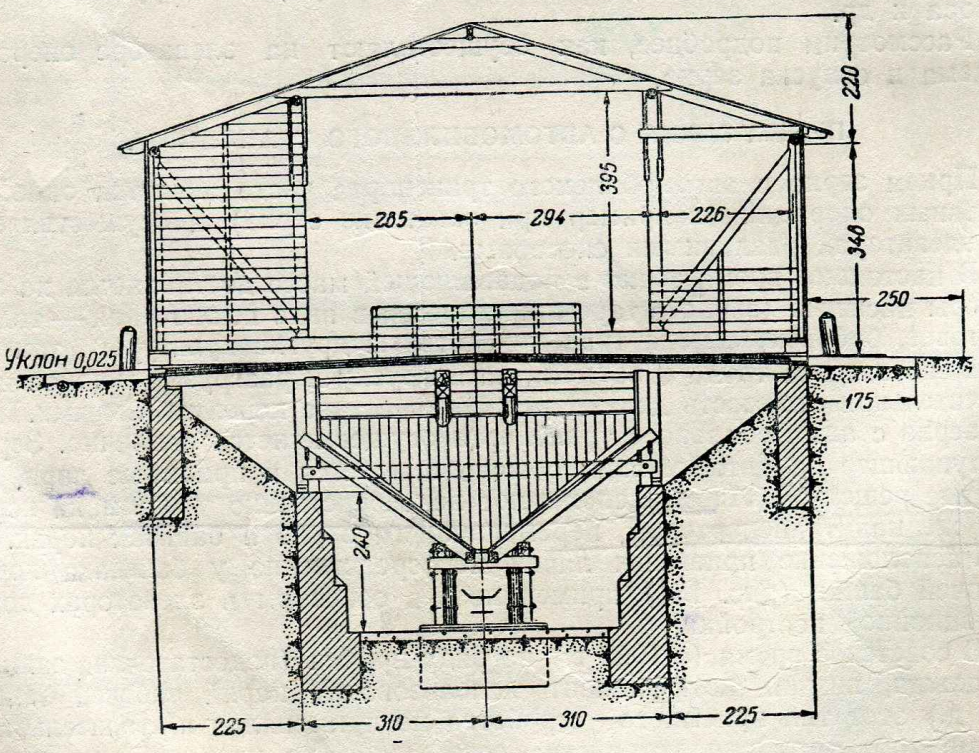


Рис. 182. Амбар для приема зерна с автомобильного транспорта с поперечным проездом (поперечный разрез)

друга. Против каждой двери над транспортером устраивали по два ларя емкостью 6 *т* каждый (см. рис. 6).

Под навесом у каждой двери располагали сотенные весы (см. рис. 6). Амбар был приспособлен для приема зерна в таре.

Сокращение срока заготовок зерна, поступление в элеваторы сравнительно крупных и однородных партий кондиционного зерна колхозов и совхозов, увеличение удельного веса автотранспорта при перевозках зерна (в предвоенные годы до 80%), улучшение шоссейных дорог и

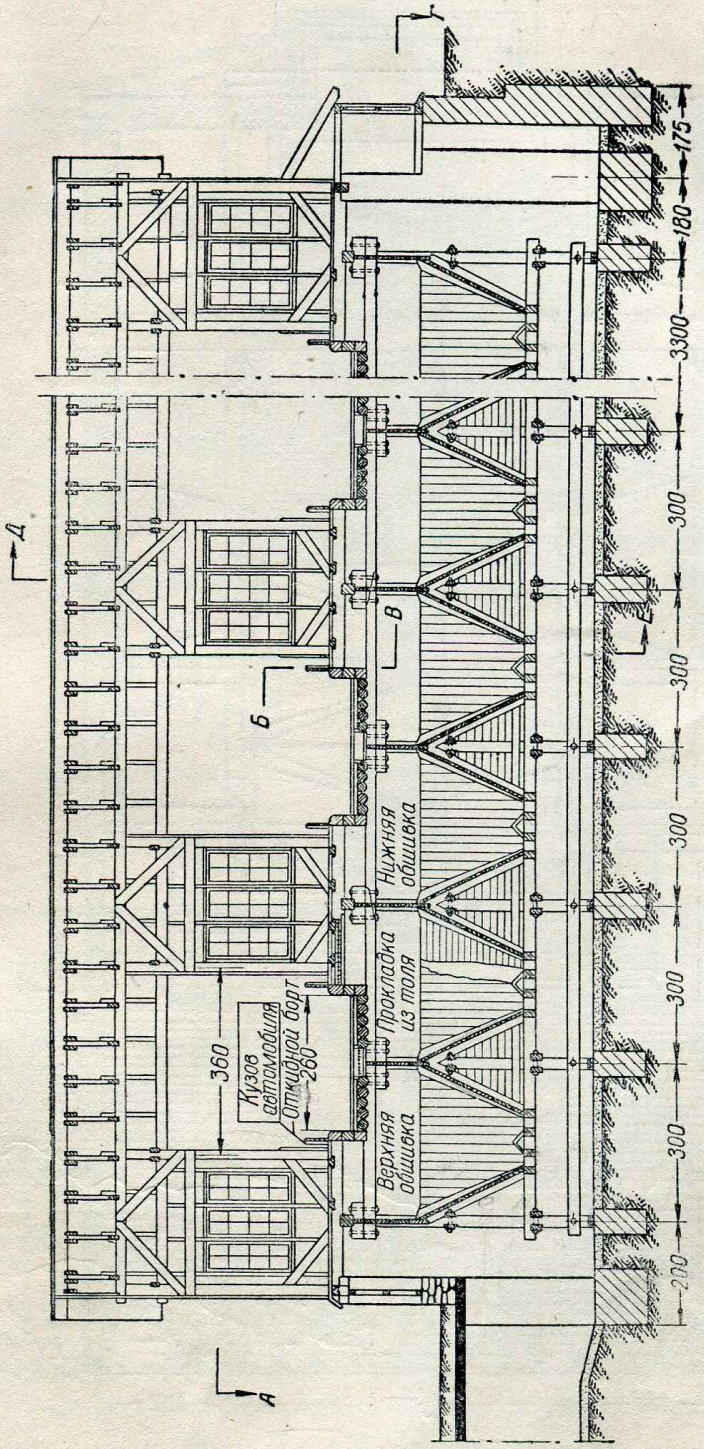


Рис. 183. Амбар для приема зерна с автомобильного транспорта с поперечным проездом (продольный разрез)

другие причины заставили искать еще более рациональное решение задачи, чем это было осуществлено в амбаре с продольными проездами.

Наиболее удобным оказался амбар с поперечными проездами (рис. 182, 183, 184), где движение транспорта происходит независимо друг от друга, в противоположность амбару с продольными проездами,

в котором свободное движение транспорта было несколько ограничено. Разгрузка зерна в приемных амбарах с поперечным проездом совершается наиболее простым и удобным способом: борты автомобиля откидываются и зерно сбрасывается или саморазгружается на одну или

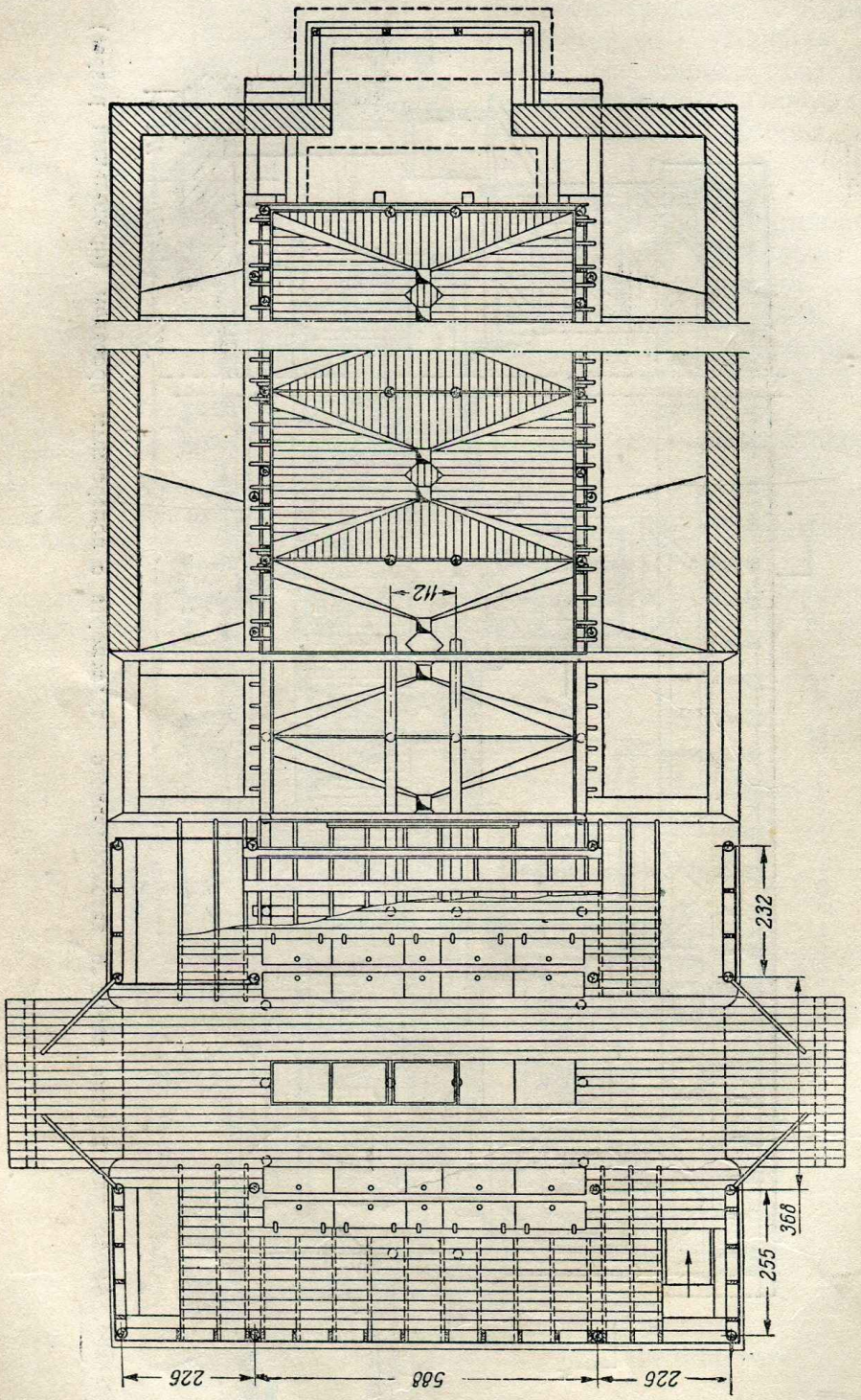


Рис. 184. Амбар для приема зерна с автомобильного транспорта с поперечным проездом (план)

обе стороны в деревянные лари, покрытые сверху решеткой. Взвешивание, как правило, производят на отдельно установленных автомобильных весах до разгрузки автомобиля (подводы).

При разгрузке автомобилей (грузоподъемностью 3 *т*) в амбаре с поперечными проездами приемная способность одной точки достигает 30 *т/час* и 7,5 *т/час* — с подвод (0,75 *т*). При амбарах с продольными

проездами при приеме зерна в мешках эта способность была равна 5—6 *т/час*.

Необходимо также отметить, что с повышением грузоподъемности автомобилей скорость приема зерна увеличивается, так как длительность разгрузки одной машины почти не зависит от ее грузоподъемности.

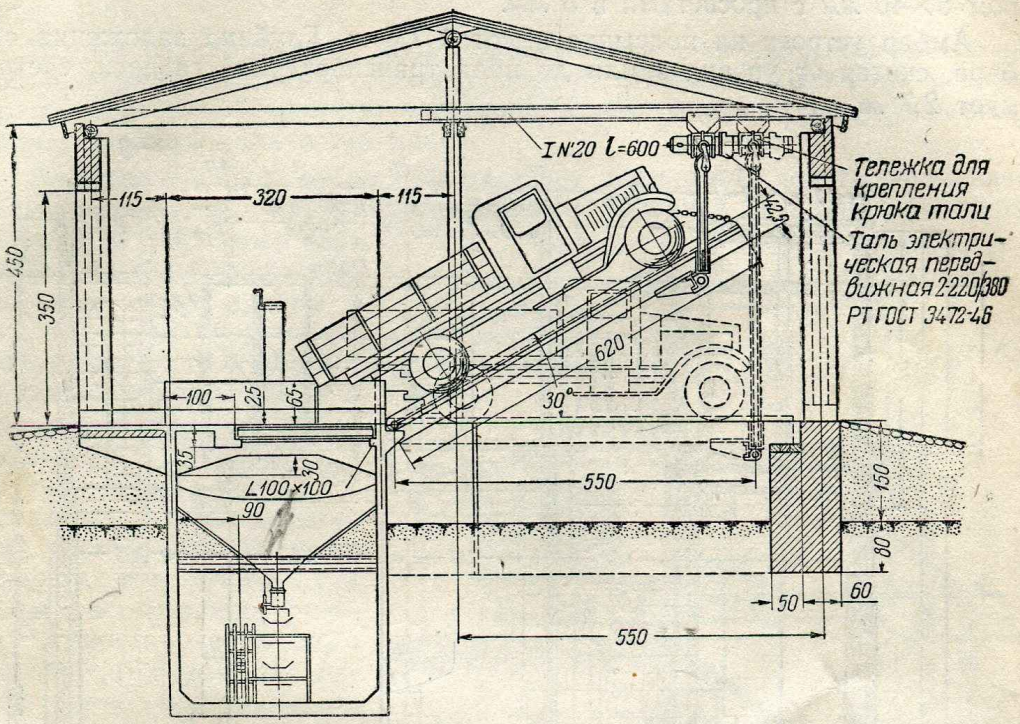


Рис. 185. Приемный амбар с автомобилеопрокидывателями (поперечный разрез)

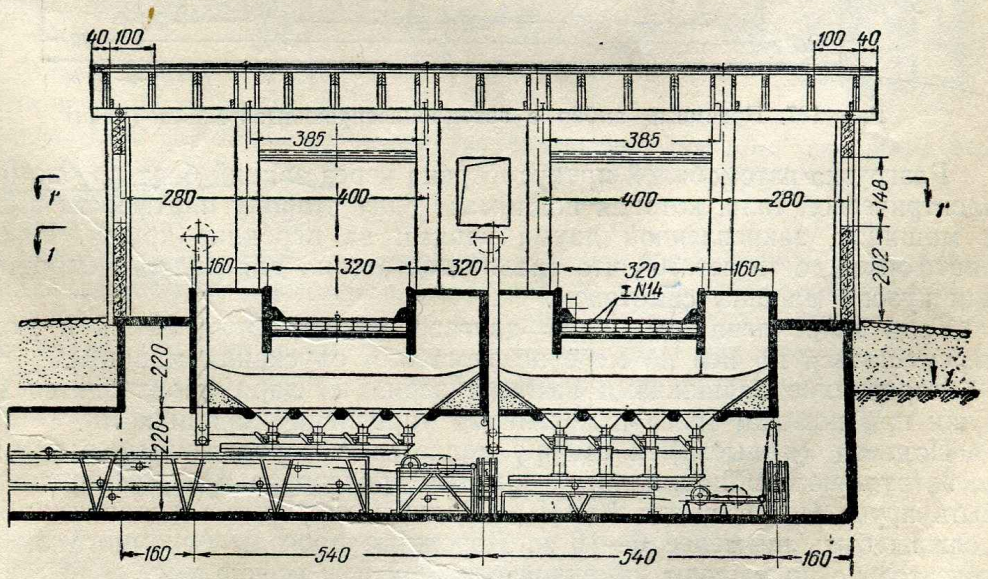


Рис. 186. Приемный амбар с автомобилеопрокидывателями (продольный разрез)

Применение автомобилеопрокидывателей для разгрузки зерна в значительной степени увеличило пропускную способность приемного устройства.

Приемное устройство с автомобилеопрокидывателями на два проезда с железобетонными ларями приведено на рис. 185, 186, 187.

В отличие от амбара с поперечными проездами (см. рис. 182—184) здесь на каждом проезде имеется один ларь вместо двух в прежней конструкции амбара. Размеры амбара (в два проезда) в плане 16×11 *м*.

Каждый ларь имеет перекрытие, состоящее из 8 балок двутаврового сечения № 14, по балкам устроена решетка из полосовой стали размером 5×40 *мм* с просветами в 5 *мм*.

Амбар устроен на подсыпке высотой 1,5 *м*. Глубина заложения амбара, считая от уровня земли до пола транспортерной галереи, составляет 2,7 *м*.

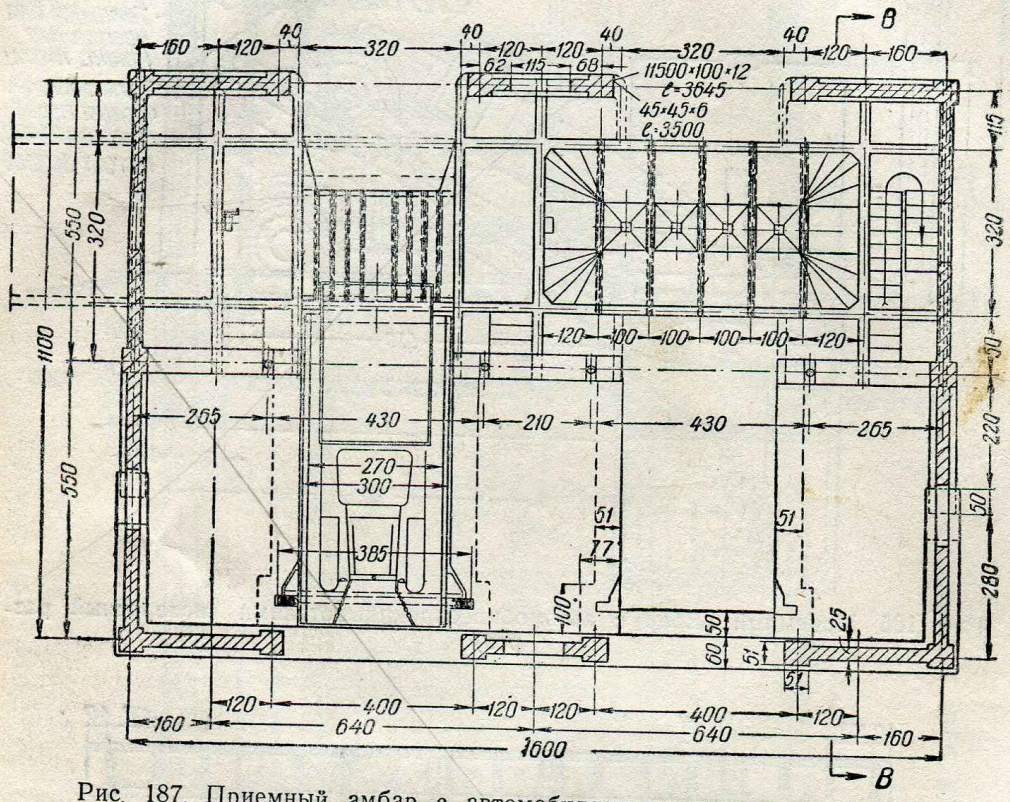


Рис. 187. Приемный амбар с автомобилеопрокидывателями (план)

Разгрузка автомобилей предусмотрена через задний борт при помощи электрической тали, которая поднимает одну сторону платформы вместе с машиной, закрепленной двумя цепями за передние крюки. Наклон платформы достигает 30°, что вполне достаточно для полного опорожнения кузова машины самотеком.

Таль закреплена на балке двутаврового профиля № 20 и может перемещаться по ней по мере подъема или опускания машины.

Управление задвижками выпуска зерна из ларя производится снаружи при помощи троса и механизма управления задвижками.

Подъезд (и выезд) к амбару делается с определенным подъемом, не затрудняющим нормальное движение транспорта. Подъем не должен быть круче $^1/_{20}$, а выезд $^1/_{1}$—$^1/_{16}$. Радиусы поворотов дорог к амбару должны быть не менее 6—10 *м*. Дорожные проезды приемного амбара обязательно покрывают каменной одеждой или асфальтом.

Материалом для строительства приемных устройств с автомобильного транспорта служат главным образом дерево, камень и железобетон.

ПРИЕМ ЗЕРНА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Зерно по железной дороге перевозят почти исключительно насыпью. Перевозки зерна занимают довольно значительное место в общем объеме перевозок на железнодорожном транспорте. Зернохранилище должно

принимать и отгружать зерно в сроки, предусмотренные договором с железной дорогой.

Прием зерна осуществляется самыми различными способами.

Простейшее устройство для приема зерна с железнодорожного транспорта — приемный ларь, в который зерно выгружается из вагона (рис. 188).

В этом случае башмак нории обслуживает один ларь, что влечет за собой недоиспользование производительности нории — основной и наиболее энергоемкой машины элеватора. Схема значительно улучшается, если увеличить количество ларей.

Более совершенна схема приема зерна с железной дороги, применявшаяся на элеваторах дореволюционного Госбанка и принадлежавших некоторым железным дорогам. Вдоль элеватора (подобно схеме приема с подвод) устанавливали несколько ларей (железобетонных или стальных), в которые выгружали зерно из вагонов. Поскольку разгрузка зерна могла совершаться одновременно из нескольких вагонов, емкость отдельного ларя была рассчитана на грузоподъемность двухосного вагона (16,5 *т*). Из ларей зерно поступало на подсилосный транспортер, связанный с башмаком нории. Один из ларей соединен непосредственно с норией.

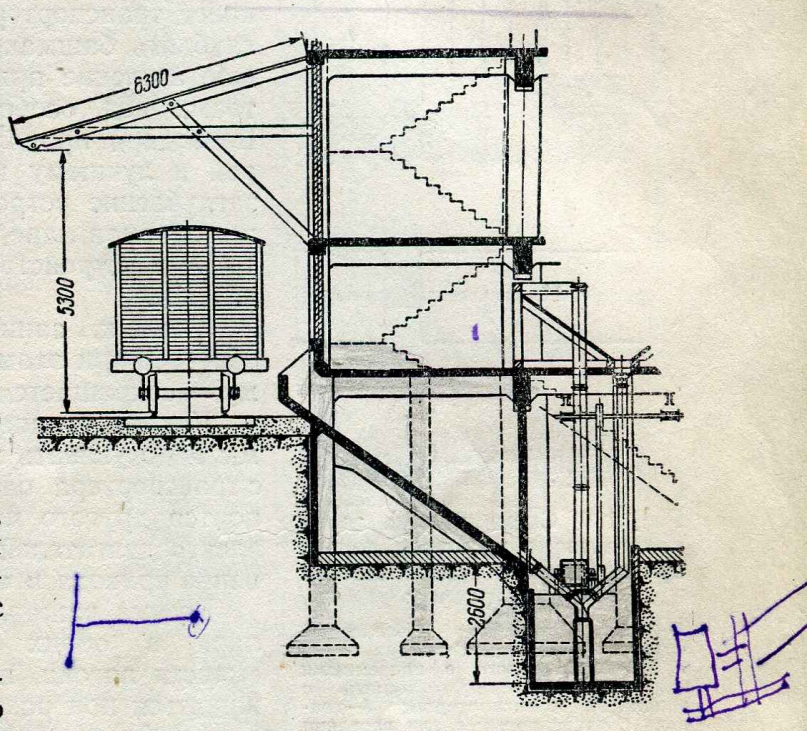


Рис. 188. Железобетонный ларь для приема зерна из вагонов в элеватор

В свое время эта схема приема была довольно совершенной и обеспечивала относительно высокий коэффициент использования норий.

Современные приемные устройства с железной дороги выполняются в виде отдельного помещения, расположенного на некотором расстоянии от элеватора (12—30 *м*), имеющего один или несколько железнодорожных путей для разгрузки. Железобетонные лари для приема зерна заглублены в землю. Зерно из ларей попадает на ленточный транспортер, помещенный в тоннеле, который и подает его к башмаку нории.

Современные устройства для приема зерна с железнодорожного транспорта, в зависимости от расположения ленточных транспортеров относительно железнодорожных путей, разделяются на два типа: продольный (рис. 189) — при расположении приемных ларей и транспортеров параллельно оси железнодорожных путей и поперечный (рис. 190) — с расположением приемных ларей и транспортеров перепендикулярно к осям железнодорожных путей. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

Поперечное расположение дает, как это видно из рис. 190, наиболее короткую линию передачи зерна и требует наименьшего количества электродвигателей на приемной установке. Но при этом приходится значительно углублять сооружение (6,4 *м*) в землю, что удорожает строи-

тельные работы и часто связано с необходимостью устройства весьма дорогостоящей гидроизоляции. При этом хуже используется емкость ларя, так как приходится делать меньшее число выпускных отверстий. Кроме того, при этой схеме не удается обеспечить на коротком пути необходимый подъем транспортера по направлению к нории, и поэтому ее башмак приходится сильно углублять в землю. Создать необходимый подъем транспортера можно, например, за счет отдаления приемного устройства от башни и, следовательно, значительного расширения участка, занимаемого элеватором [1].

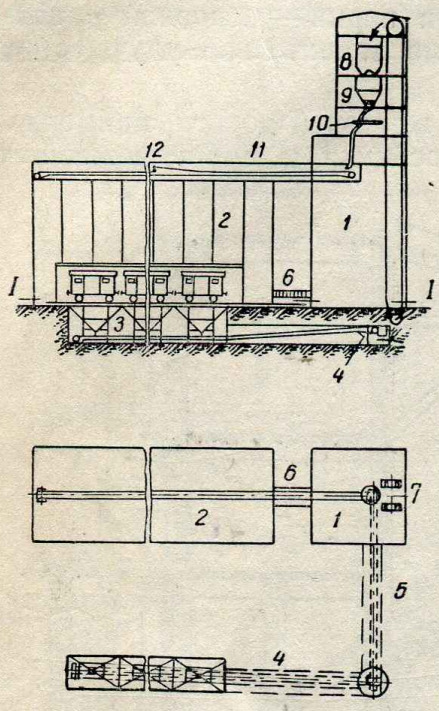


Рис. 189. Схема приема зерна в элеватор с железной дороги при продольном расположении транспортеров:

1—башня элеватора; *2*—силосный корпус; *3*—сарай для приема зерна с железной дороги с подземными ларями; *4*—подземный тоннель с приемным транспортером; *5*—тоннель с транспортером для передачи зерна от приемного транспортера до башмака нории; *6*—тоннель между башней и силосным корпусом для пропуска подсилосного транспортера; *7*—нория в башне; *8*—надвесовой ларь; *9*—ковшевые весы; *10*—самотечные трубы; *11*—надсилосный транспортер; *12*—сбрасывающая тележка

Продольное расположение ларей и ленточных транспортеров дает возможность поднять на любую высоту сбрасывающий конец транспортера и, следовательно, не заглублять башмаков норий, что имеет большое значение при высоком горизонте грунтовых вод, особенно на территории порта. Благодаря продольному расположению ларей и лучшему использованию их емкости заглубление устройства при сохранении тех же объемов ларей составляет 4,15 *м* против 6,4 *м* в устройствах с поперечным расположением.

Участок, занимаемый элеватором, приобретает при этом более рациональную форму — сокращается территория.

Как на отрицательную сторону этой схемы надо указать на лишний переброс зерна с транспортера одного направления на транспортер другого направления; наличие двух электродвигателей вместо одного и усложнение привода и аспирации.

Весьма важно, чтобы емкость приемного ларя в обоих случаях соответствовала емкости вагона, иначе вагоны будут задерживаться под разгрузкой. Однако при определенной организации работы возможен прием зерна в лари, емкость которых меньше емкости вагона.

Ввиду того что парк крытых вагонов железных дорог СССР постепенно заменяется вагонами грузоподъемностью 50 *т*, лари обычно устраивают емкостью 50 *т* зерна (объемным весом 700 *кг/м*³). Дальнейшее увеличение емкости ларя бесполезно, так как во избежание смешивания в один ларь недопустимо помещать зерно из двух вагонов.

В то же время необходимо учитывать, что еще ряд лет в обращении останутся вагоны грузоподъемностью 16,5; 18 и 20 *т*, поэтому лари должны быть устроены так, чтобы в них возможно было бы разгружать вагоны грузоподъемностью 20 и 50 *т*. Для этого в ларе устраивается перегородка, которая позволяет каждую половину ларя использовать для разгрузки двухосных вагонов с самостоятельным выпуском на транспортер, а весь ларь — для разгрузки вагонов грузоподъемностью 50 *т*.

В плане лари должны быть расположены так, чтобы установка вагонов у мест разгрузки могла производиться без их расцепки. Требование

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. 1, Заготиздат, 1940.

весьма важное, так как с этим связана возможность быстрой переработки вагонов на путях элеватора.

Особую важность этот вопрос приобретает при продольном расположении транспортеров, при котором число двухосных вагонов под разгрузкой на одном пути может доходить до 8 и более, тогда как при поперечном расположении число вагонов на одном пути обычно не превышает 4.

На рис. 191 приведено приемное устройство с продольным, а на рис. 192 — с поперечным расположением транспортеров.

Приемное устройство с продольным расположением транспортеров (см. рис. 191) имеет 2 разгрузочных пути с 4 приемными ларями на каждом (для двухосных вагонов). Разгрузка вагонов предусмотрена при помощи механических лопат. Для передвижки вагонов установлена маневровая лебедка. Управление задвижками приемных ларей выведено к месту установки маневровых лебедок (централизованное управление).

В каждом ларе сделано по шести выпускных отверстий. Задвижки сблокированы так, что одновременно могут быть открыты задвижки только одного ларя.

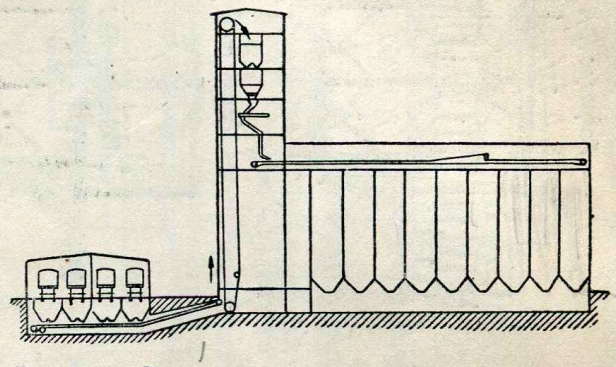


Рис. 190. Схема приема зерна в элеватор с железной дороги при поперечном расположении транспортеров

Приемное устройство с поперечным расположением транспортеров (см. рис. 192) устроено на 4 путях для 2 двухосных вагонов на каждом и имеет два приемных транспортера. Над каждым транспортером расположено по четыре ларя (для двухосных вагонов). Вагоны разгружают при помощи механических лопат.

Следует, наконец, упомянуть о приемном устройстве с так называемыми ларями малого заглубления (предложение инж. Мазина). Это устройство можно отнести к поперечному типу.

Отличительные особенности этого устройства следующие:

— небольшая глубина заложения ларей с приемным выступом выше уровня железнодорожного пути;

— вагон разгружается одновременно в два ларя, расположенных по обеим его сторонам, причем довольно значительная часть зерна, как обычно, выгружается после отжатия вагонных щитов самотеком;

— необходимость одновременной разгрузки вагона и работы приемного транспортера из-за малой емкости ларей;

— сравнительно короткое расстояние приемного устройства от башни элеватора (из-за незначительного заглубления ларей);

— стоимость такого устройства значительно ниже, чем при ларях глубокого заложения.

Вследствие незначительного заглубления ларей необходимый подъем приемного транспортера удается получить на довольно коротком расстоянии, что в свою очередь позволяет не заглублять башмаки норий. Такое приемное устройство особенно выгодно в условиях некоторой стесненности площадки и при неблагоприятном горизонте грунтовых вод.

Приемное устройство с ларями малого заглубления получило дальнейшее развитие (предложение инж. В. Н. Лукьянова) в виде ларей с односторонней разгрузкой вагона (рис. 193 и 194).

Расчеты показывают, что двусторонняя разгрузка вагонов оправдана лишь в случае наличия транспортного оборудования производительностью 175 *т/час*. На элеваторах, имеющих оборудование производительностью

100 *т/час*, наиболее дешевыми и рациональными оказываются лари малого заглубления с односторонней разгрузкой вагона.

Внедрение этого предложения снизило стоимость приемного устройства последнего типа еще больше. Обходится оно примерно в 2,7 раза дешевле ларей обычной конструкции и в 1,3 раза дешевле ларей малого заглубления с двусторонней разгрузкой вагона.

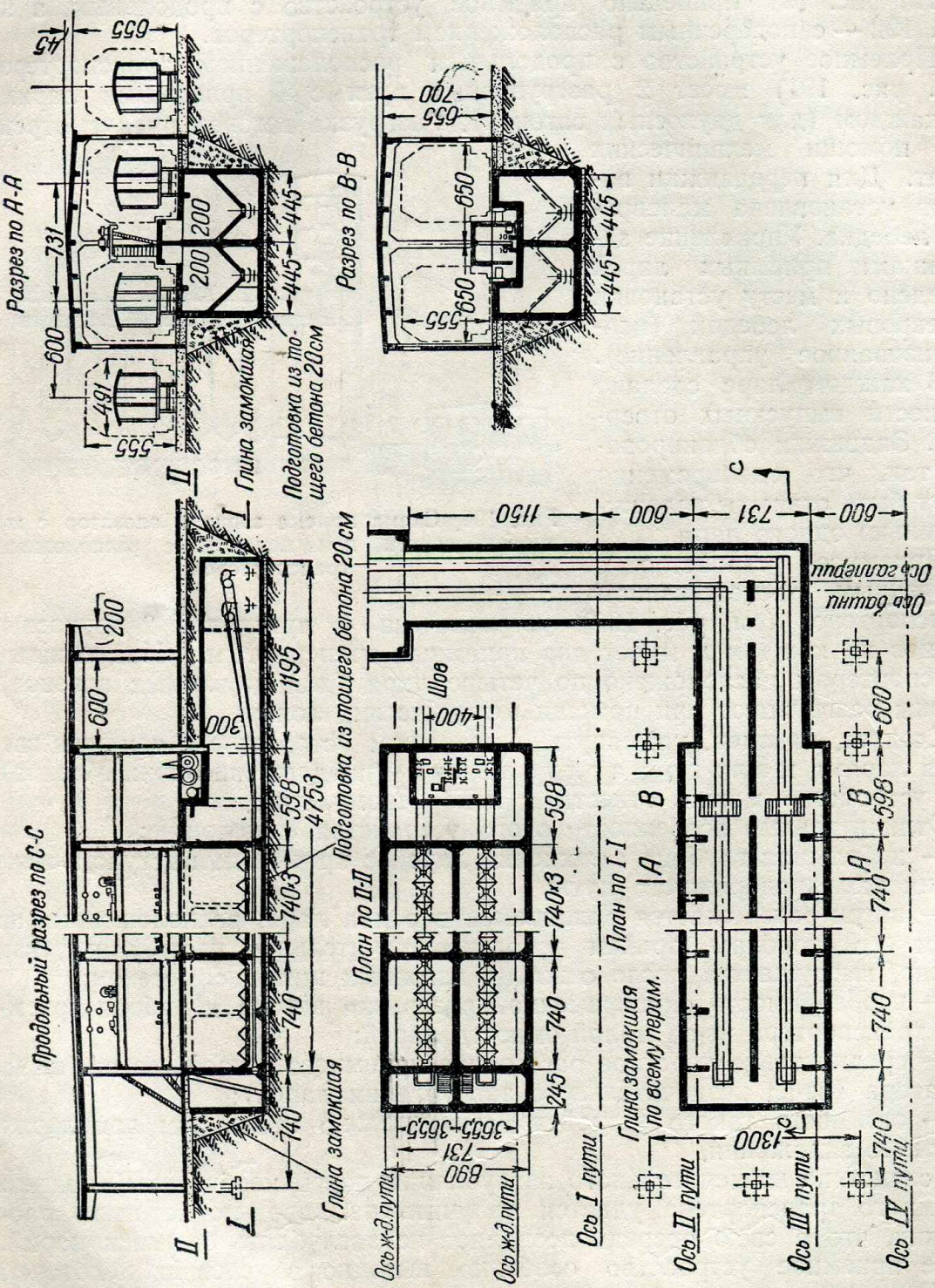


Рис. 191. Устройство для приема зерна с железной дороги с транспортерами, расположенными вдоль пути

Надо отметить, что приемное устройство с ларями малого заглубления очень удачно разрешает задачу приема зерна с железной дороги как для элеваторов, оборудованных нориями производительностью 175 *т/час* (разгрузка на обе стороны), так и для элеваторов, оборудованных нориями производительностью 100 *т/час* (разгрузка на одну сторону).

Расчеты показывают, что в случае приемного устройства с односторонней разгрузкой минимальная емкость разгрузочного ларя должна быть равна 1,22 *м* при приеме двухосных вагонов (18-тонных) и 6,26 *м* — в случае разгрузки четырехосных вагонов. Емкость ларя в проекте пре-

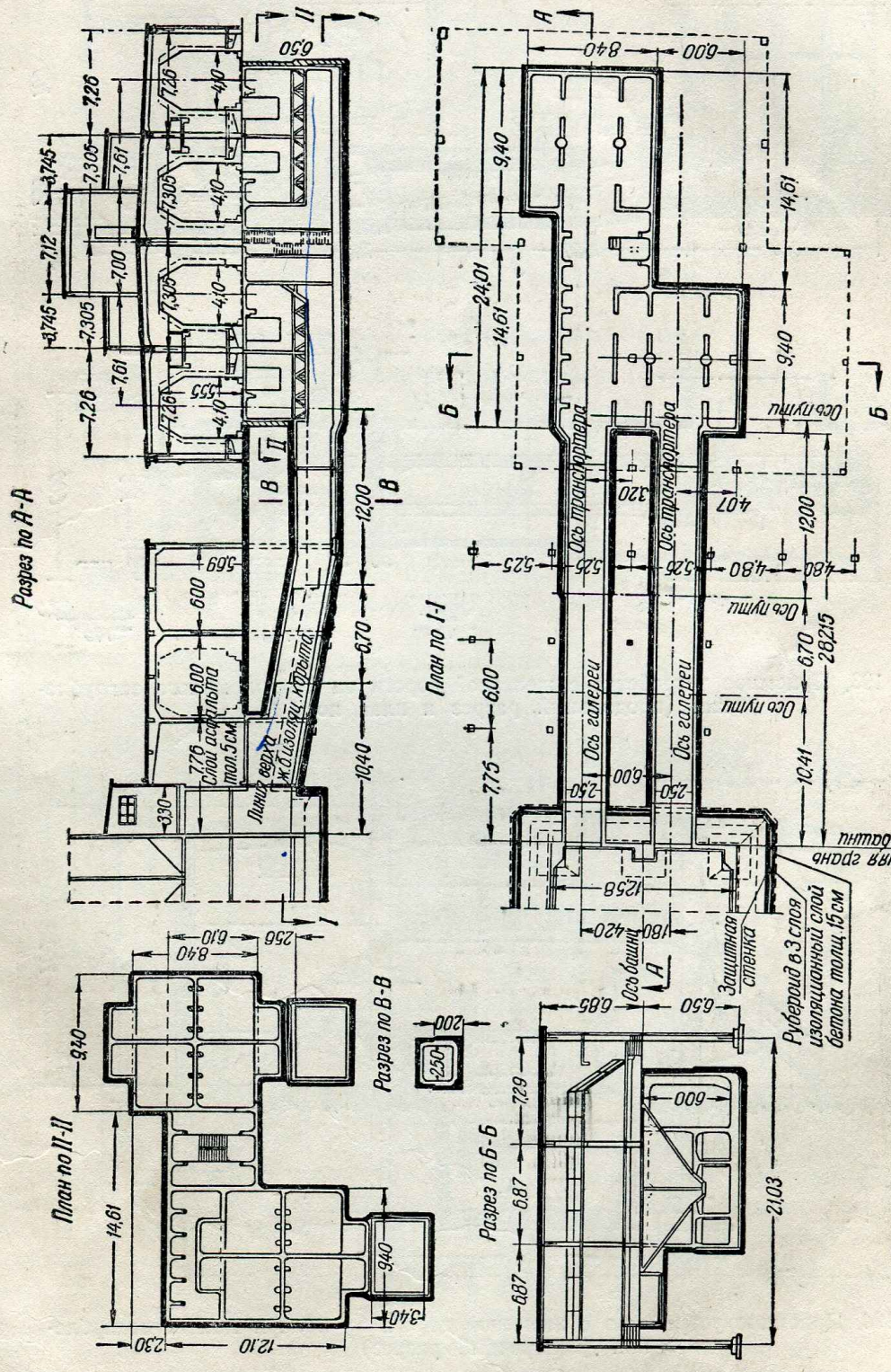


Рис. 192. Устройство для приема зерна с железной дороги с транспортерами, расположенными поперек пути

дусмотрена равной 9,2 *м* в расчете на пшеницу с натурным весом 0,75 *т/м*³.

Для элеваторов, имеющих нории производительностью 350 и 500 *т/час*, лари малого заглубления не могут быть применены потому, что время

истечения зерна (оборудование 350 *т/час*) из ларя, в котором находится 18 *т*, составляет всего 3,08 мин., а принимаемое время разгрузки вагона — 12 мин.; для вагонов грузоподъемностью 50 *т* — соответственно

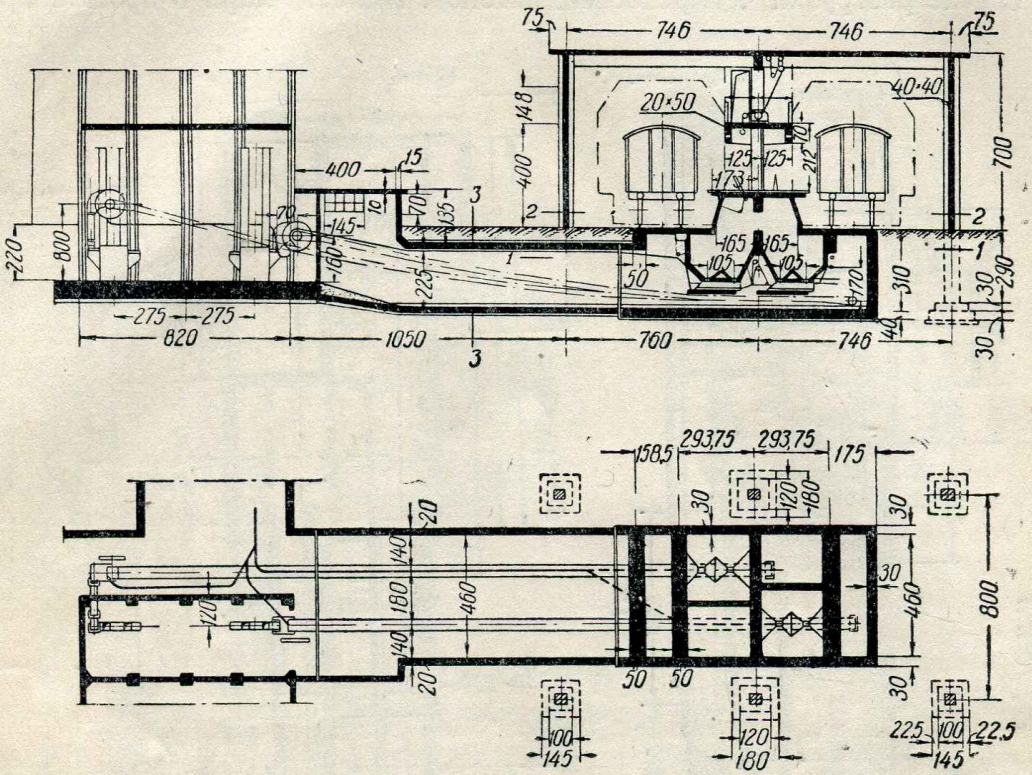


Рис. 193. Приемное устройство с железной дороги на 2 ларя малого заглубления (продольный разрез и план по *1-1*)

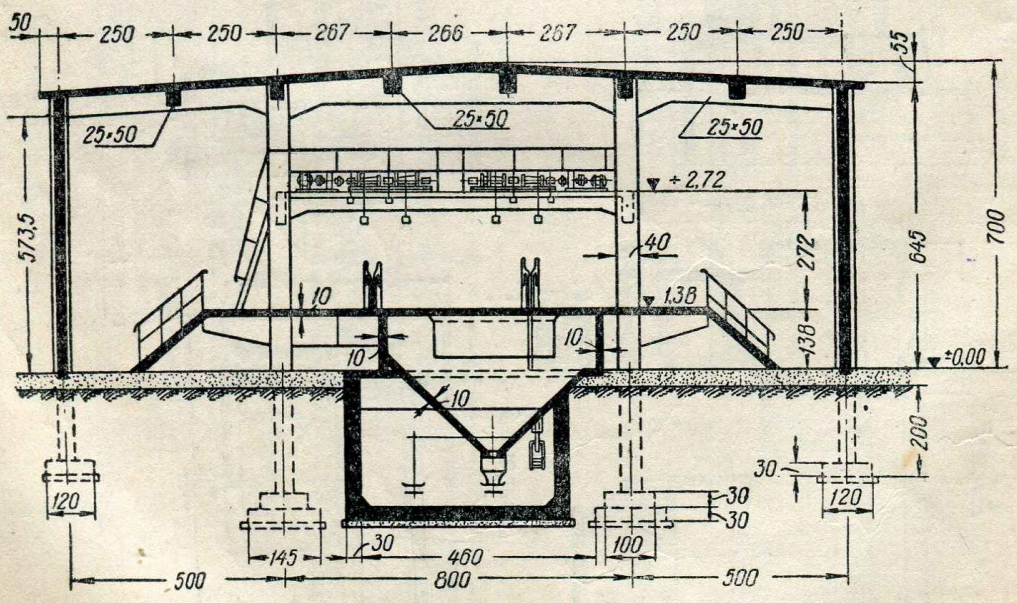


Рис. 194. Приемное устройство с железной дороги на 2 ларя малого заглубления (поперечный разрез)

8,57 и 28 мин. Отсюда понятно, что использование оборудования будет недопустимо низким.

Учитывая, что вновь строящиеся элеваторы в основном будут иметь оборудование производительностью меньше 350 и тем более 500 *т/час*,

надо полагать, что лари малого заглубления получат широкое применение.

Что касается элеваторов, имеющих оборудование производительностью 50 *т/час*, то для них прием с железной дороги, как правило, не основная операция и, следовательно, вопрос о типе приемного устройства с железной дороги не является актуальным.

Время разгрузки зерна из вагона, поданного на элеватор, устанавливается по договору со станцией железной дороги в пределах от 2 до 3,0 часов. Что касается фактической длительности разгрузки вагонов, то она даже при одинаковых способах работ на отдельных элеваторах весьма различна.

Прием зерна с железной дороги имеет особенно большое значение в портовых и базисных элеваторах, где поступление зерна с железной дороги может достигать 500—600 *т/час* и более, т. е. 25—35 и более двухосных вагонов в час. Поэтому выбору приемных устройств для этих типов элеваторов должно быть уделено особенно серьезное внимание.

ПРИЕМ ЗЕРНА С ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Приемные устройства с водного транспорта (барж и судов) в силу ряда специфических условий в каждом отдельном случае сооружаются применительно к местным условиям.

К числу этих основных условий относятся:

— разнообразие подвижного состава водного транспорта как по водоизмещению, так и по конструкции;

— непостоянство горизонта воды у причала;

— расположение элеватора относительно причала.

В зависимости от перечисленных условий выбирается способ разгрузки судов.

Наиболее совершенным способом разгрузки судов является пневматический, преимущества которого особенно сказываются именно при операциях приема зерна с водного транспорта.

Всасывающие пневматические установки (стационарные, плавучие и передвижные) применяют главным образом для того, чтобы переместить зерно из трюма по вертикальному направлению. Поднятое зерно в дальнейшем передается уже механическим путем как более дешевым (к. п. д. пневматики, как известно, очень низкий — 0,06—0,07).

Процесс выгрузки зерна пневматическим транспортом можно разбить, как известно, на три этапа [1]:

Первый этап характеризуется тем, что при погружении сопла в зерно вокруг него образуется воронка и зерно ссыпается к всасывающему отверстию сопла. Самостоятельный приток зерна к соплам продолжается до тех пор, пока они не дошли до дна судна. Подгребать зерно к соплам в это время не требуется. Этот период работы происходит без пылеобразования. Работа обслуживающего персонала заключается лишь в своевременном и нормальном погружении сопел в зерно. Во время первого этапа выгрузки зерна производительность установки максимальная.

Второй этап — промежуточный между началом и окончанием выгрузки. Выгрузка зерна производится у бортов, в межлюковых пространствах, в кормовых и носовых участках трюмов судна. Производительность установки снижается, так как приходится переставлять сопла с одного места на другое, наращивать гибкие рукава и частично подгребать зерно.

Третий этап выгрузки — зачистка судна. Работа в этом случае производится с применением ручного труда для подгребания и окучивания зерна, так как выгрузка при слое в 10—30 *см* без окучивания неэффективна. При этом производительность установки обычно бывает минимальной.

---

[1] А. Н. Круглов. Пневматический транспорт зерна и его отходов, ч. II. Заготиздат, 1947.

На рис. 195 приведено приемное устройство, оборудованное всасывающей стационарной пневматической установкой для выгрузки зерна из барж с технической производительностью 225 *т/час*[1]. Установка состоит из трех независимо друг от друга действующих агрегатов, каждый

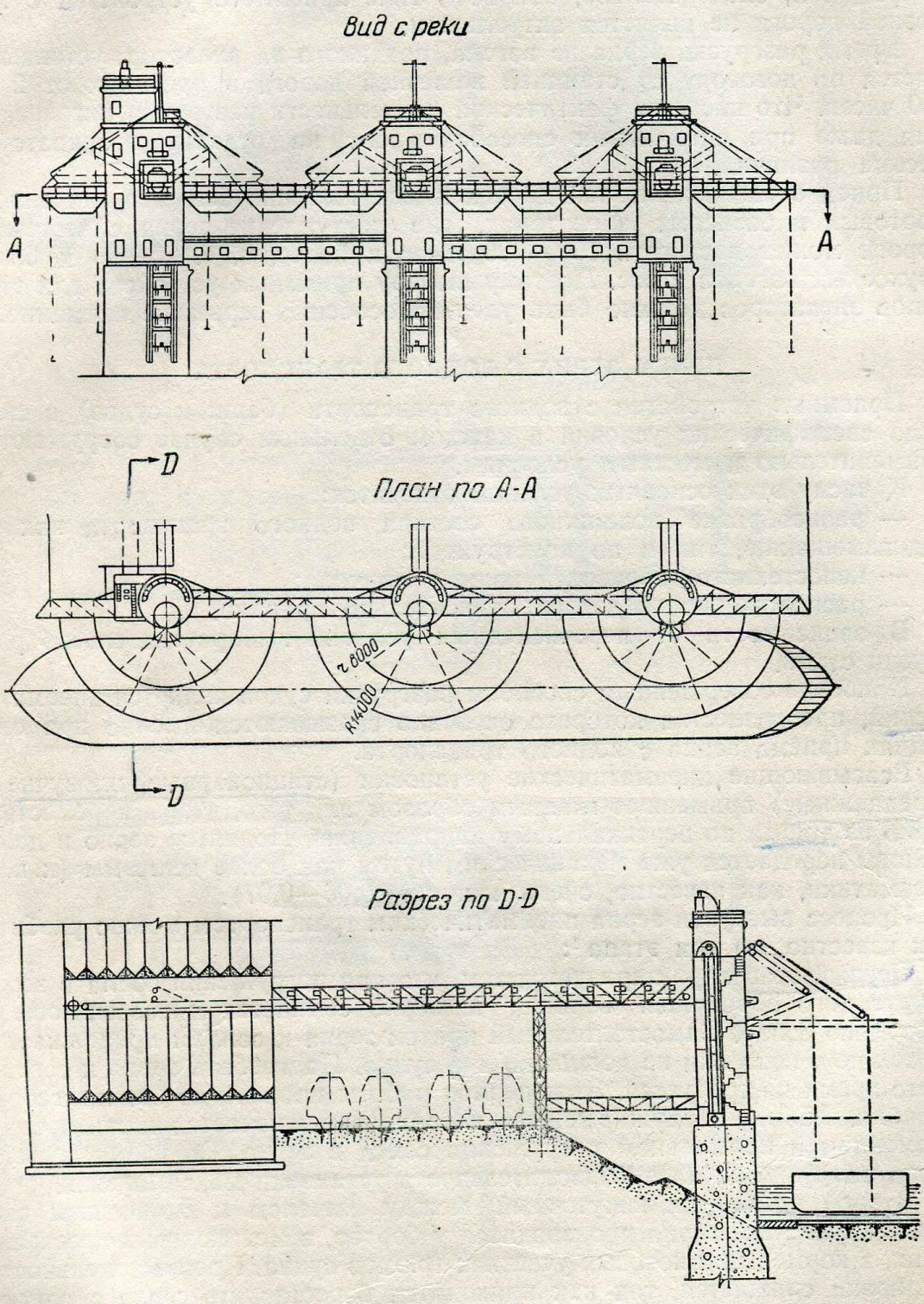


Рис. 195. Устройство для приема зерна в элеватор с водного транспорта, оборудованное стационарной пневматической установкой

из которых установлен в отдельно стоящей башне. Береговые башни соединены между собой по низу транспортерными мостами, а по верху —

[1] Технической (расчетной) производительностью называется максимальная производительность, которую может дать установка при всасывающих соплах, погруженных в массу зерна, притекающего к ним самотеком.

пешеходными мостиками. Установка оборудована турбонасосами типа ТК-100-2 Сумского завода им. Фрунзе.

Принимаемое зерно взвешивают на весах элеватора.

На рис. 86 приведена пловучая пневматическая установка для выгрузки зерна из баржи.

Пловучие установки позволяют перегружать зерно непосредственно из речных барж в пароходы, а также принимать зерно из трюмов барж и перемещать его в береговые силосы, откуда оно при помощи транспортеров передается в элеватор. Такие перегружатели с успехом применяют как для рейдовых перегрузок, так и для передачи зерна на берег.

5. ОТГРУЗКА ЗЕРНА ИЗ ЭЛЕВАТОРА

Зерно из элеватора может отпускаться на автомобильный транспорт, железную дорогу, водный транспорт или на предприятие.

ОТГРУЗКА НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Отгрузка зерна на автомобильный транспорт в общем сравнительно редкая и незначительная по объему операция элеватора, исключая, однако, те элеваторы, которые отпускают зерно для нужд местных предприятий на этот вид транспорта. Отпуск производится как насыпью, так и в таре.

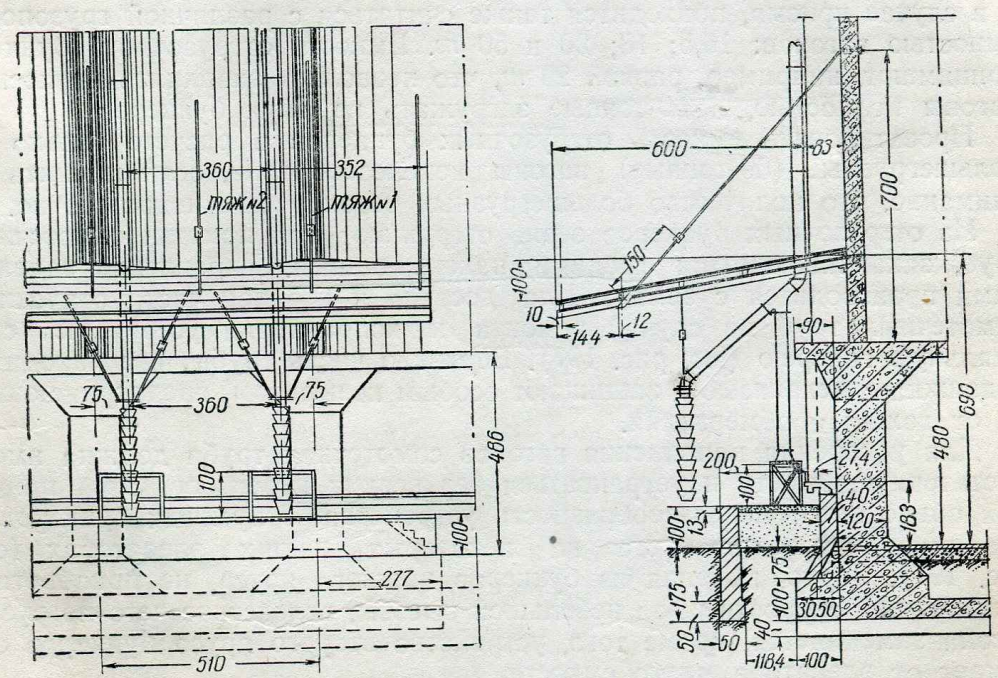


Рис. 196. Схема отгрузки зерна на автомобильный транспорт из силосов элеватора

Для отпуска зерна на автомобильный транспорт обычно достаточно выделить верхнюю часть одного из силосов со стороны автомобильного подъезда (рис. 196), откуда зерно по самотечной трубе подается к месту погрузки машины.

Скорость движения зерна при наполнении машины имеет существенное значение. При вытекании зерна из самотечной трубы, имеющей высоту иногда 10 и более метров, может наблюдаться «разбрызгивание» зерна в кузове машины. Чтобы избежать этого, надо уменьшить скорость движения зерна. Из рис. 196 видно, что это достигается изменением направления движения зерна, что позволяет не только загружать ма-

шину насыпью, но и создавать возможность, в случае необходимости, заполнить зерном мешки.

Погруженную машину (подводы) взвешивают на автомобильных весах. При этом иногда приходится досыпать или отгружать зерно с автомобиля, для чего около весов надо иметь запас зерна, который используется для точного взвешивания. В случае отпуска зерна в таре можно установить на помосте в уровень с полом машины весы грузоподъемностью 0,5—1 *т*.

ОТГРУЗКА НА ЖЕЛЕЗНУЮ ДОРОГУ

Отгрузка зерна на железнодорожный транспорт так же, как и прием зерна с автомобильного транспорта, является основной операцией заготовительного элеватора. Надо отметить, что отпуск зерна на железную дорогу имеет место и в других типах элеваторов (портовых, базисных и др.). Эта операция на элеваторах может носить как регулярный, так и случайный характер.

Зерно на железнодорожный транспорт отпускается одним из двух способов: из отгрузочных бункеров силосного корпуса (рис. 197) или непосредственно после весов (рис. 198).

При отпуске зерна из отгрузочных бункеров емкость последних должна быть не менее емкости двухосного вагона. В данном случае, как и в случае приема, приходится также считаться с различной грузоподъемностью вагонов: 16,5; 18; 20 и 50 *т*. Емкость отгрузочного бункера принимают, например, равной 25 *т*, что позволяет заполнять двухосные вагоны полностью, а 50-тонные загружать из двух бункеров.

Проектировать емкость отгрузочных бункеров в расчете только на большегрузные (50-тонные) вагоны нецелесообразно, если принять во внимание, что количество большегрузных вагонов еще недостаточно.

Из отгрузочных бункеров зерно отгружают при помощи самотечных труб, заканчивающихся гибкими наконечниками. Управление задвижками производится с земли. Для доступа к верхней части отпускных самотечных труб на случай ремонта и исправления устраивают специальную галерею (см. рис. 197). Верхнюю часть трубы, где находится задвижка с механизмом, защищают особым козырьком, предохраняющим ее от дождя и обмерзания.

Для ускорения наполнения вагонов самотечная труба должна иметь достаточную высоту и устраиваться без всяких перегибов. Этой причиной объясняется нецелесообразность устройства отпускных бункеров в два яруса, осуществленного на некоторых наших элеваторах (см. рис. 197). Зерно, вытекая из бункеров нижнего яруса, не приобретает надлежащей скорости из-за небольшой высоты, вследствие чего погрузка вагона замедляется, кроме того, устройство второго яруса бункеров отнимает от элеватора много емкости.

Делались попытки грузить зерно из отгрузочных бункеров в вагоны, расположенные на втором пути, т. е. на пути, отодвинутом от элеватора на 9 *м*. Эти попытки также успеха не имели: скорость вытекания зерна оказалась настолько малой, что время погрузки вагона затягивалось сверх всяких норм.

Для управления отпускными трубами устраивают помост вдоль фронта отгрузки. Это позволяет равномернее заполнять вагоны, не производить вовсе штивку или свести ее к минимуму.

Следовательно, длительность погрузки вагонов из отгрузочных бункеров зависит от высоты бункера над полом вагона, от устройства отпускной трубы (с изгибами или без изгибов) и организации работы.

Длительность заполнения вагона грузоподъемностью 18 *т* при надлежащей организации работы составляет в среднем 7—10 мин.

Организация работы по отпуску зерна из бункеров заключается в следующем.

Отгрузочные бункеры заполняются взвешенным зерном. Если требуется отгрузить зерна больше, чем заготовлено в бункерах, то повторное заполнение их начинается немедленно после опорожнения первого из них.

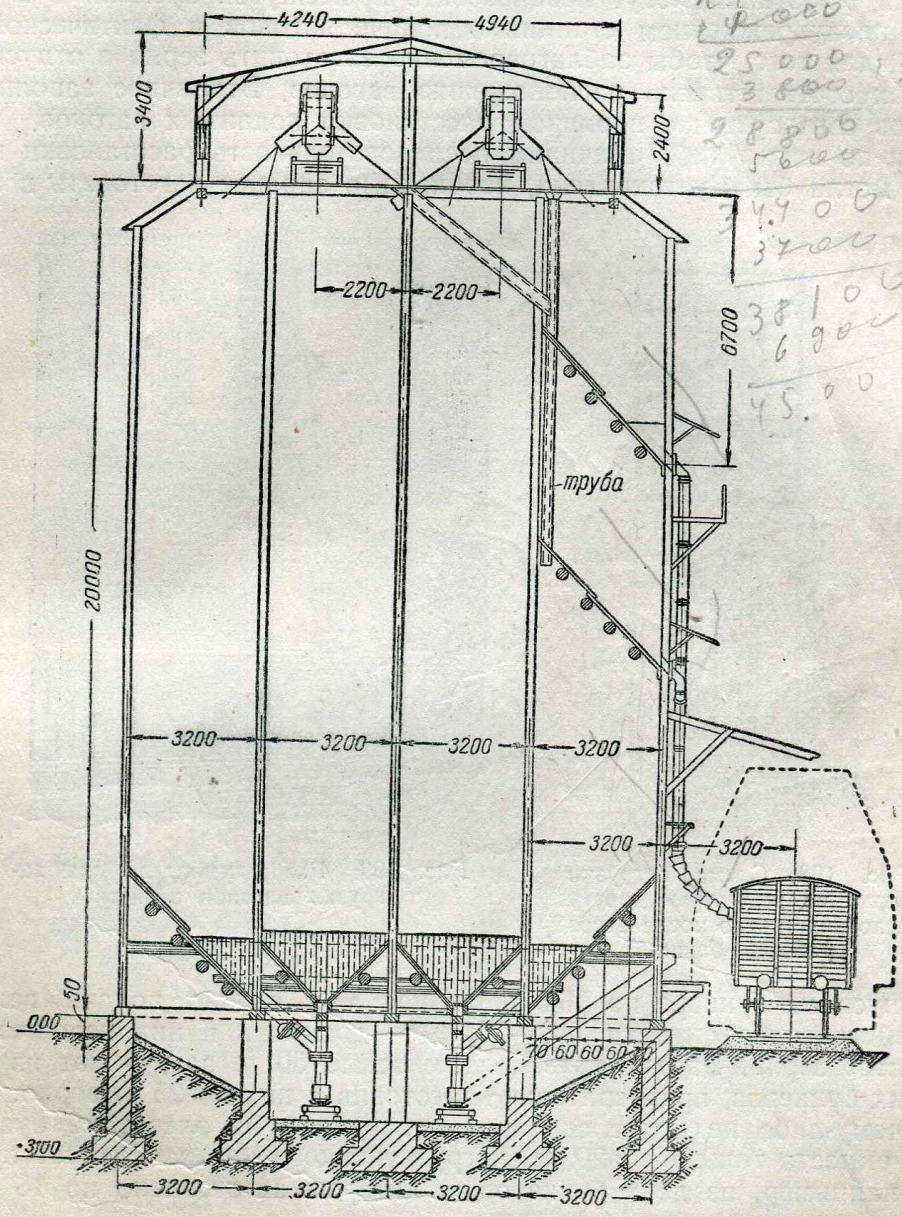


Рис. 197. Схема отгрузки зерна на железную дорогу из двухъярусных бункеров (отсеков) силосного корпуса

После погрузки зерна в первую партию вагонов немедленно устанавливают вторую партию без расцепки их так, чтобы можно было заполнить вагоны из следующих бункеров, используя при этом маневровые средства.

Маневрирование гибкими трубами при погрузке должно быть направлено к тому, чтобы заполнить вагоны, по возможности, равномерно без разравнивания зерна вручную. В случае необходимости эта операция должна быть произведена позднее, чтобы не задерживать вагонов под погрузкой.

Около каждого вагона во время погрузки должен находиться рабочий, который обязан вставлять и вынимать трубу из вагона, открывать и закрывать задвижки бункера и маневрировать гибкой трубой.

Перед подачей вагонов под погрузку следует узнать на станции последовательность расположения, по крайней мере, головных вагонов, которые в первую очередь устанавливают под погрузку. Получив такие сведения, работники могут использовать промежуток времени в 2 часа между предупреждением станции о подаче вагонов и фактической их подачей для того, чтобы заблаговременно заготовить зерно в отпускных бункерах соответственно расположению вагонов. Вторичное заполнение бункеров согласуется с порядком расстановки поданных вагонов.

Если по каким-либо причинам последовательность расстановки вагонов не могла быть установлена, необходимо заранее заготовить в каж-

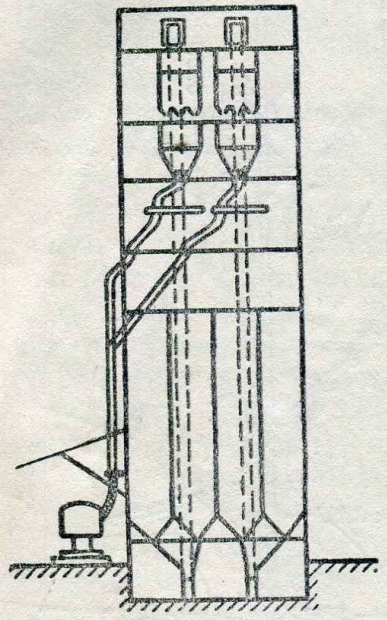


Рис. 198. Схема отгрузки зерна на железную дорогу непосредственно после весов рабочей башни

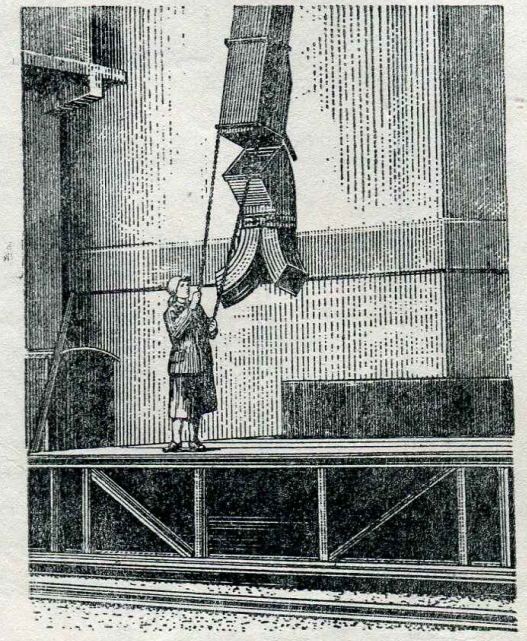


Рис. 199. Разбрызгиватель для загрузки вагонов зерном

дом отпускном бункере по 16,5 *т* зерна, а в случае подачи вагонов большей грузоподъемности (18—20 *т*) — досыпать в них недостающее количество зерна. Вагоны грузоподъемностью 50 *т* загружают из двух соседних бункеров, предварительно заготовив в них по 25 *т* зерна. Если это почему-либо не будет сделано заранее или на элеваторе бункеры имеют емкость только по 20 *т*, погрузку такого вагона следует произвести, например, из двух бункеров, в которых заготовлено по 18 *т*, и досыпать в один из них 14 *т* зерна.

В случае ошибочного направления зерна в отгрузочный бункер или необходимости возвратить зерно из бункера в элеватор в подсилосном этаже со стороны железной дороги устанавливают самотечные трубы, соединенные с подсилосным транспортером, на который, при необходимости, подается зерно из отпускных труб (см. рис. 197).

При отгрузке зерна непосредственно после весов (см. рис. 198) требования к устройству отпускных труб предъявляются те же, что и в случае отпуска из бункеров, но скорость движения зерна в этом случае будет значительно большей, вследствие чего полезно заменить гибкую трубу так называемым раздвоенным разбрызгивателем (рис. 199). При помощи такого разбрызгивателя малогрузный вагон удается заполнить в течение 2 мин., а большегрузный — за 5 мин.

Вследствие достаточной скорости движения зерна в конце разбрызгивателя (12—14 *м/сек*) зерно равномерно распределяется вдоль всего вагона, поэтому отпадает необходимость в разравнивании его.

Для получения желаемой скорости движения зерна у разбрызгивателя угол наклона отпускной самотечной трубы стремятся делать максимальным (не менее 80°), а для устранения разрежения воздуха в трубе, снижающего скорость движения зерна, в верхней ее части устраивают подсос из атмосферы.

Расчеты и опыт эксплуатации показывают, что при нориях небольшой производительности (50 и 100 *т/час*) выгодно отгружать зерно из отпускных бункеров по всему фронту силосного корпуса; при нориях большой производительности (175 *т/час* и выше) рационально отгрузку производить после весов.

Отметим, что устройство отпуска зерна из бункеров силосного корпуса связано с известной потерей емкости элеватора, а также с трудностями по очистке и контролю за зерном в нижней части силоса.

ОТГРУЗКА НА ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

Зерно отгружают на суда, как правило, насыпью и, как исключение, в таре. В настоящее время зерно редко подается на судно непосредственно из вагонов, в которых оно прибывает в порт. Обыкновенно по прибытии зерно аккумулируется в элеваторе и для отпуска направляется

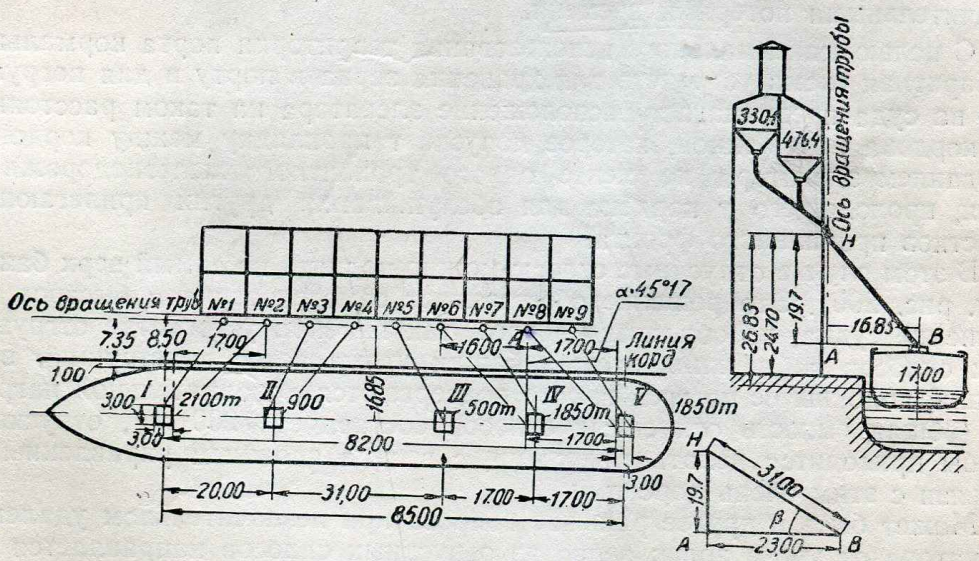


Рис. 200. Схема устройства для отгрузки зерна на суда самотеком из отгрузочных силосов рабочей башни

из силосов хранения через весы и далее или непосредственно на судно, или в отгрузочные силосы. Из силосов зерно может направляться в отпускные трубы или через ленточные транспортеры.

Весьма важным обстоятельством при выборе отпускного устройства является расположение элеватора по отношению к причальной линии. Различают два основных варианта расположения элеватора: первый — непосредственно у причальной линии, второй — в глубине портовой территории на большем или меньшем расстоянии от уреза воды.

Пример отпускного устройства при расположении элеватора у причальной линии приведен на рис. 200.

При расположении элеватора в глубине территории порта отпускное устройство на водный транспорт выполняется в виде галереи (см. рис. 13).

Основной недостаток первого варианта — невозможность использования причальной линии, необходимой для переработки других грузов, как непосредственно против элеватора, так и по обе его стороны. Второй недостаток чисто строительного характера — необходимость устройства сложного фундамента под элеватор и, следовательно, увеличение его (элеватора) стоимости.

Достоинством первого варианта по сравнению со вторым является меньшая длина пробега зерна из элеватора до трюма судна.

Второй вариант свободен от недостатков первого. В этом случае элеваторные причалы могут быть использованы под погрузку любого вида груза.

Недостатки второго варианта — некоторый излишний пробег зерна от башни до линии погрузки и увеличение в связи с этим первоначальных затрат на постройку этой части конвейерной галереи.

Рассмотрим основные типы устройств отпуска на воду. Если элеватор расположен непосредственно на берегу, хотя такие случаи сравнительно редки, верхняя часть крайнего ряда силосов башни отделяется от нижней части при помощи дополнительного днища для образования отпускной емкости. В этом случае зерно самотеком поступает по трубе в трюм судна (см. рис. 200).

Неудобство такого расположения заключается в том, что длина башни элеватора обычно короче судна, поэтому при погрузке необходимо судно неоднократно передвигать вдоль фронта отгрузки, что связано с значительными потерями времени.

С целью максимального использования территории порта нормальная габаритная схема устройств для хранения зерна в порту и для погрузки его на суда предполагает расположение элеватора на таком расстоянии от кордона набережной, которое допускает прокладку между кордоном и зданием элеватора не менее одного транзитного железнодорожного пути, проходящего у кордона для обслуживания других прилегающих участков причального фронта.

В этом случае отпускные силосы можно поднять на самый верх башни (см. рис. 200). Это решение обеспечивает самотек зерна и быстрое наполнение судна, но обходится дорого, так как при устройстве отгрузочных силосов на верхних этажах башни утяжеляется конструкция всей башни, колонны ее по всей высоте подвергаются дополнительной нагрузке (общая емкость отпускных силосов составляет 7200 *т*), отпускные трубы приходится делать тяжелыми, с весьма сложным управлением и в связи с этим очень дорогими.

Может быть и другое решение вопроса при незначительном удалении элеватора от уреза воды: зерно из отпускных силосов направляется короткими поперечными транспортерами к трубам и далее в трюм судна (рис. 201).

При расположении элеватора на высоком берегу реки и значительном удалении от воды возможно иногда при передаче зерна на водный транспорт использовать комбинацию самотечных труб и транспортеров.

Расположение элеватора у уреза воды в настоящее время встречается, как уже говорилось, редко, чаще элеватор располагают в глубине портовой территории. Передача зерна из элеватора на судно в последнем случае осуществляется при помощи отпускной транспортерной галереи, установленной на пирсе, что обеспечивает возможность погрузки судов с обеих сторон пирса. Длина транспортерной галереи на пирсе должна быть не менее длины судна. Транспортерная галерея оборудуется отпускными трубами, установленными обычно на расстоянии 17—21 *м* друг от друга против опор галереи (см. рис. 13).

Весьма часто встречается иное расположение отпускной галереи — вдоль берега. В этом случае от элеватора идет поперечная галерея и

ее транспортеры передают зерно на транспортеры продольной береговой галереи.

В месте пересечения двух галерей устраивается башня для размещения электродвигателей, приводящих в движение поперечные транспортеры, а также устройств для передачи зерна с одной ленты на другую (рис. 202).

Зерно перебрасывается с поперечных на продольные транспортеры, проложенные вдоль набережной на высоте 20 *м*, что позволяет загружать судно при помощи телескопических отпускных труб, расположенных в данном случае на расстоянии 18 *м* друг от друга. Отпускная труба на

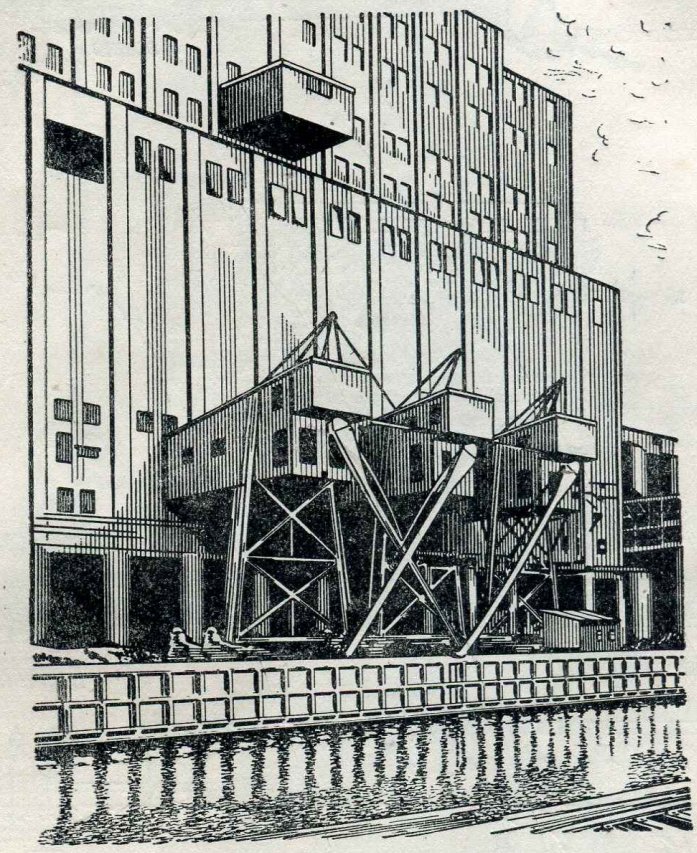


Рис. 201. Короткие отгрузочные галереи элеватора. На переднем плане видны отпускные трубы

судно представляет довольно сложное сооружение, состоящее из стальной телескопической трубы, поворотного кронштейна и лебедок. Количество труб определяется из расчета возможности погрузки судов, посещающих данный порт, без их передвижки на причале. Для этого необходимо и достаточно, чтобы траектории движения нижних концов двух любых соседних труб пересекались не ближе оси судна — этим и будет обеспечена возможность погрузки всех люков судна независимо от их расположения.

Погрузка зерна на судно протекает неравномерно. Перерыв в работе происходит по разным причинам: перестановка отпускных труб из одного трюма в другой, перестановка тележки при переходе от одного силоса к другому и др. Однако основная причина задержки погрузки судов происходит из-за необходимости разравнивания в трюме зерна (штивка). Практически часть судна загружается без задержки, пока не требуется штивки, частота которой все возрастает по мере приближения окончания погрузки.

Время, необходимое для погрузки зерна, зависит помимо производительности отпускного оборудования от типа судна, механизации внутритрюмных работ (штивки) и для каждого отдельного судна может быть

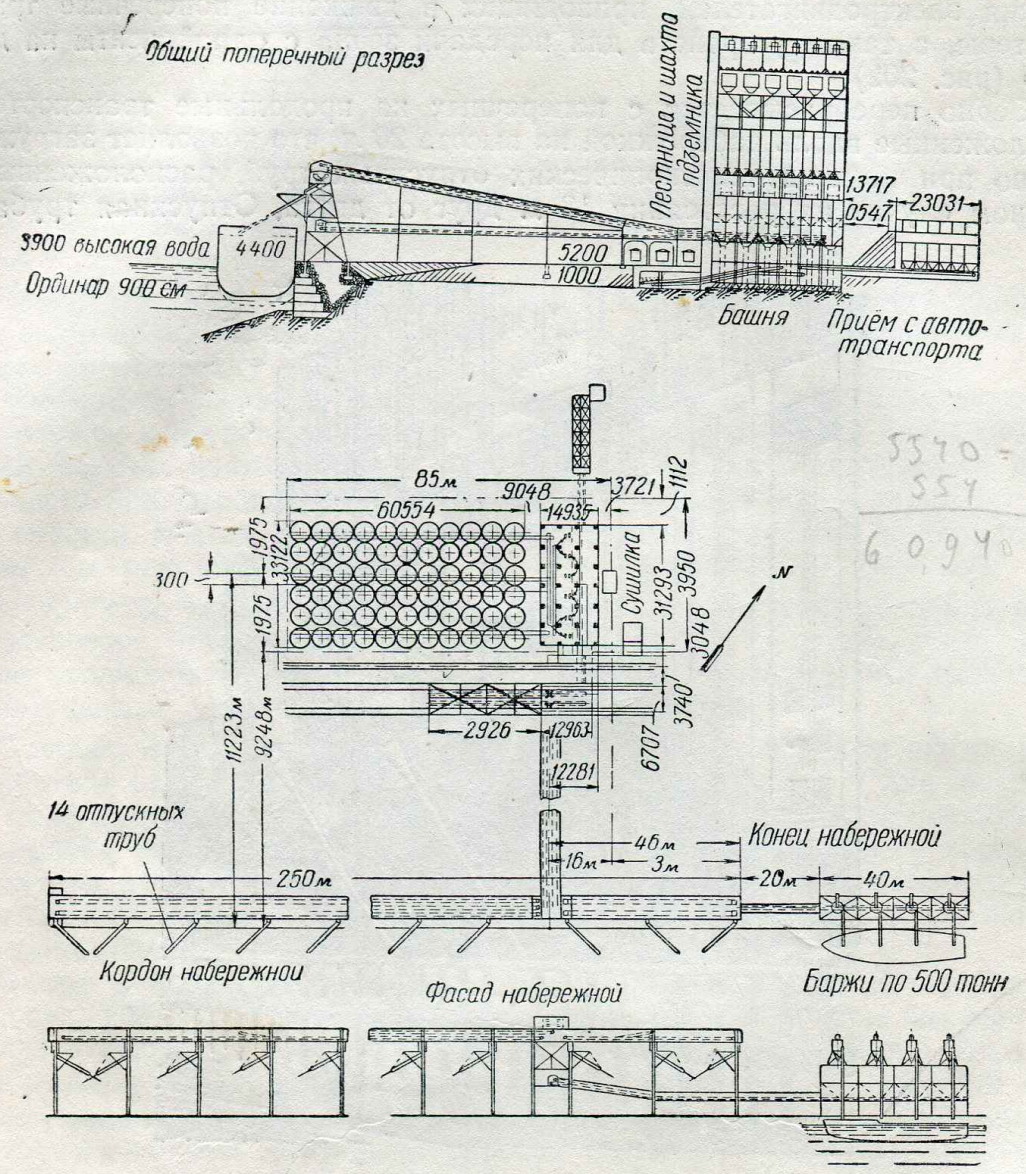


Рис. 202. Разрезы и план портового элеватора с отгрузочной галереей, расположенной вдоль берега

различно. В качестве примера в табл. 42 приводится распределение времени на погрузку судна грузоподъемностью 3000 *т* при ручной штивке [1].

Таблица 42

Распределение времени по погрузке зерна в судно

№ трюмов	% емкости трюмов	I этап		II этап		III этап		IV этап		V этап		VI этап	
		% загрузки	время штивки в час.	% загрузки	время штивки в час.	% загрузки	время штивки в час.	% загрузки	время штивки в час.	% загрузки	время штивки в час.	% загрузки	время штивки в час.
1	18	—	—	70	2—2,5	—	—	20	1—1,5	—	—	10	1—1,5
2	34	65	2—2,5	—	—	15	1,5—2	—	—	20	2—3,5	—	—
3	30	65	2—2,5	—	—	15	1,5—2	—	—	20	3—3,5	—	—
4	18	—	—	70	2—2,5	—	—	20	1—1,5	—	—	10	1,5—2

[1] Проф. В. Е. Ляхницкий. Морские порты, 1949.

Таблица составлена с учетом, что пароход во время погрузки не перестанавливается и отпускные трубы устанавливаются один раз до начала погрузки.

Из таблицы видно, что штивка занимает значительный процент времени, понижая использование погрузочных транспортеров до величины 0,3—0,35. Приведенные в таблице этапы нельзя рассматривать изолированно друг от друга; обычно они по времени перекрывают друг друга, т. е., например, штивка зерна в трюмах *1* и *2* может идти одновременно с загрузкой трюмов *3* и *4* и в частном случае этап *VI* может как самостоятельное время вовсе исчезнуть за счет совпадания с этапом *V*.

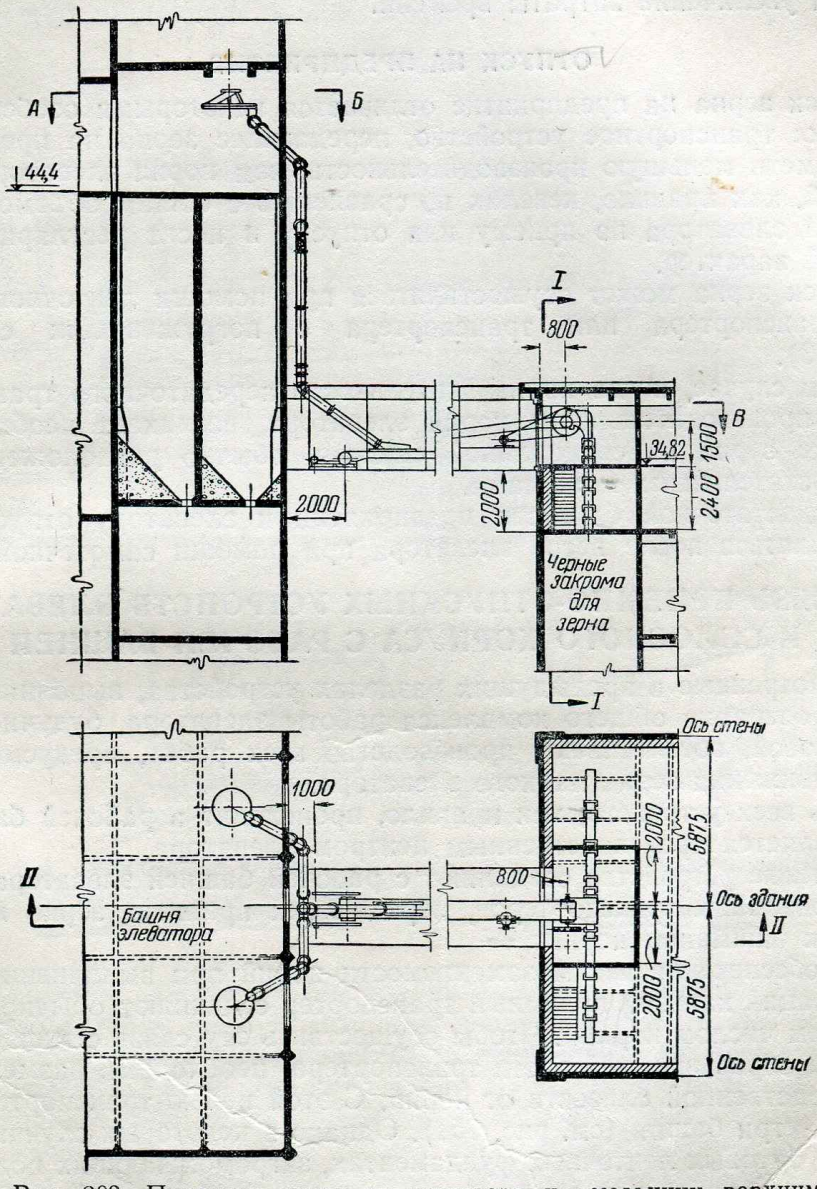


Рис. 203. Передача зерна из элеватора на мельницу верхним транспортером

Для уточнения характера погрузки судов следует для данной конкретной схемы приемного устройства и внутренней схемы элеватора построить график работы механизмов, причем время на штивку следует взять из таблицы (см. главу VI).

При правильно составленной схеме элеватора и наличии отпускных ларей достаточной емкости коэффициент использования норий элеватора достигает 0,8—0,9. В свою очередь коэффициент использования транс-

портеров не превышает 0,35, а с учетом времени на перестановку судна снижается до 0,27—0,28.

Время на отвод судна от причала и установку нового следует принимать в пределах 2—3 час., а на установку труб и уборку их после погрузки — по 15—20 мин. на каждую из этих операций.

Все сказанное относительно погрузки может быть применено для расчета только в том случае, когда судно грузится однородной культурой.

Если судно принимает разные культуры или разные партии однородной культуры, то каждую из них приходится грузить в отдельные отсеки трюмов, что, естественно, изменит общий характер погрузки и повлечет за собой увеличение затраты времени.

ОТПУСК НА ПРЕДПРИЯТИЕ

Отпуск зерна на предприятие отличается некоторыми особенностями, а именно: транспортное устройство, передающее зерно на предприятие, может иметь меньшую производительность, чем нории элеватора; объем операций, как правило, невелик по сравнению с общим объемом прочих операций элеватора по приему или отпуску и носит регулярный и постоянный характер.

Отпуск зерна может осуществляться при помощи ленточного, винтового транспортера или транспортера с погруженными скребками (рис. 203).

В том случае, когда производительность передаточного транспортера меньше производительности норий элеватора, возникает необходимость в отпуске зерна из специальной емкости, обычно расположенной над зерноочистительными машинами.

При достаточной близости предприятия к элеватору отпуск может осуществляться после весов элеватора при помощи самотечной трубы.

6. СВЯЗЬ ПРИЕМНО-ОТПУСКНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕВАТОРА И СИЛОСНОГО КОРПУСА С РАБОЧЕЙ БАШНЕЙ

Рассмотренные в предыдущих разделах устройства, выполняющие отдельные операции общего комплекса работы элеватора, будучи увязаны между собой, обеспечивают производство всех работ, предусмотренных схемой движения зерна данного элеватора.

Связь всех устройств, как правило, происходит в рабочей башне, которая является производственным центром элеватора.

Приемные устройства соединяют с рабочей башней элеватора посредством подземных транспортеров, передающих принятое зерно непосредственно к башмакам норий.

Для обеспечения взаимозаменяемости норий при выполнении приемных операций каждый приемный транспортер соединяют обычно с двумя и бóльшим числом норий [1]. Чтобы осуществить эту связь с минимальным подъемом сбрасывающей части транспортера, необходимо размещать его в непосредственной близости от норий. С этой целью транспортер располагают внутри башни (см. рис. 151). Однако в некоторых случаях (чаще всего при бутовых ленточных фундаментах, загромождающих подвальный этаж башни) приемный транспортер подводят к башне сбоку, не вводя его внутрь (рис. 204).

В этом случае нории приходится располагать у наружной стены башни. Обычно приемные транспортеры располагаются перпендикулярно к общей продольной оси башни и силосного корпуса и имеют значительный подъем сбрасывающей части. Этот подъем приходится делать в связи с тем, что лари, как правило, углублены в землю, а башню, по возможности, стараются не углублять.

[1] Исключение может быть допущено для транспортера, обслуживающего случайный прием; в этом случае он может быть соединен только с одной норией.

Галерея приемных транспортеров проходит под землей, но в части, примыкающей к башне, обычно выходит на поверхность (см. рис. 151). Стены галереи могут быть из железобетона или из бутового камня, перекрытие — из железобетона.

Расстояние между приемными устройствами и башней элеватора диктуется противопожарными нормами (приемное устройство с автомобильного транспорта) и максимальным наклоном транспортера (приемное устройство с железнодорожного транспорта).

Приемное устройство с водного транспорта соединяется с башней надземным транспортером, который расположен внутри башни (см. рис. 195) или примыкает к ней сбоку.

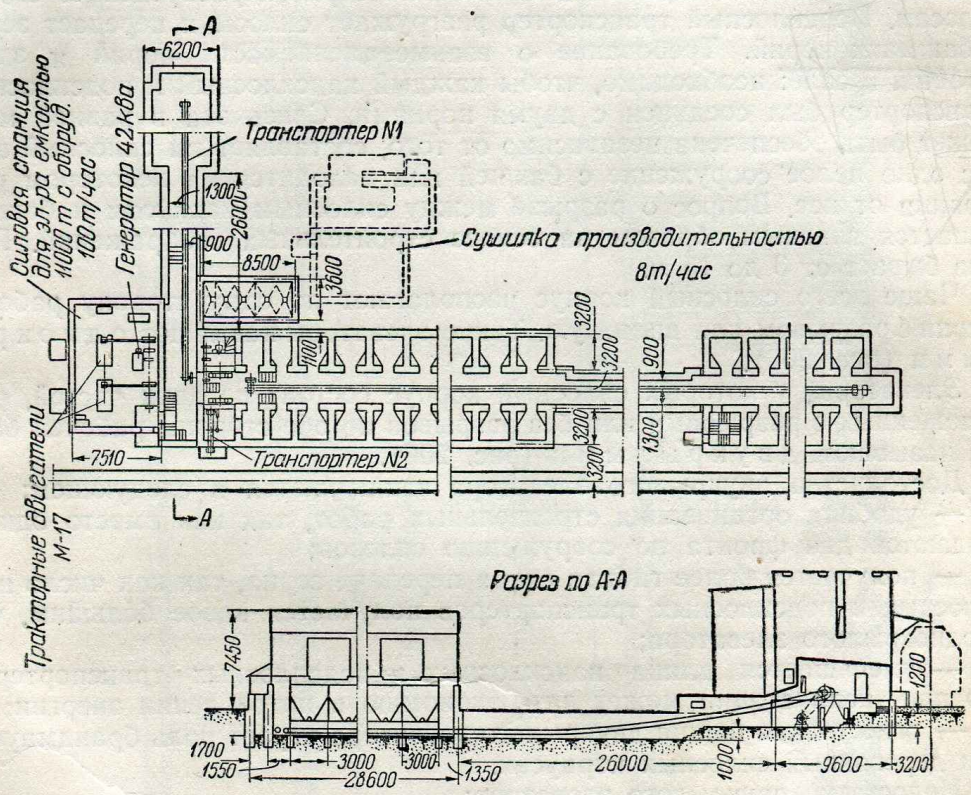


Рис. 204. Схема связи приемного устройства с автомобильного транспорта с башней элеватора (транспортер подводится к башне сбоку); разрез и план заготовительного элеватора ДЛ-5500 1939 г.

Минимальная высота расположения надземной галереи над уровнем земли определяется габаритами приближения строений железнодорожного или автомобильного транспорта (в зависимости от того, над какими путями проходит галерея). Галерея для транспортера приемного устройства с водного транспорта может быть железобетонной, металлической или деревянной. В последнем случае при большой длине (свыше 40 *м*) она должна иметь огнестойкие зоны в соответствии с нормами.

Устройства для отгрузки на автомобильный и железнодорожный транспорт могут быть соединены с башней или только самотечными трубами от распределительного устройства (отгрузка на железнодорожный транспорт), или посредством отгрузочного бункера в башне и самотечных труб, или посредством надсилосного транспортера, отгрузочных бункеров в силосном корпусе и самотечных труб от них (отгрузка на автомобильный и железнодорожный транспорт).

Устройство для отгрузки на водный транспорт, как уже говорилось, соединяется с башней чаще всего посредством отгрузочной емкости, расположенной в башне, и наземного или надземного транспортера. Эти

транспортеры могут размещаться внутри башни, примыкать к ней сбоку или же начинаться на некотором расстоянии от нее (наземный транспортер), оставляя место для проезда. Иногда транспортер для отпуска на водный транспорт устанавливают в одной галерее с транспортером для приема с того же транспорта. Галерея для транспортера, подающего зерно на водный транспорт, может быть построена из тех же материалов, что и для приемного транспортера.

Связь башни с предприятием (мельницей, крупозаводом) и зерносушилкой была уже подробно описана.

Силосный корпус соединяется с башней надсилосными и подсилосными транспортерами и самотечными трубами. Надсилосный транспортер принимает поднятое нориями и взвешенное зерно и распределяет его по силосам. Подсилосный транспортер разгружает силосы и передает зерно в башмаки норий. Требование о взаимозаменяемости норий и здесь остается в силе: необходимо, чтобы каждый надсилосный и подсилосный транспортер был соединен с двумя нориями. Связь эта в равной мере может быть обеспечена независимо от того, составляет ли силосный корпус одно целое сооружение с башней или находится на некотором расстоянии от нее. Вопрос о разрыве между силосным корпусом и башней решается главным образом на основе строительных соображений. Разрыв бывает от 3 до 15 *м*.

Чаще всего силосный корпус располагают по одну сторону рабочей башни с разрывом или вплотную. Такие элеваторы называют о д н о к р ы л ы м и (рис. 205).

Элеваторы, у которых силосный корпус состоит из двух частей, расположенных с разрывами или без разрывов по обе стороны рабочей башни, называют д в у к р ы л ы м и (рис. 206).

Достоинства двукрылого элеватора заключаются в следующем:

— удобная организация строительных работ, так как вместо одного создаются два фронта по сооружению силосов;

— получается более гибкая схема передачи зерна, так как число надсилосных и подсилосных транспортеров получается вдвое бóльшим, чем у однокрылого элеватора;

— уменьшается длина надсилосных и подсилосных транспортеров, что при эксплуатации может дать экономию в потреблении энергии;

— огнестойкая башня двукрылого элеватора играет роль брандмауера при деревянных силосных корпусах.

Недостатки двукрылого элеватора:

— число электродвигателей для надсилосных и подсилосных транспортеров увеличивается вдвое, установочная мощность возрастает и ухудшается коэффициент мощности;

— в связи с увеличением числа транспортеров и электродвигателей усложняется их обслуживание;

— значительно ухудшаются условия освещения помещений в башне, так как с двух сторон к ней примыкают силосные корпуса.

При наличии разрыва между силосным корпусом и башней для ввода в последнюю надсилосных и подсилосных транспортеров вверху и внизу силосного корпуса устраивают металлические или железобетонные соединительные галереи.

7. САМОТЕЧНЫЙ И ТРАНСПОРТЕРНЫЙ ЭЛЕВАТОРЫ

По виду транспортного оборудования элеваторы делятся на самотечные и транспортерные.

К с а м о т е ч н ы м относятся такие элеваторы, в которых перемещение зерна по всем основным направлениям (внутри элеватора) производится при помощи норий и самотечных труб (рис. 207). Т р а н с п о р т е р н ы м и называются элеваторы, в которых для тех же целей кроме

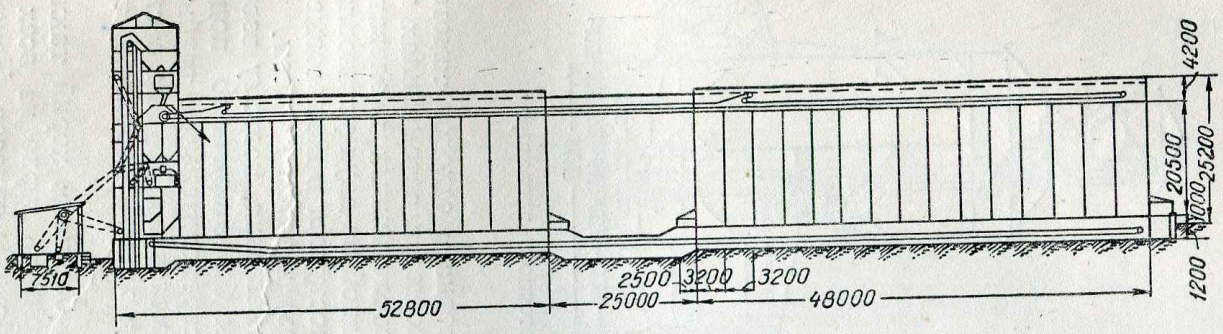


Рис. 205. Схематический чертеж однокрылого транспортерного элеватора

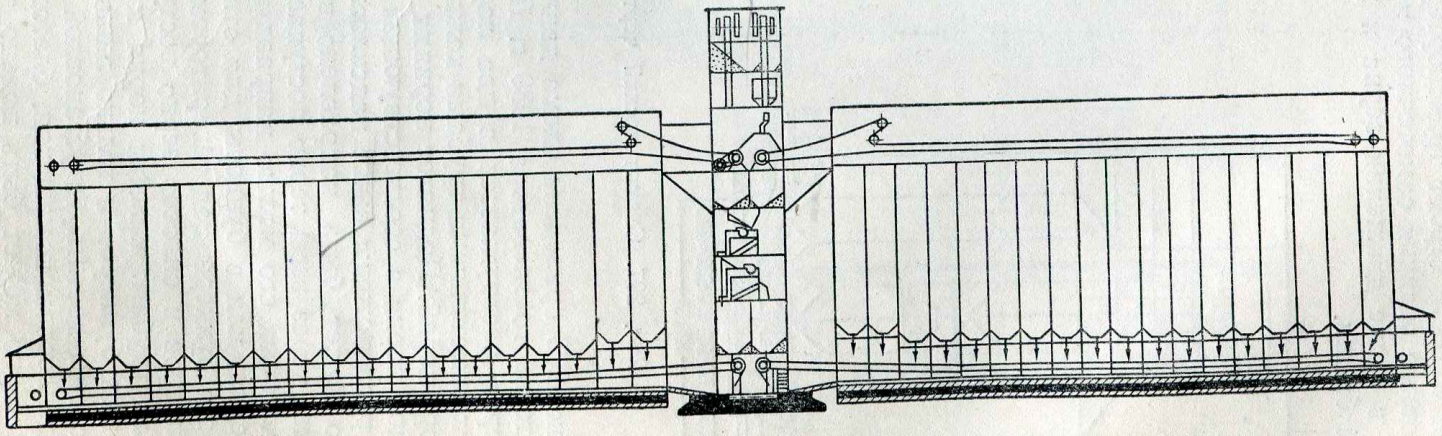


Рис. 206. Схематический чертеж двукрылого транспортерного элеватора

норий и самотечных труб применяют еще и транспортеры (см. рис. 205, 206).

Вследствие трудности обеспечить подачу зерна самотечными трубами от норий в удаленные силосы и от этих же силосов в нории при малом количестве последних самотечные элеваторы строят небольшой емкости. Обычно емкость таких элеваторов не превышает 2500 *т*. Элеваторы большей емкости строят транспортерного типа.

Основные отличия самотечного и транспортерного элеваторов заключаются в схеме движения зерна и расположении силосов относительно рабочей башни.

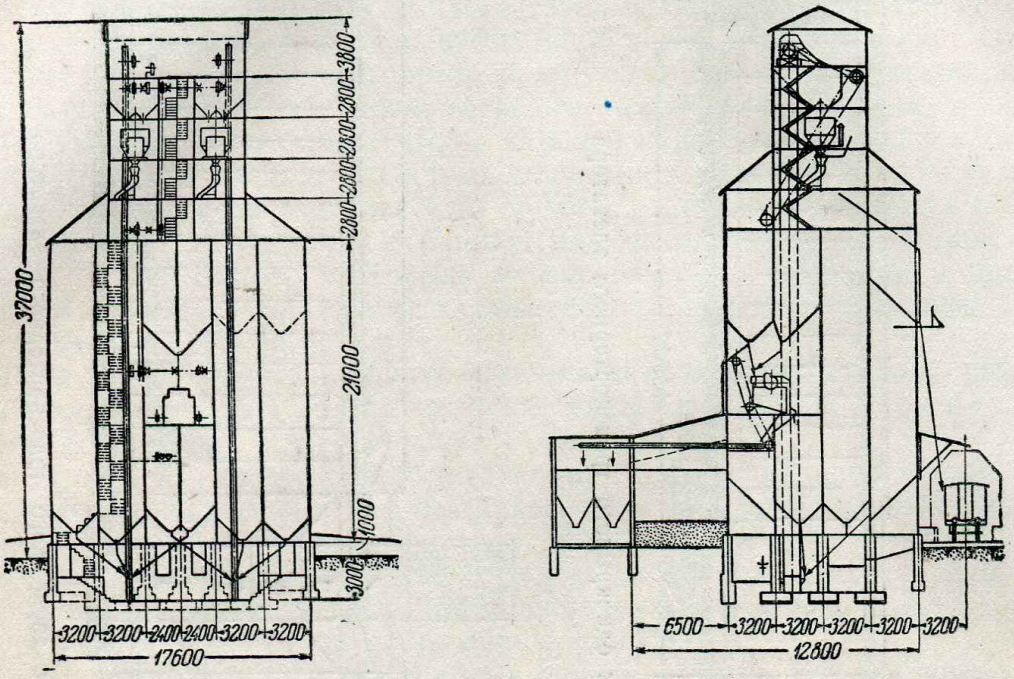


Рис. 207. Схематический чертеж самотечного элеватора

На рис. 208 приведена схема движения зерна и отходов самотечного заготовительного элеватора 1939 г. Поступающее в автомобилях и подводах зерно разгружается в два ларя, расположенных в элеваторе и связанных самотечными трубами каждый с одной из двух установленных в элеваторе норий. Поднятое нориями зерно поступает в надвесовые лари (от каждой нории в соответствующий ей ларь) и затем на весы.

Весы расположены выше надсилосного помещения, поэтому взвешенное зерно может быть направлено в силосы без вторичного подъема. Прошедшее через весы зерно поступает в распределительные трубы, при помощи которых его можно направить по самотечным трубам в силосы для хранения, или в бункеры для отпуска на железнодорожный транспорт, либо в бункеры над сепаратором.

Из бункеров и силосов зерно поступает в башмаки норий также по самотечным трубам: каждая нория может принять зерно из всех подсепараторных бункеров и только лишь из половины силосов. Некоторая гибкость схемы достигнута установкой короткого реверсивного транспортера в подсилосном помещении, благодаря которому из каждого приемного ларя зерно может быть подано в любую норию и, следовательно, в любой бункер или силос. Однако установкой этого транспортера на добавочных направлениях движения зерна принцип самотечности в рассматриваемом элеваторе не нарушен.

Этому принципу подчинено также расположение силосов в плане — вокруг широко расставленных норий, вследствие чего связь последних с силосами осуществляется удобнее.

На рис. 209 приведена схема движения зерна и отходов транспортерного заготовительного элеватора 1939 г.

В отличие от предыдущего элеватора здесь поступившее с автомобильного транспорта в приемный амбар зерно перемещается к нориям транспортером. Имеется возможность подавать зерно с этого транспортера попеременно на каждую из двух установленных в башне элеватора

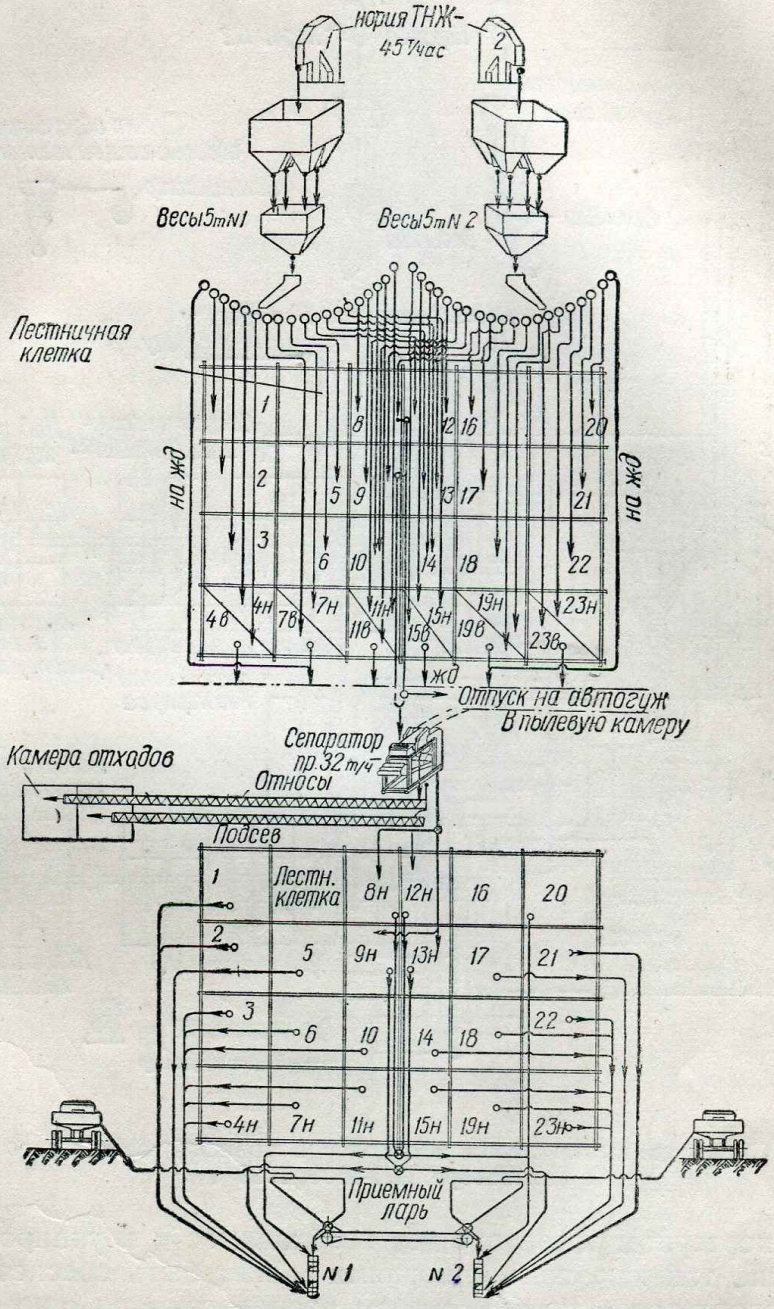


Рис. 208. Схема движения зерна и отходов в самотечном заготовительном элеваторе ДЛ-2500 1939 г.

норий. Поднятое нориями и взвешенное зерно может быть направлено посредством поворотных патрубков и самотечных труб по следующим направлениям: в бункеры над зерноочистительными машинами, в вагон (от нории № 2), в первый ряд силосов, или надсилосным транспортером попеременно: в бункеры для влажного зерна, в бункеры для отгрузки на железнодорожный транспорт, в бункеры для отгрузки на автомобильный транспорт либо в силосы для хранения. Каждая из норий может подать зерно на оба сепаратора и на надсилосный транспортер, а следовательно, в любой отгрузочный бункер или силос. Подсепаратор-

ные бункеры соединены посредством самотечных труб с нориями таким образом, что зерно, пропущенное через сепаратор, может быть убрано любой норией. Все силосы разгружаются подсилосным транспортером, который соединен с обеими нориями.

Схема транспортерного элеватора отличается значительно большей гибкостью, нежели самотечного.

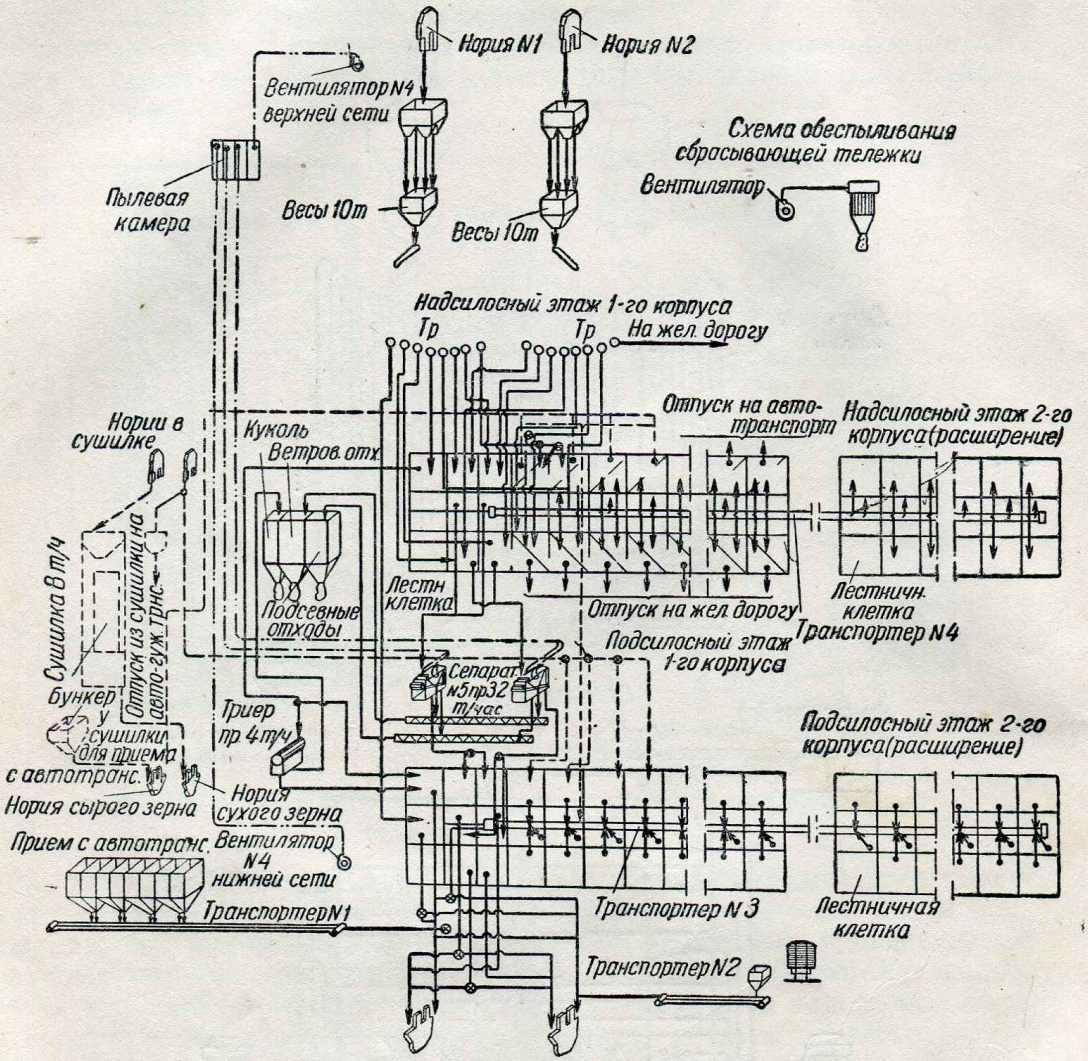


Рис. 209. Схема движения зерна и отходов в транспортерном заготовительном элеваторе ДЛ-5500 1939 г.

В транспортерном элеваторе нет необходимости группировать силосы вокруг норий, так как связь с нориями может быть обеспечена при помощи транспортеров и потому силосы располагают по одну сторону рабочей башни вдоль железнодорожного пути (однокрылый элеватор) или по обе стороны башни (двукрылый элеватор).

ГЛАВА IX

СПЕЦИАЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Выполнение зернохранилищами основной задачи — хранение зерна без потерь — требует применения различных специальных устройств и установок, назначение которых — обеспечить сохранность зерна, его однородность, контроль за качеством и т. п.

Применявшиеся до сих пор на многих зернохранилищах методы контроля качества зерна в силу их недостаточного технического совершенства не обеспечивали повседневного надзора за состоянием больших партий зерна, не давали возможности осуществлять централизацию и автоматизацию процессов хранения.

За годы пятилеток, особенно в годы послевоенной пятилетки, в элеваторно-складском хозяйстве СССР получили распространение более совершенные методы хранения зерна и новые методы контроля его качества.

Широко внедряются активное вентилирование; газация зерновой массы для борьбы с вредителями; дистанционный контроль температуры зерна; механизированный отбор проб и т. д., обеспечивающие сохранность зерна при отсутствии потерь и минимальной затрате средств и рабочей силы.

1. АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА

Активное вентилирование зерна основано на использовании воздухопроницаемости зерновой массы. При нагнетании воздуха в зерновую массу в ней происходит воздухообмен.

При воздухообмене вытесненный воздух межзернового пространства с большей относительной влажностью заменяется воздухом с меньшей относительной влажностью; при этом происходит частичное удаление влаги из зерна. При непрерывной подаче воздуха в межзерновое пространство происходит частичная сушка зерна, снижается его физиологическая активность, ускоряется послеуборочное дозревание зерна, а при низких температурах нагнетаемого воздуха — охлаждение (консервация) зерновой массы.

Таким образом, продувание воздуха через зерновую массу создает условия для сохранности зерна без пропуска его на специальных машинах и установках.

Активное вентилирование зерна известно с давних времен, однако наиболее полное научное обоснование и разработка режимов вентилирования проведены советскими учеными в Ростовском (1936—1942 гг.) и Всесоюзном научно-исследовательских институтах зерна (1930—1949 гг.).

За разработку и внедрение методов активного вентилирования зерна работники ВНИИЗ, Промзернопроекта и Министерства заготовок СССР удостоены в 1952 г. Сталинской премии.

Результаты научных исследований дали возможность сконструировать установки для активного вентилирования зерна, нашедшие широкое применение в элеваторно-складском хозяйстве.

Основными расчетными параметрами, характеризующими процесс активного вентилирования зерна, являются: число обменов воздуха в межзерновом пространстве в течение часа либо суток; сопротивление слоя зерна; скорость движения воздуха, отнесенная ко всему сечению потока (без учета заполнения площади сечения зерном).

Число обменов воздуха межзернового пространства зависит от влажности зерна и параметров атмосферного воздуха в момент вентилирования [1].

Так, по данным Ростовского отделения НИИЗ, для зерновой массы средней сухости необходимо не менее 400 обменов воздуха в сутки; при влажности зерна 16—17% требуется не менее 800 обменов в сутки, а при влажности зерна выше 18% — 1500—2000 обменов в сутки.

Сопротивление, оказываемое зерновым слоем прохождению воздушного потока, зависит от высоты насыпи зерна и скорости движения воздушного потока, культуры и состояния зерна (влажность, крупность) и других факторов и выражается в *кГ/м²* (*мм* вод. ст.).

Сопротивление зерновой насыпи проходящему через нее воздуху может быть определено по формуле, предложенной Дрогалиным (ВНИИЗ):

$$\Delta H = (av + bv^2)\, h, \qquad \text{(IX,1)}$$

где ΔH — сопротивление слоя зерна прохождению воздуха в *кГ/м²*;

h — высота слоя зерна в *м*;

v — скорость движения воздуха, отнесенная ко всему сечению потока в *м/сек*;

a и b — постоянные коэффициенты.

Величина коэффициентов a и b зависит от параметров зерновой массы (культуры зерна, однородности, влажности и т. д.) [2] и находится в пределах:

$$a = 360 \div 420 \text{ и } b = 2300 \div 2500.$$

Скорость движения воздуха в зерне, отнесенная ко всей площади сечения, нормального к направлению потока воздуха, принимается в пределах 0,03÷0,06 *м/сек* и зависит: от конструкции установки для активного вентилирования, которая определяет площадь воздействия воздушного потока на зерно; от числа воздухообменов в межзерновом пространстве.

Выбор основных конструктивных размеров установки для активного вентилирования зерна помимо перечисленных параметров определяется также распределением воздушных потоков в зерновой массе и числом обменов воздуха в различных точках зерновой насыпи.

Проведенные исследования [3] показали, что в различных точках зерновой насыпи давление воздушного потока распределяется неравномерно (рис. 210).

Полученные кривые постоянных давлений в зерновой массе — изобары (см. рис. 210), а также построенные траектории движения воздуха и проведенные замеры скорости движения воздуха показывают, что, чем больше расстояние между каналами, подводящими воздух в зерно, тем менее интенсивно вентилируется зерно, удаленное от каналов. Так, при расстоянии между осями каналов 5,3 *м* число обменов воздуха составило при опытах около 200, при расстоянии 3,92 *м* — свыше 500.

---

[1] Подробно о выборе режимов см. Л. А. Трисвятский. Хранение зерна. Заготиздат, 1951. И. Я. Бахарев. Вентилирование зерна. Заготиздат, 1948.

[2] А. В. Панченко. Вентиляционные установки мельниц и элеваторов. Заготиздат, 1954.

[3] И. Я. Бахарев. Вентилирование зерна. Заготиздат, 1948.

На основании полученных данных определяется оптимальное расстояние между подводящими воздух каналами.

Как видно из рис. 210, оптимальное расстояние между подводящими каналами может быть выбрано равным 2 *м*, при котором получается равномерное распределение давлений, а следовательно, скоростей и числа обменов воздуха межзернового пространства в массе зерна.

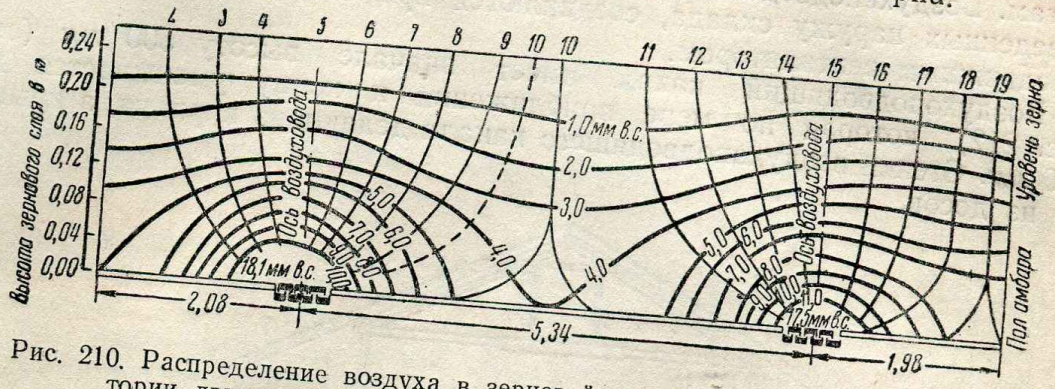


Рис. 210. Распределение воздуха в зерновой насыпи (тонкие линии — траектории движения воздуха, жирные — линии равных давлений)

В настоящее время применяют установки для активного вентилирования зерна — стационарные и передвижные для складов и стационарные для элеваторов.

УСТАНОВКИ ДЛЯ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ЗЕРНА В СКЛАДАХ

Стационарная установка для вентилирования зерна в складах применительно к типовому складу емкостью 2500 *т* (ВНИИЗ) представляет собой систему продольных каналов, объединенных в четыре секции (рис. 211). Размещение каналов по площади склада обеспечивает равномерное вентилирование зерна в складе. Наличие четырех секций, из которых каждая разделена на две части, позволяет, в случае необходимости, производить вентилирование зерна в 1/8 склада.

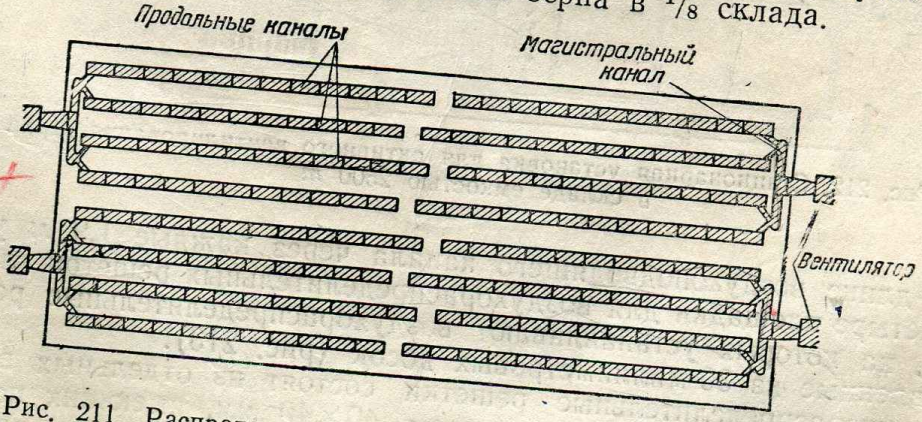


Рис. 211. Распределение воздухоподводящих каналов в типовом складе емкостью 2500 *т*

Каждая из секций обслуживается передвижными вентиляторами, присоединяемыми к отдельным секциям по мере необходимости.

Воздух, нагнетаемый вентилятором, подается через магистральный канал в продольные каналы, расположенные под полом склада. Продольные каналы на уровне пола склада перекрываются деревянной решеткой, конструкция которой обеспечивает свободное поступление воздуха в массу зерна и предупреждает просыпание зерна из склада в канал.

17*

На основании полученных данных определяется оптимальное расстояние между подводящими воздух каналами.

Как видно из рис. 210, оптимальное расстояние между подводящими каналами может быть выбрано равным 2 *м*, при котором получается равномерное распределение давлений, а следовательно, скоростей и числа обменов воздуха межзернового пространства в массе зерна.

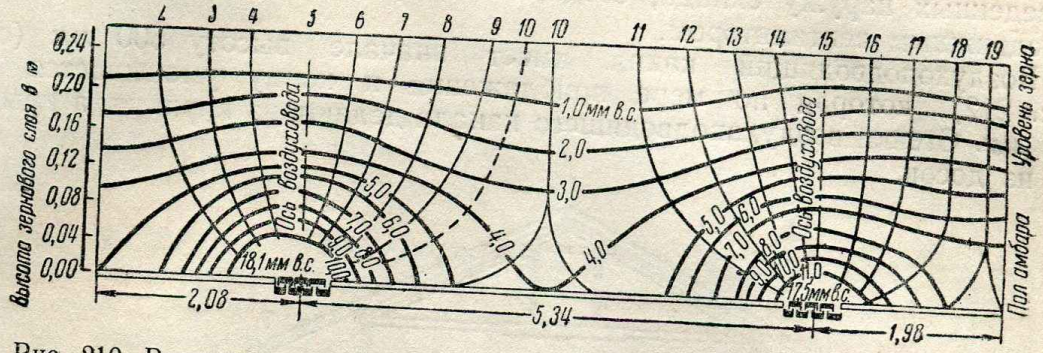


Рис. 210. Распределение воздуха в зерновой насыпи (тонкие линии — траектории движения воздуха, жирные — линии равных давлений)

В настоящее время применяют установки для активного вентилирования зерна — стационарные и передвижные для складов и стационарные для элеваторов.

УСТАНОВКИ ДЛЯ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ЗЕРНА В СКЛАДАХ

Стационарная установка для вентилирования зерна в складах применительно к типовому складу емкостью 2500 *т* (ВНИИЗ) представляет собой систему продольных каналов, объединенных в четыре секции (рис. 211). Размещение каналов по площади склада обеспечивает равномерное вентилирование зерна в складе. Наличие четырех секций, из которых каждая разделена на две части, позволяет, в случае необходимости, производить вентилирование зерна в $^1/_8$ склада.

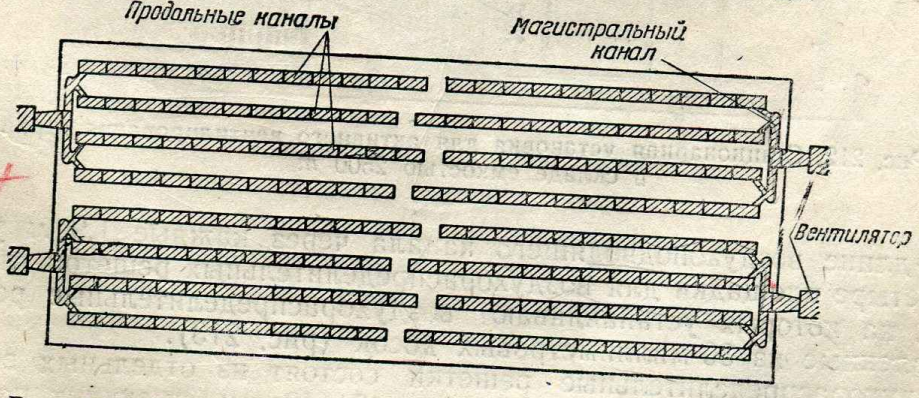


Рис. 211. Распределение воздухоподводящих каналов в типовом складе емкостью 2500 *т*

Каждая из секций обслуживается передвижными вентиляторами, присоединяемыми к отдельным секциям по мере необходимости.

Воздух, нагнетаемый вентилятором, подается через магистральный канал в продольные каналы, расположенные под полом склада. Продольные каналы на уровне пола склада перекрываются деревянной решеткой, конструкция которой обеспечивает свободное поступление воздуха в массу зерна и предупреждает просыпание зерна из склада в канал.

17*

Более совершенной является типовая установка для активного вентилирования зерна, разработанная Промзернопроектом для типового склада емкостью 2500 *т* (рис. 212).

По длине склада уложены шесть поперечных воздухоподводящих каналов, по которым воздух подводится к воздухораспределительным щитам. Воздухоподводящие каналы при помощи двух колен и патрубка, выведенных наружу склада, соединяются при вентилировании зерна с передвижным вентилятором.

Воздухоподводящий канал имеет вначале высоту 500 *мм* (см. рис. 212), которая по мере приближения к концу уменьшается до 150 *мм*. Стенки воздухоподводящего канала делают из кирпича, а крышку из досок.

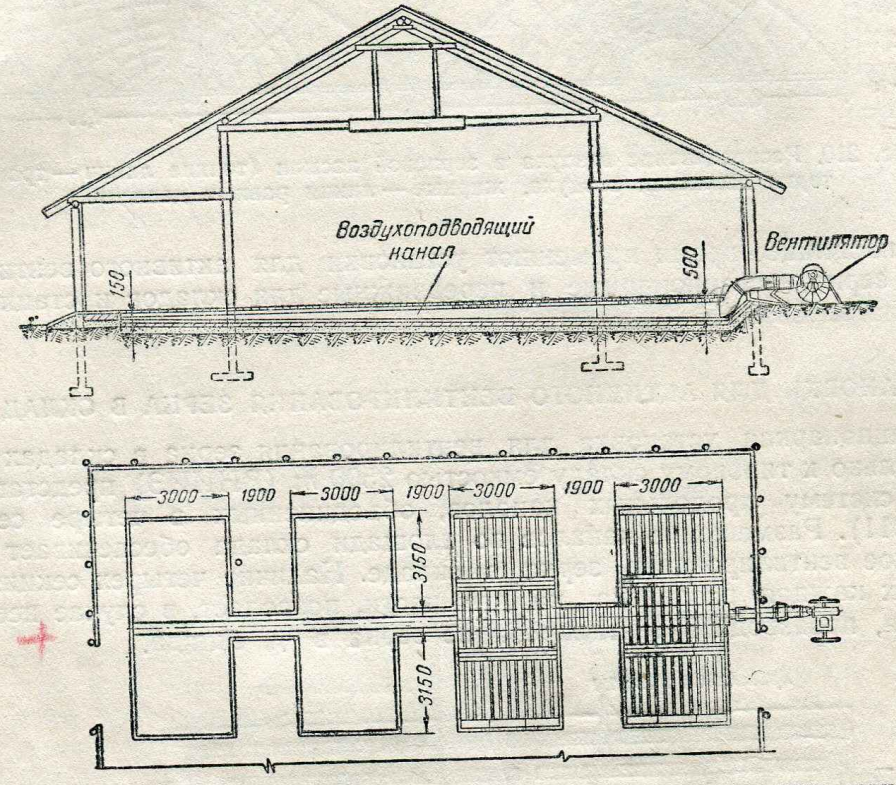


Рис. 212. Стационарная установка для активного вентилирования зерна в складе емкостью 2500 *т*

По длине воздухоподводящего канала через каждые 1,9 *м* устраивают четыре площадки для воздухораспределительных решеток глубиной 70 *мм*, на которых устанавливают воздухораспределительные решетки, изготовленные из 30-миллиметровых досок (рис. 213).

Воздухораспределительные решетки состоят из отдельных воздухораспределительных каналов размером 40×40 *мм*, имеющих по длине отверстия для подачи воздуха в зерно; канал перекрывается рейкой.

Для подачи воздуха применяют передвижной вентилятор № 4 с колесом типа ЦАГИ, насаженным на вал электродвигателя. Для северных районов, где требуется обеспечить при вентилировании зерна не менее 1300—1500 воздухообменов в сутки, устанавливают электродвигатель мощностью 5 *квт* с числом оборотов 1450 в минуту. Для южных районов электродвигатель устанавливают мощностью не менее 1,5 *квт* с числом оборотов 960 в минуту, обеспечивающий 800—1200 воздухообменов в сутки.

Рассмотренная конструкция установки для активного вентилирования применяется только для складов без подполья (склады на лагах, с кир-

пичными или асфальтовыми полами). Для складов, имеющих подполье, либо для площадок более рационально использовать переносную напольную установку (рис. 214) конструкции Бахарева, Павлова и др. (ВНИИЗ).

Переносная установка для вентилирования зерна (см. рис. 214) состоит из воздухораспределительной решетки, воздухоподводящего трубопровода, диффузора и вентилятора, установленного на тележке.

Отдельные элементы установки соединяются с вентилятором при помощи гибкого рукава из прорезиненной ткани.

Воздухораспределительные решетки размером 1,9×1,3 *м* изготовляют из брусков и досок.

Для создания воздухораспределительной системы применяют фанеру или листовую сталь (рис. 215 и 216).

Для вентилирования зерна воздухораспределительные решетки укладывают на полу зернохранилища либо на площадке с интервалами между ними 1,9 *м* и засыпают зерном.

К диффузорам решеток присоединяют передвижной вентилятор, который нагнетает воздух в зерно и вентилирует его в течение заданного времени.

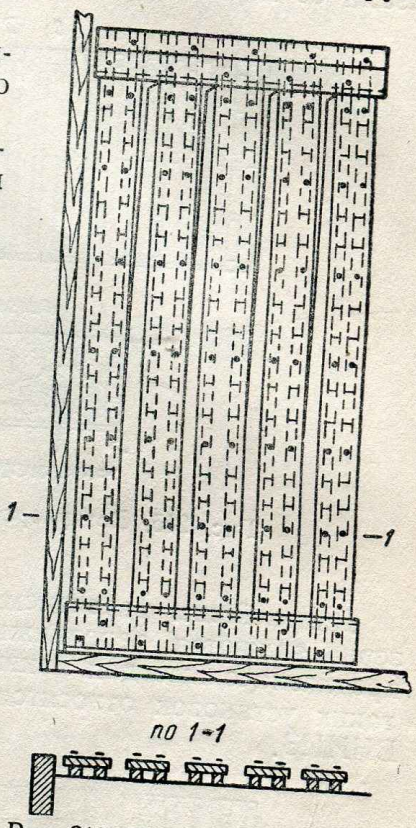


Рис. 213. Конструкция воздухораспределительных решеток

Предложенная конструкция переносной установки для активного вентилирования зерна нашла применение в практике работы заготовительных пунктов. Однако эта конструкция имеет ряд существенных недостатков, к числу которых относятся: неравномерное распределение воздуха по площади вентилируемой партии зерна; сложная конструкция воздухоподводящих каналов приводит к увеличению сопротивления системы движению воздуха, и решетки в силу значительного веса и непрочности конструкции мало удобны при монтаже; уложенные на полу склада решетки препятствуют применению в складах передвижных механизмов и т. д.

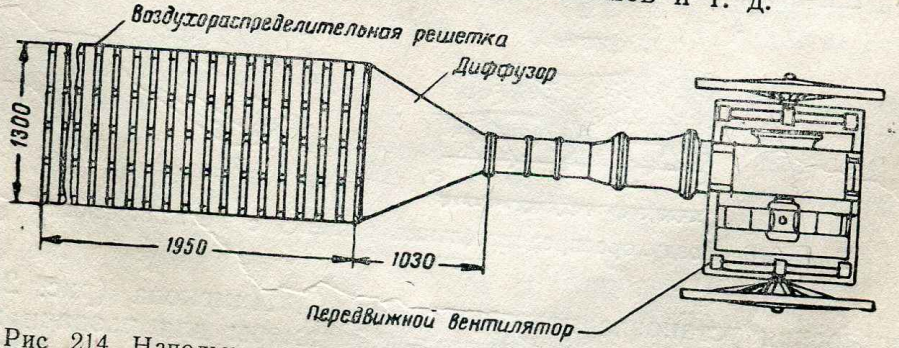


Рис. 214. Напольно-переносная установка для вентилирования зерна

Указанные недостатки потребовали разработки новой конструкции установки. В результате работы, проведенной для изыскания новых типов переносных установок, ВНИИЗ предложил конструкцию металлической напольно-переносной установки (рис. 217).

Эта установка состоит из разборного магистрального и двенадцати раздаточных каналов. В раздаточных каналах имеются отверстия в виде

жалюзи для подачи воздуха в вентилируемую партию зерна. Предложенная конструкция установки обеспечивает более равномерное распределение воздуха по зерновой насыпи (рис. 218), что выгодно отличает ее от ранее применявшихся установок аналогичного типа.

Проверка работы металлической напольно-переносной установки показала ее хорошие технологические качества.

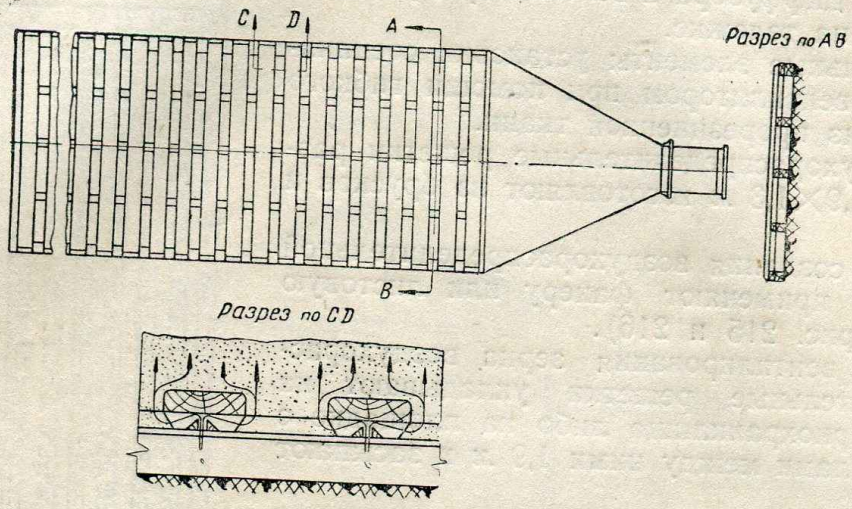


Рис. 215. Воздухораспределительная решетка с деревянными лотками

Дальнейшим развитием установок для активного вентилирования зерна являются передвижные установки с верхней раздачей воздуха, предназначенные для ликвидации гнездового согревания зерна. К числу таких установок относятся установки конструкции П. С. Пименова и ВНИИЗ.

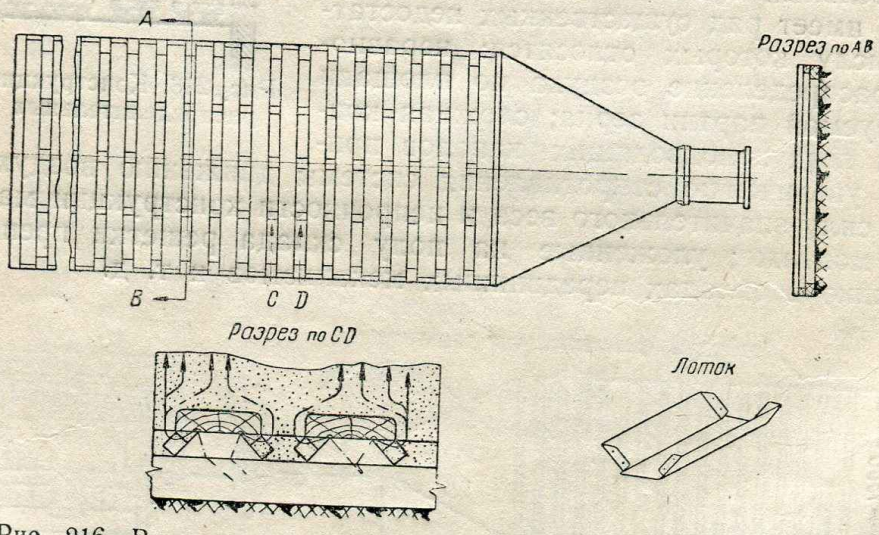


Рис. 216. Воздухораспределительная решетка с металлическими лотками

Переносная установка конструкции П. С. Пименова (рис. 219) состоит из вентилятора, распределительной камеры для раздачи воздуха на девять металлических труб длиной 3 *м* с дополнительным наконечником в 1 *м* и девяти гибких гофрированных труб для подвода воздуха от распределительной камеры к трубам.

Вентилятор с распределительной камерой и моторами смонтирован на специальной тележке, позволяющей без особого труда подать установку к любому месту в складе. Погружение труб в зерновую насыпь (и их выемка) производятся вручную путем ввинчивания при помощи винтовой спирали, приваренной в нижней части трубы.

Подача воздуха в зерновую насыпь производится через отверстия, расположенные в нижней части трубы. Для предохранения отверстий от забивания зерном нижняя часть трубы сверху покрыта металлической сеткой.

Передвижные установки с верхней раздачей воздуха конструкции Пименова нашли широкое применение. Однако они обладают рядом недостатков, снижающих их эффективность. К числу этих недостатков относятся:

а) неравномерность раздачи воздуха в силу конструктивного несовершенства распределительной камеры и, как следствие этого, неодинаковый эффект вентилирования зерна в различных точках;

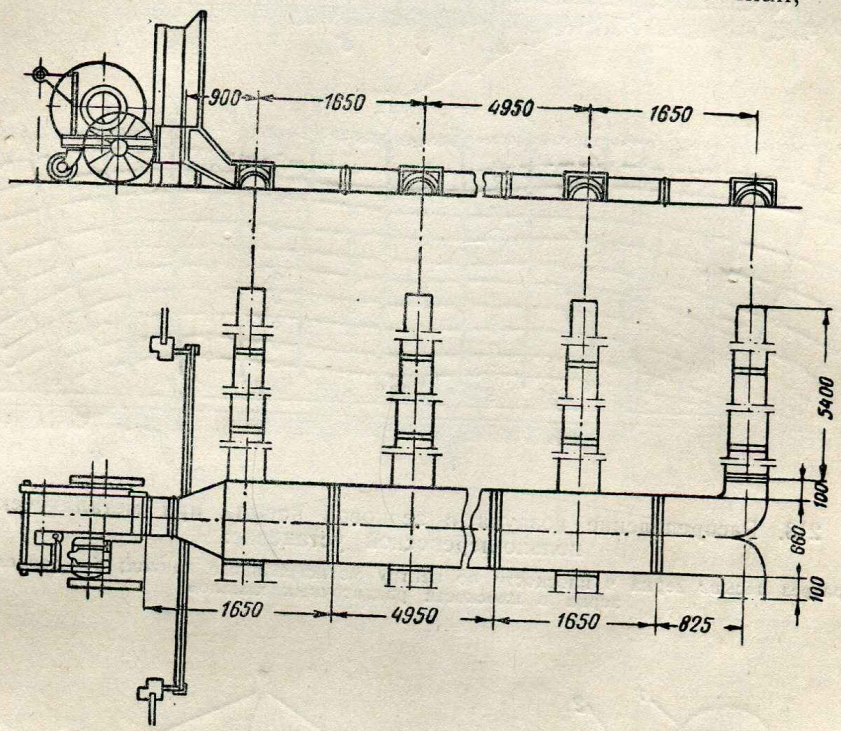


Рис. 217. Металлическая напольно-переносная установка

б) малый диаметр труб (56 *мм*), следствием чего является большое сопротивление воздушному потоку, нагнетаемому в зерновую насыпь;

в) значительная затрата труда на ручное погружение и извлечение труб из зерновой насыпи.

Перечисленные недостатки в значительной степени ликвидированы в однотрубной и многотрубной установках, разработанных ВНИИЗ.

Однотрубная переносная установка конструкции ВНИИЗ состоит (рис. 220) из стальной трубы диаметром 102 *мм*, разделенной на два участка длиной 2150 и 1500 *мм*, в нижнем конце трубы имеются отверстия для подачи воздуха в зерновую насыпь; электровентилятора, обеспечивающего подачу 550 *м³/час* воздуха при напоре 160 *мм* вод. ст.; электродвигателя мощностью 0,6 *квт* при числе оборотов 2860 в минуту; вибромолота для погружения труб в зерновую массу; переходной муфты для присоединения к трубам электровентилятора; трех панелей для подключения проводов, снабженных кнопочными пускателями и штепсельными розетками.

В комплект переносной однотрубной установки входят семь электровентиляторов, семь составных труб, одна панель, семь переходных втулок и соответствующее количество шлангового провода для подачи электроэнергии, один вибромолот для погружения и изъятия труб из зерновой насыпи.

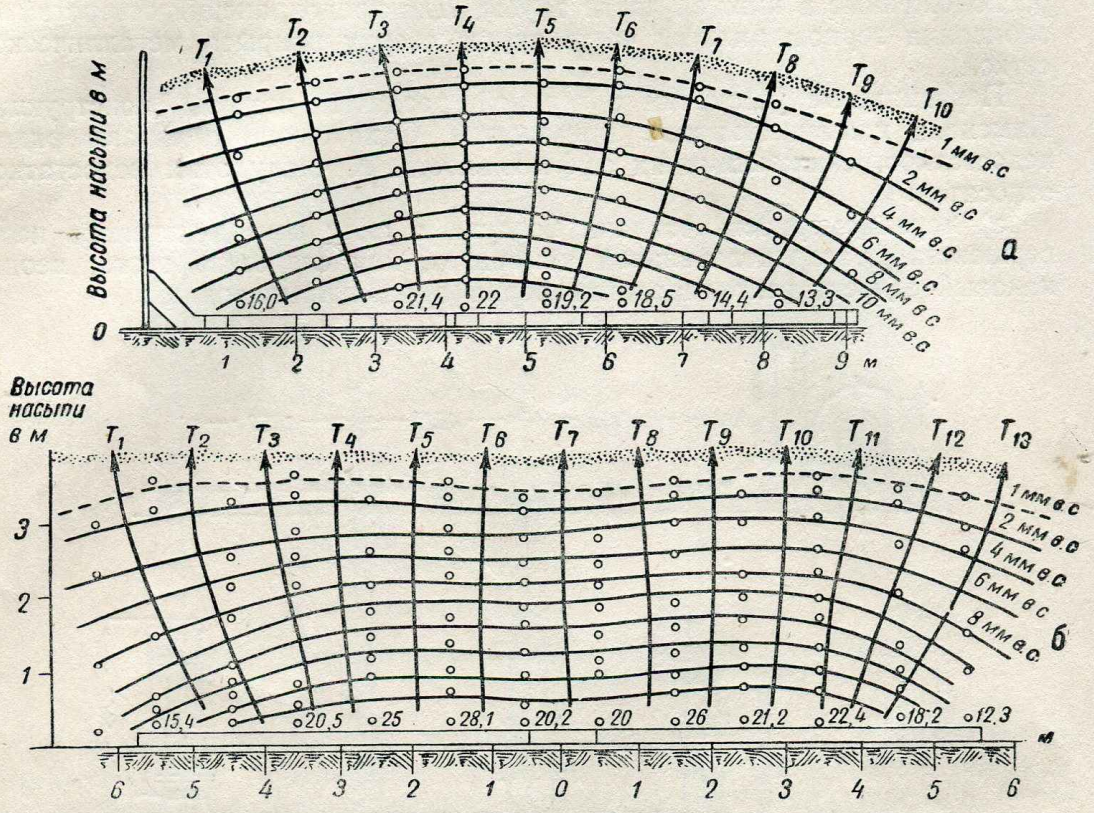


Рис. 218. Распределение воздуха в зерновой насыпи при металлической напольно-переносной установке:

а — разрез насыпи зерна в плоскости по центру магистрального канала; *б* — разрез насыпи зерна в плоскости раздаточных каналов

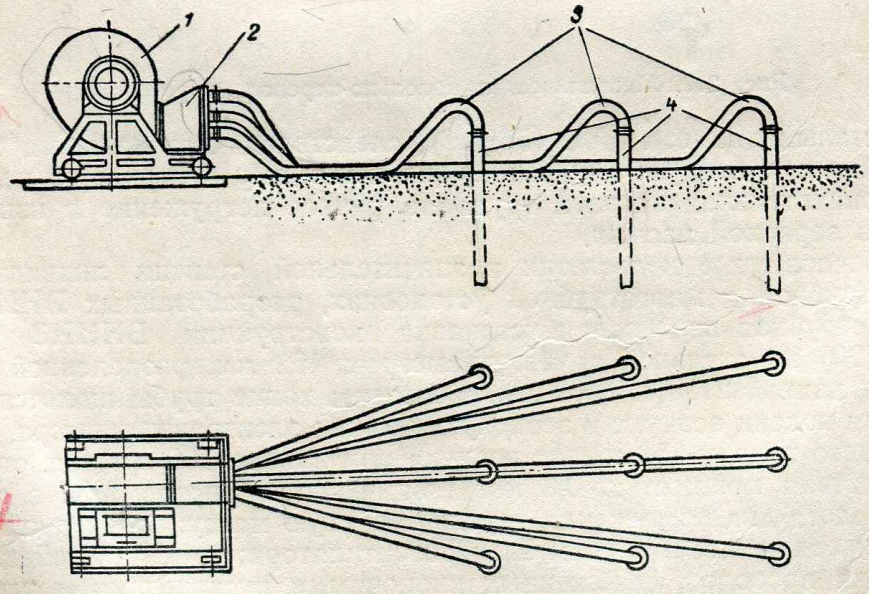


Рис. 219. Переносная установка с верхней раздачей воздуха (конструкции Пименова):

1—вентилятор; *2*—распределительная камера; *3*—гибкие трубы; *4*—воздухораспределительные трубы

Испытания, проведенные в производственных условиях, дали возможность установить основные параметры и технологический эффект работы однотрубной передвижной установки:

— установка позволяет получать до 2000 обменов воздуха в сутки;

— оптимальная площадь зерновой насыпи, обслуживаемая одним агрегатом,— 7 *м*², или 20 *т* зерна;

— в осенний период возможно снижать температуру зерновой массы за 1 час на расстоянии 0,5 *м* вокруг трубы на 1 градус/час; на расстоянии 1 *м* — на 0,8 градус/час, на расстоянии 1,5 *м* — на 0,6 градус/час;

— влажность зерна при работе установки в течение 25 час. снижается у ржи на 0,65%, у пшеницы и ячменя — на 0,4%.

Хорошие показатели, полученные при работе однотрубной установки, послужили основанием для создания более высокопроизводительной двенадцатитрубной передвижной установки (рис. 221), состоящей из электровентилятора высокого давления ($Q=6000$ *м³/час*, $H=360$ *мм* вод. ст., $n=2935$ об/мин., $N=10$ *квт*), установленного на салазках; коллектора, присоединенного к выхлопному отверстию вентилятора, имеющего двенадцать патрубков из легкой прорезиненной ткани для крепления к коллектору гибких рукавов, двенадцать стальных труб длиной 3,5 *м*, состоящих из двух звеньев. В комплект установки входит вибромолот для забивки и извлечения стальных труб из зерна.

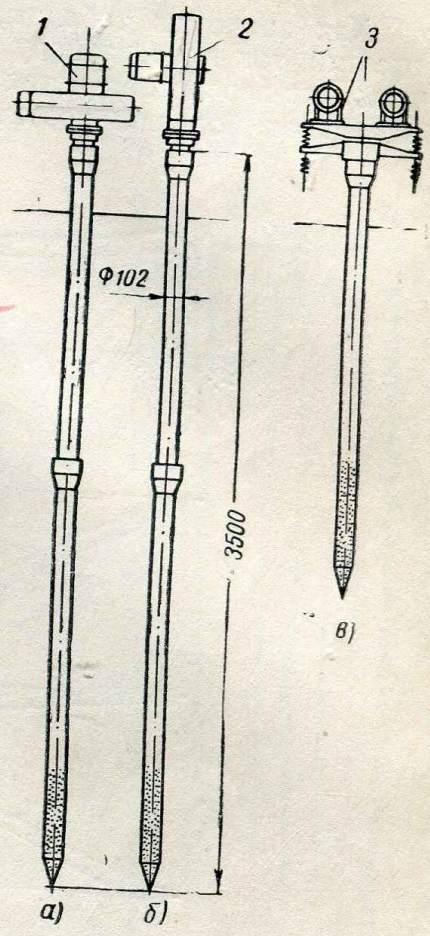


Рис. 220. Однотрубная установка для вентилирования зерна:

а — работающая на всасывание; *б* — работающая на нагнетание; *в* — труба с установленным вибромолотом для погружения либо изъятия ее из зерновой насыпи.

1—электродвигатель; *2*—вентилятор; *3*—вибромолот.

Технологические показатели описанных передвижных установок, применяемых для активного вентилирования зерна, приведены в табл. 43.

Таблица 43

Технические показатели передвижных установок (по данным ВНИИЗ)

Типы установок	Массив зерна, обслуживаемый одной установкой			Количество обменов воздуха в сутки	Напор в *мм* вод. ст.	Удельный расход энергии в *квт·час* на 1 *т-градус*
	площадь в *м²*	высота в *м*	объем в *м³*			
Напольно-переносная установка (см. рис. 214) . . .	48	3,5	168	1700	100	0,026
Напольно-переносная установка (см. рис. 217)	125	3,5	438	1100	150	0,022
Передвижная установка конструкции Пименова (см. рис. 219)	36	3,5	126	1200	353	0,074
Однотрубная переносная установка ВНИИЗ (см. рис. 220)	7	3,5	25	1200	160	0,039
Двенадцатитрубная переносная установка ВНИИЗ (см. рис. 221)	96	3,5	336	1000	300	0,052

Как видно из таблицы, наиболее эффективными как по расходу энергии, так и по размеру обслуживаемого зернового массива являются напольно-переносная металлическая установка конструкции ВНИИЗ, обладающая большой портативностью, и двенадцатитрубная переносная

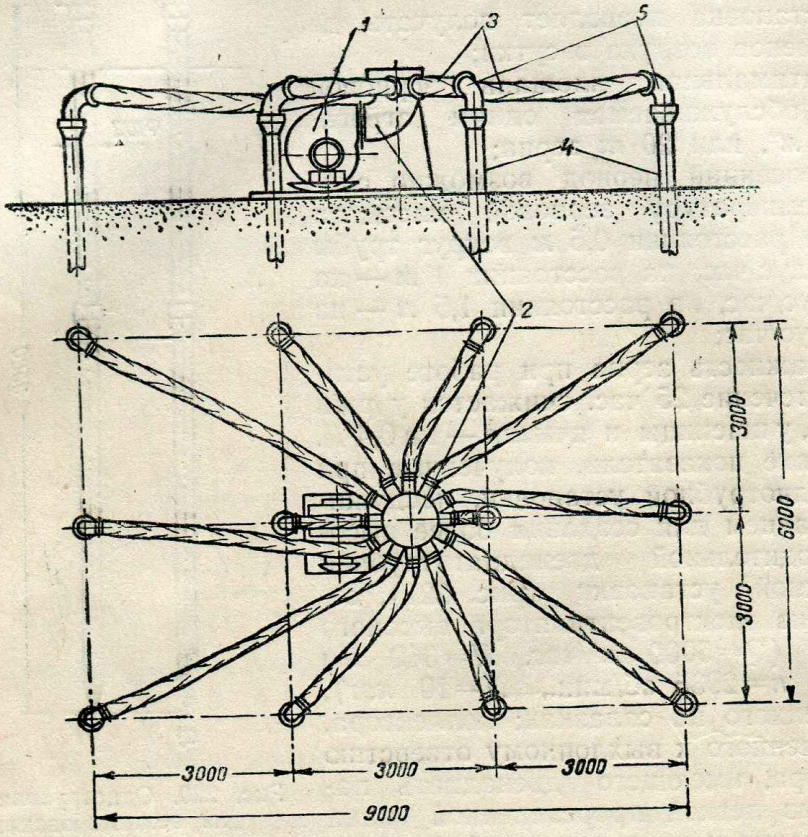


Рис. 221. Двенадцатитрубная переносная установка для вентилирования зерна.

1—вентилятор; *2*—коллектор; *3*—гибкие рукава; *4*—воздухораспределительные трубы; *5*—колено

установка с верхней раздачей воздуха (ВНИИЗ), снабженная вибромолотом, полностью механизирующим ввод и выемку труб из зерновой насыпи.

УСТАНОВКА ДЛЯ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ЗЕРНА В СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРА

Для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов существуют два типа установок: с поперечным (рис. 222,*а*) и продольным (см. рис. 222,*б*) продуванием зерна.

Наибольшее распространение получили установки с продольным продуванием зерна, в которых воздух из вентиляторов поступает в воздухораспределительную решетку, расположенную под зерном, равномерно распределяется по зерновой насыпи и, пройдя через нее, выводится из силоса в атмосферу.

Примером такого типа может служить установка для активного вентилирования зерна в силосах, имеющих квадратное сечение (рис. 223).

На днищах силосов (см. рис. 223) укладывают воздухораспределительные короба, к которым по воздухопроводам подводится воздух от передвижного вентилятора. Нагнетаемый воздух после прохождения через зерно выводится из силоса при помощи отводящих воздухопроводов. Присоединение вентилятора к подводящему воздухопроводу производится при помощи специального замка, обеспечивающего герметичность соединения.

Воздухораспределительные короба (рис. 224) изготовляют из листовой стали толщиной 2 *мм*. По своей конструкции короб представляет двусторонние жалюзи, открытые с боков короба. Жалюзи образуются путем приварки ребер к верхнему и нижнему листам короба. Расположение ребер предохраняет от попадания зерна в подводящий воздуховод.

Размещение воздухораспределительных коробов в силосе обеспечивает равномерное распределение воздуха по площади последнего, почти полностью устраняет зоны, в которых зерно не подвергается воздействию воздуха.

Для обслуживания системы вентилирования зерна в силосах необходимо наличие двух передвижных воздуходувных агрегатов, состоящих из вентилятора высокого давления № 1 и взрывобезопасного электродвигателя мощностью 8 *квт* с числом оборотов $n=3000$ в минуту, установленных на тележке.

На рис. 225 приведена конструкция установки для активного вентилирования зерна в круглых силосах.

На раме из двутавровых балок № 20, уложенной на днище силоса, укрепляют конус из 4-миллиметровой листовой стали. Под конус к центру рамы подводится воздухопровод, подающий воздух в короб. Конструкция воздухопровода и его крепление к воздухораспределительному коробу полностью устраняют возможность попадания зерна в воздухопровод. Конец воздухопровода выходит в подсилосный этаж элеватора, где к нему присоединяют передвижной вентилятор.

Опыт эксплуатации установок для активного вентилирования зерна в силосах с продольным движением воздуха показал, что при вентилировании влажного зерна происходит перераспределение влаги в зерне по высоте силоса, что влечет за собой увлажнение верхних слоев и создает чрезвычайно неблагоприятные условия для их хранения.

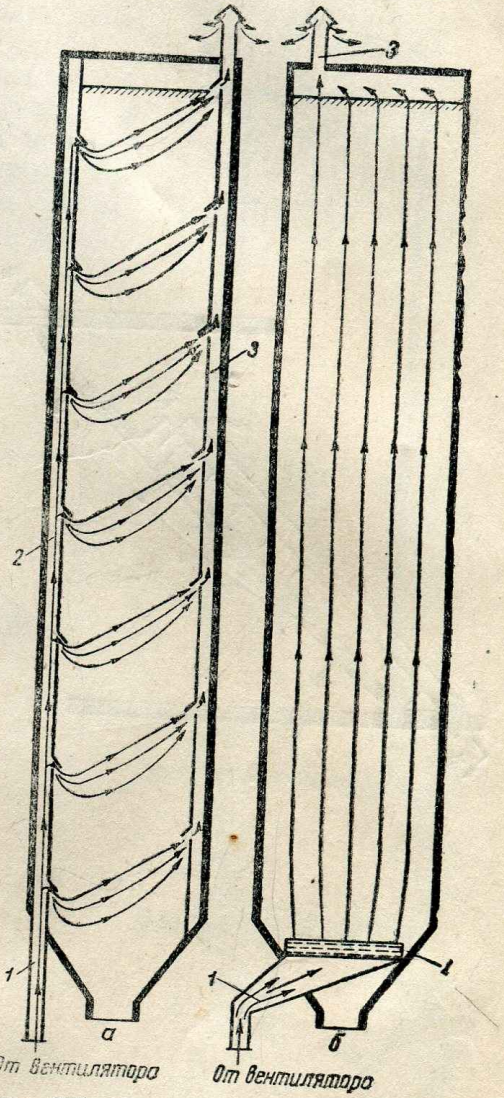


Рис. 222. Типы установок для активного вентилирования зерна в силосах:

а — поперечное продувание; *б* — продольное продувание.
1—подводящий воздухопровод; *2*—распределительный воздухопровод; *3*—выводящий воздухопровод

Кроме указанного недостатка установки с продольным движением воздуха требуют значительного расхода энергии на продувание зерна в силу большого сопротивления зернового слоя и, как следствие этого, повышенного расхода воздуха, связанного с утечкой его через неплотности как в воздухоотводящей системе, так и в стенках и днищах силосов.

Отмеченные недостатки устранены в предложенной инж. Павловым и разработанной Промзернопроектом установке для активного вентилирования зерна в силосах (рис. 226). Эта конструкция уменьшает протяженность продуваемого слоя зерна путем установки трех ярусов воздухораспределительных коробов, смонтированных на стенке силоса.

Конструкция воздухораспределительного короба создает большую площадь входа воздуха в зерновую насыпь и в силу этого должна обеспечить равномерное распределение воздуха по всему сечению силоса.

Воздух к воздухораспределительным коробам подается при помощи металлических воздухопроводов, смонтированных на наружной стенке силоса, нижние концы которых выходят в подсилосное помещение, где к ним подключают вентилятор или выхлопной трубопровод.

При вентилировании зерна в нижнем ярусе воздух, пройдя зерновую насыпь, поступает в воздухораспределительный короб второй зоны и по подводящей трубе выходит в подсилосное помещение, откуда при помощи выхлопной трубы, подключаемой к нижнему концу воздухопровода второй зоны, выводится наружу.

Возможность продувания зерна по зонам в связи с уменьшением высоты зерновой насыпи значительно снижает расход энергии, устраняет возможность увлажнения верхних слоев зерна, создает условия для ликвидации гнездового согревания в силосах при меньшей затрате энергии.

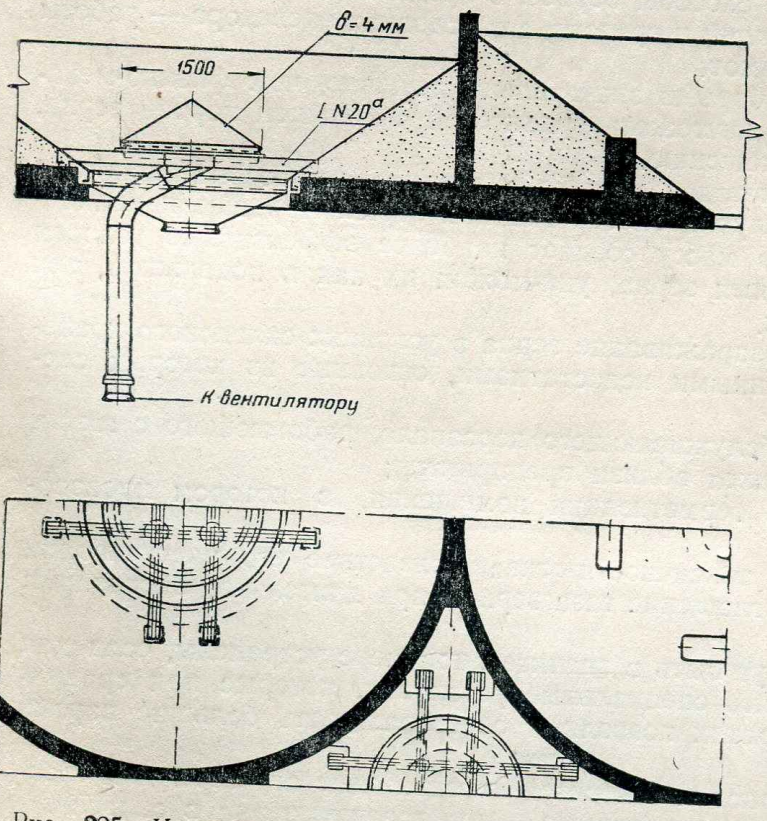


Рис. 225. Установка для активного вентилирования зерна в круглых силосах

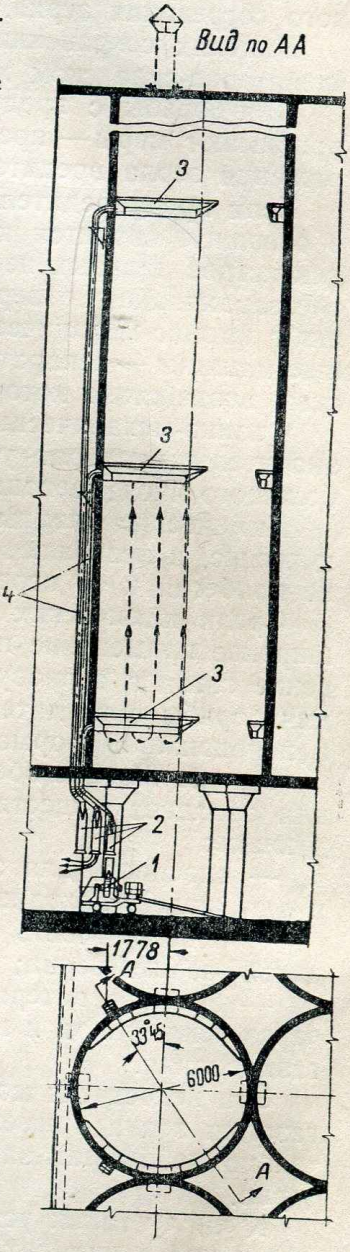


Рис. 226. Многоярусная установка для активного вентилирования зерна в силосах:

1—вентилятор; *2*—внутренние подводящие трубопроводы; *3*—воздухораспределительный короб; *4*—наружные трубопроводы

Перечисленные преимущества описанной установки позволяют сделать вывод о возможности широкого применения ее в практике элеваторно-складского хозяйства.

2. ГАЗАЦИЯ ЗЕРНА

Зерно и продукты его переработки во время хранения могут повреждаться вредителями зерна. Вредители уничтожают часть зерна, загрязняют его, ухудшают пищевые качества, снижают всхожесть семенного материала, иногда повышают влажность, создают условия для гнездового согревания зерна.

В целях сохранения зерна вопросу борьбы с вредителями зерна в элеваторно-складском хозяйстве уделяется серьезное внимание.

Для борьбы с вредителями зерна в элеваторно-складском хозяйстве принимают меры — предупредительные, имеющие цель не допустить заражения зерна вредителями, и истребительные.

Если предупредительные меры не требуют специальных установок и в основном сводятся к проведению профилактических мероприятий, то для истребительных необходимы специальное оборудование и установки, обеззараживающие зерно от вредителей. Для обеззараживания применяют физико-механические меры, используя для этого зерноочистительные машины — сепараторы или зерносушилки, а также химические вещества, воздействие которых уничтожает вредителей.

Физико-механические способы борьбы с вредителями обычно требуют значительных затрат усилий и средств, а в условиях элеватора — работы большого числа механизмов.

Химические методы борьбы значительно дешевле, чем физико-механические, и позволяют уничтожать вредителей в большой партии зерна, не прибегая к ее перемещению.

Среди химических методов борьбы с вредителями зерна наиболее широкое применение получил способ газации зерна. Хорошее проникновение газов в зерновую массу создает наиболее эффективные условия для борьбы с вредителями зерна, уничтожая их как в подвижной, так и неподвижной формах.

Однако газовое обеззараживание зерна в условиях складского хранения обладает существенными недостатками, основные из которых следующие:

— опасность для обслуживающего персонала, работающего с газом, и для людей, находящихся вблизи предприятия;

— необходимость в герметизации помещения, в котором производится газация зерна;

— быстрая потеря токсичности газа вследствие его улетучивания через неплотности и поглощение газа зерном при длительной экспозиции газирования.

Эти недостатки могут быть в значительной мере устранены, если для газации зерна применять специальные установки, которые при сравнительно небольших затратах позволяют обеззараживать большие партии зерна.

К числу таких установок относятся передвижные агрегаты для газации зерна в складах и стационарные — для газации зерна в силосах.

Примером передвижной установки для газации зерна является аппарат конструкции П. С. Солодовника, С. Е. Преображенского и В. П. Штейна, нагнетающий в межзерновое пространство газовоздушную смесь, приготовляемую в испарительной камере.

Передвижная установка для газации зерна в складе состоит из следующих основных частей (рис. 227): вентилятора № 3 высокого давления, испарительной камеры с распылительным устройством и компрессором, бачков для жидких отравляющих веществ, электродвигателя. Все оборудование смонтировано на автоприцепе марки 2 АП-1,5. Для ввода в зерновую массу газовоздушной смеси установка снабжена тремя гибкими рукавами, соединяющими коллекторы и испарительную камеру. От коллекторов при помощи гибких рукавов газовоздушная смесь по-

дается в газораспределительные трубы, погруженные в зерно. Трубы эти изготовляют из дюралюминия; в нижней части они имеют отверстия для ввода в зерно газовоздушной смеси.

Стационарная установка для газации зерна в силосе (рис. 228) состоит из следующих частей: вентилятора, при помощи которого смесь

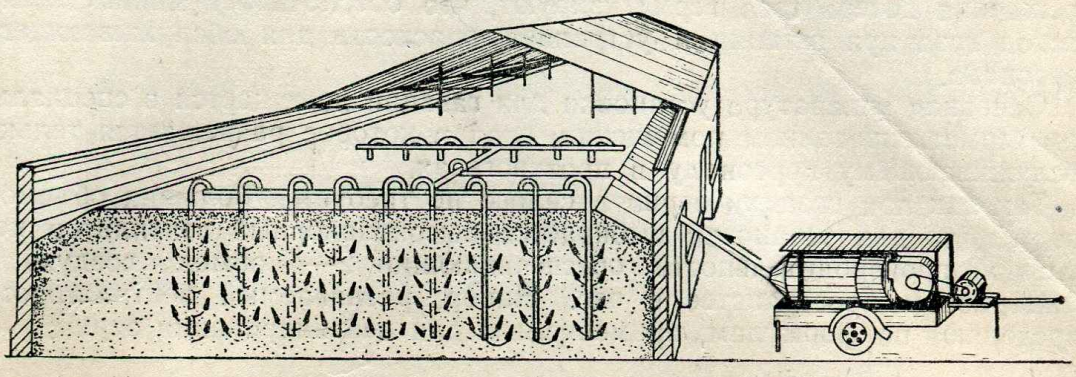


Рис. 227. Передвижная установка для газации зерна в складах

газа с воздухом нагнетается в межзерновое пространство; смесительной камеры или испарителя, в котором происходит смешивание воздуха с газом, подаваемым под давлением из баллона, либо смешивание воздуха с газом, полученным при испарении жидкости в подогревателе; газопровода, подводящего газ к газопроводящим трубам силосов; всасывающего газопровода, соединенного с всасывающим отверстием вентилятора; газоанализатора, соединенного с всасывающим и нагнетательным газопроводами. Всасывающий газопровод при помощи всасывающего и выхлопного трубопроводов соединен с атмосферой.

Установка монтируется в железобетонном герметизированном силосе, стенки которого специально для этой цели штукатурят.

Процесс газирования зерна заключается в следующем. Газ из баллона либо испаренный в испарителе смешивается с воздухом, нагнетаемым вентилятором. Образовавшаяся смесь нагнетается в силос, где замещает воздух межзернового пространства, который отсасывается из силоса вентилятором через всасывающий газопровод. Создание в силосе некоторого разрежения в результате отсасывания из него воздуха вентилятором способствует лучшему распределению газа в зерновой массе. Количество поданного в силос газа определяется, исходя из количества зерна, подлежащего газированию. Количество подаваемого газа в силос контролируют либо при помощи весов, когда газ подается из баллона, либо при помощи мерного стекла в испарителе, когда газ получается испарением из жидкости.

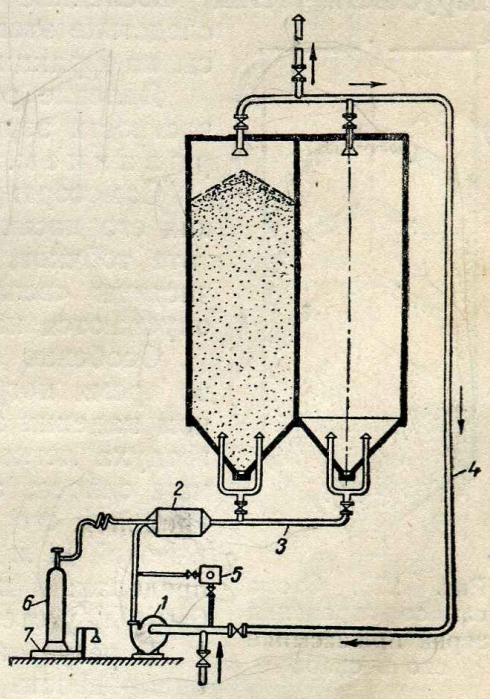


Рис. 228. Схема установки для газации зерна в силосе:

1—вентилятор; *2*—смесительная камера-испаритель; *3*—газоподводящий трубопровод; *4*—всасывающий трубопровод; *5*—газогенератор; *6*—баллон с газом; *7*—весы.

Вентилятор работает до получения в зерне должной концентрации газа, которая контролируется специальным прибором — газоанализатором. После получения должной концентрации газа вентилятор останав-

ливается. По истечении времени, необходимого для уничтожения находящихся в зерне вредителей, переключают краны в газопроводах и включают вентилятор для дегазации. Дегазация зерна происходит путем продувания вентилятором через силос атмосферного воздуха.

Как сам силос, так и все трубопроводы и аппаратуру для предупреждения потерь газа герметизируют, что обеспечивает минимальный расход газа при газации и устраняет опасность для обслуживающего персонала.

Основная аппаратура установки для газации помещается в специальном герметизированном помещении, вход в которое разрешается только обслуживающему персоналу в противогазах.

Так как при газации зерна в силосе не требуется больших объемов воздуха, то для установки выбирается высоконапорный вентилятор небольшой производительности, обеспечивающий 2—4 обмена воздуха в межзерновом пространстве в час. Напор, развиваемый вентилятором, определяют по формулам, применяемым для вентилирования зерна.

3. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ САМОСОРТИРОВАНИЯ ЗЕРНА

Зерновая масса при действии на нее внешних сил при определенных условиях разделяется на фракции, отличающиеся друг от друга по своему качеству. Это разделение наиболее ярко наблюдается при свободном падении зерна в воздухе, когда в результате различной удельной парусности частиц [1] последние падают с различной скоростью, и, как следствие этого, происходит разделение зерновой массы на фракции.

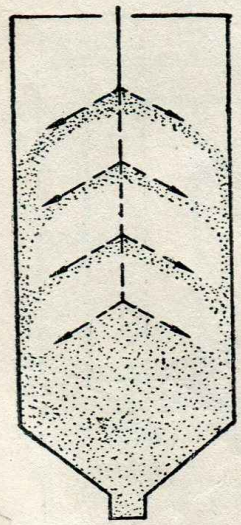


Рис. 229. Схема самосортирования зерна при засыпке его в силос

Явление разделения сыпучей массы вообще и в частности зерновой принято называть самосортированием.

Самосортирование зерна имеет место при перевозках его насыпью в автомобилях и вагонах. В результате толчков, встряхивания и других причин легкие частицы «всплывают» на поверхность, а тяжелые — опускаются на дно.

Особенно сильно самосортируется зерновая масса во время погрузки в силосы (рис. 229). При свободном падении зерна в силосе вследствие сопротивления воздуха легкое зерно и примеси скатываются к стенкам силоса, а более тяжелое зерно ложится в центральной его части. Так, после погрузки овса в силос высотой 14 *м* натура зерна изменяется в значительных пределах: в центре силоса натура зерна равна 552—650 *г/л*, у стенок силоса — 408—400 *г/л*.

В результате самосортирования зерна нарушается однородность зерновой массы, образуются участки с повышенным содержанием сорных примесей, имеющих, как правило, повышенную влажность. Такие участки способствуют развитию в зерне клещей и микроорганизмов и зачастую вызывают гнездовое самосогревание, что при затруднительном контроле за зерном, хранящимся в силосах, может повлечь за собой его порчу.

Явление самосортирования, наблюдающееся при погрузке в силосы, увеличивается в момент выпуска зерна из силосов. В зависимости от ряда факторов наблюдается два вида движения зерна в силосе: а) всем столбом и б) частичным столбом с образованием воронки на поверхности зерна (рис. 230).

---

[1] Под удельной парусностью понимают отношение сопротивления, оказываемого воздухом перемещению отдельной частицы сыпучей смеси, к весу частицы.

Тот или иной вид истечения зерна из силоса зависит в первую очередь от плотности укладки зерна (засыпка струей создает рыхлую структуру, благоприятствующую движению зерна всем столбом; засыпка дождем создает плотную структуру, благоприятствующую движению зерна частичным столбом); от величины коэффициента трения зерна о стенки силоса (при больших значениях коэффициента трения отмечается движение частичным столбом); от соотношения размеров силоса в плане D к его высоте H $\left(\text{при } \frac{H}{D} > 3 \text{ отмечается движение всем столбом, при } \frac{H}{D} < 3 \text{ — частичным столбом}\right)$.

Характер истечения зерна из силоса оказывает различное влияние на самосортирование зерна при его выпуске. Так, при движении всем столбом какого-либо заметного самосортирования зерна не наблюдается, очевидно, оно происходит в основном в момент заполнения.

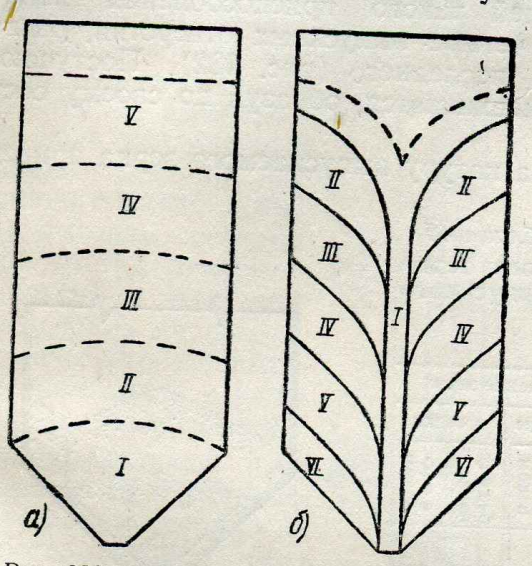


Рис. 230. Схема истечения зерна из силоса:
а—всем столбом; *б*—частичным столбом

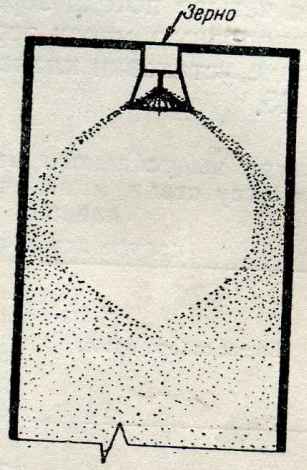


Рис. 231. Схема установки для устранения самосортирования зерна при загрузке силоса

При движении частичным столбом характер истечения усугубляет процесс самосортирования, происшедший в момент заполнения, так как при этом будет вытекать в первую очередь зерно, расположенное в центре силоса, т. е. более высокого качества, а затем из периферийных его частей — более низкого качества, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 44.

Таблица 44

Натура зерна в различные периоды опорожнения силоса[1]

(натура зерна в *г/л*)

Время отбора пробы	Культура зерна		
	пшеница	рожь	овес
В начале выпуска .	789	750	500
После выпуска половины зерна	726	741	520–560
В конце выпуска . .	654	724	316

Для предупреждения самосортирования зерна и обеспечения однородности зерновой массы при заполнении и опорожнении силосов применяют различные меры.

На рис. 231 приведено специальное приспособление, позволяющее при заполнении силоса подавать зерно к его стенкам.

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II. Заготиздат, 1941

Обычно такое приспособление выполняется в виде неподвижного или вращающегося конуса, расположенного вершиной в центре струи зерна. Зерно, поступившее на конус, скатывается по его боковой поверхности и по инерции падает к стенкам силоса. Для того чтобы увеличить инерцию зерна, иногда конус приводится во вращение.

Описанные приспособления могут быть с успехом применены для более полного заполнения силоса, которое не достигается в обычных условиях.

Для устранения сортирования зерна при истечении его из силоса применяют также различные приспособления, которые, создавая несколько точек разгрузки по площади силоса, вызывают движение нескольких столбов зерна, уменьшают размеры их в плане (D) и тем самым повышают значение величины H/D.

Наиболее простой конструкцией такого приспособления является разгрузочный клапан, имеющий четыре выпускных отверстия, расположенных на боковой поверхности последнего (рис. 232). Поступающие в клапан четыре потока зерна смешиваются, образуя по своему составу более однородную массу зерна.

Влияние установки клапана на натуру выпускаемого зерна приведено в табл. 45.

Таблица 45

Натура выпускаемого из силоса зерна при отсутствии и наличии выпускного клапана

(натура зерна в *г/л*)

Время отбора пробы	Истечение зерна			
	пшеницы		ячменя	
	без клапана	с клапаном	без клапана	с клапаном
В начале выпуска . . .	790	798	658	676
После выпуска 30% зерна из силоса . .	772	790	632	670
После выпуска 60% зерна из силоса . . .	780	780	638	670
В конце выпуска . . .	745	760	627	664

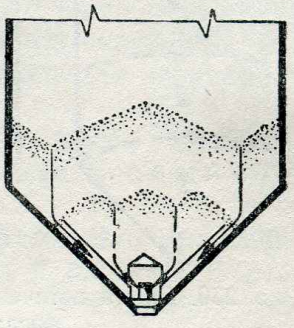


Рис. 232. Разгрузочный клапан для устранения самосортирования зерна при разгрузке силоса

4. КОНТРОЛЬ ЗА ХРАНЯЩИМСЯ ЗЕРНОМ

При хранении зерна возможны миграция влаги внутри зерновой массы, развитие в ней вредителей, которые могут привести к активизации биохимических процессов, влекущих за собой порчу зерна.

Для устранения условий, способствующих активизации биохимических процессов, и своевременного предупреждения возможной порчи зерна в зернохранилищах с момента приема зерна до его отгрузки организуется систематическое наблюдение за ним.

Это наблюдение осуществляется путем определения температуры зерновой массы, влажности, засоренности, состояния зараженности вредителями и т. д.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА

Повышение температуры зерна свидетельствует об активизации биохимических процессов и начале самосогревания зерна. Поэтому температура хранящегося зерна позволяет судить о состоянии последнего.

Температуру зерна при его хранении в складах, когда высота насыпи не превышает 4—5 *м*, определяют при помощи термоштанг, погружаемых в зерновую массу в желаемой точке.

При хранении зерна в силосах, когда высота зернового слоя достигает 20—30 *м*, термоштанги дают возможность определять температуру только верхних слоев на глубине 4—5 *м*, требуя при этом большой затраты рабочей силы. Зерно, хранящееся на глубине свыше 4—5 *м*, недоступно для термоштанг, и для определения его температуры прибегают к перемещению зерна из одного силоса в другой, занимая для этой операции оборудование элеватора и расходуя большое количество энергии.

В 1930 г. Физическим институтом Саратовского государственного университета (СГУ) было проведено широкое исследование возможности применения электротермометров для определения температуры зерна в силосе. В качестве электротермометра была использована небольшая катушка изолированного тонкого провода с высоким сопротивлением. Метод измерения температуры в этой установке основан на изменении омического сопротивления проводника с изменением его температуры.

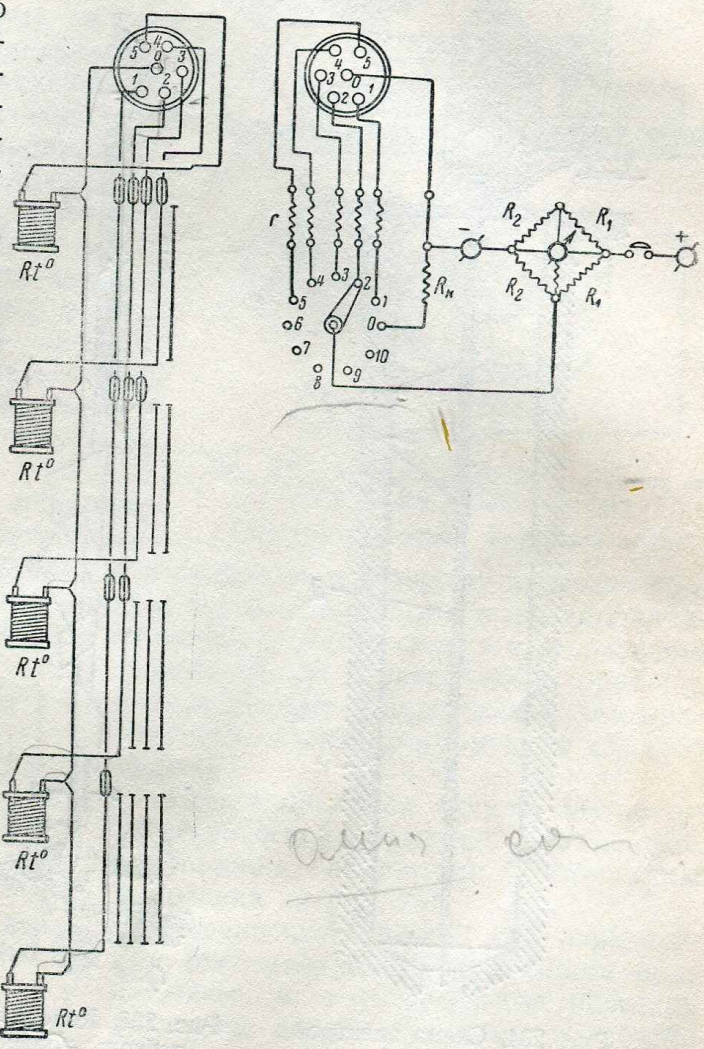


Рис. 233. Принципиальная схема электротермометрической установки

Принципиальная схема электротермометрической установки состоит из электротермометров, подвешенных на специальных подвесках в силосе; измерительного прибора, выполненного по схеме неуравновешенного мостика Уитстона с магнитоэлектрическим гальванометром, шкала которого градуирована в градусах Цельсия; источника постоянного тока (рис. 233).

Исследования, проведенные в течение ряда лет, показали безотказность в работе установки и достаточную точность (в пределах 1° С) измерения температуры зерна.

Этими же исследованиями было установлено, что долговечность электротермометрических установок в основном определяется правильной конструкцией подвесок. Примененные в первых производственных установках жесткие трубчатые подвески для электротермометров себя не оправдали, так как при опорожнении силосов они, подвергаясь воздействию различно направленных сил, развиваемых в зерновой массе, деформировались и быстро выходили из строя.

На основании результатов исследования СГУ были предложены гибкие подвесы, не имеющие недостатков жестких подвесов.

Натяжение подвеса, по данным тех же исследований, может быть определено по приближенной формуле:

$$P=(a+бD)\,h\ кг,$$

где $a=22$, $б=9$ — постоянные коэффициенты;

D — диаметр силоса в *м*;

h — высота силоса в *м*.

Так как при выпуске зерна из силоса натяжение в тросе, как показали опыты СГУ, носят пульсирующий характер, то расчетная величина натяжения в подвесе должна быть увеличина на коэффициент динамичности $K=1,5\div2$.

В результате испытаний, а также данных, полученных при эксплуатации, в настоящее время для определения температуры зерна в силосе применяют электротермометрическую установку, разработанную и изготовленную Киевским заводом «Электроприбор».

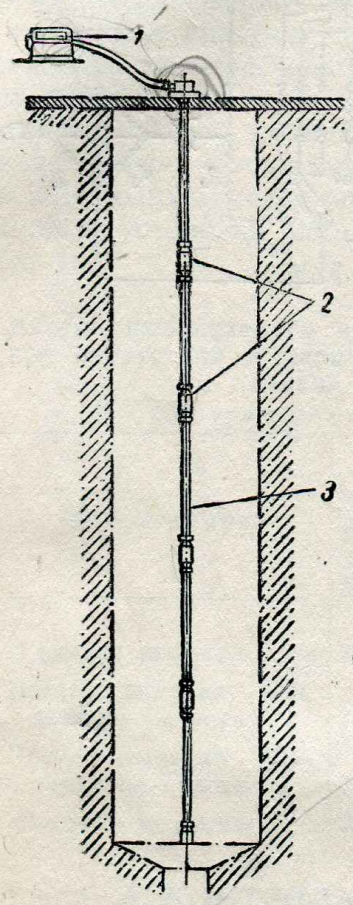


Рис. 234. Схема электротермометрической установки, смонтированной в силосе:

1—переносный измерительный прибор; *2*—электротермометр; *3*—гибкий подвес

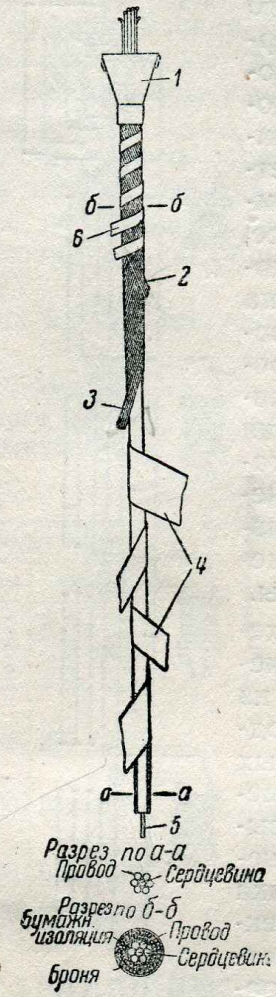


Рис. 235. Конструкция гибкого подвеса:

1—свинцовая головка; *2*—внешняя проволока; *3*—внутренняя проволока; *4*—бумажная обмотка; *5*—сердцевина кабеля; *6*—броня

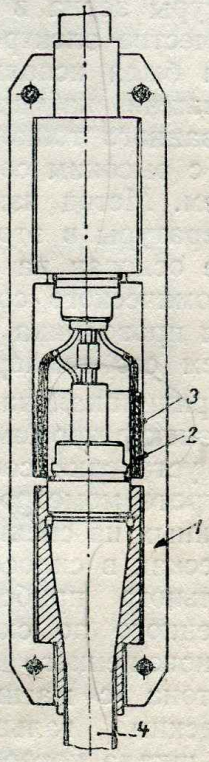


Рис. 236. Соединительная муфта:

1—корпус муфты; *2*—катушка электротермометра; *3*—обмотка электротермометра; *4*—гибкий подвес

Электротермометрическая установка завода «Электроприбор» состоит из электротермометров, подвешенных на гибком подвесе на расстоянии 4 *м* друг от друга (рис. 234).

Подвес представляет собой гибкий комбинированный стальной трос диаметром 16,6 *мм* и длиной 4 *м*, состоящий из двух витков стальной проволоки, намотанных в противоположных направлениях (рис. 235).

Сердцевина гибкого подвеса представляет собой шестижильный электрический кабель. Каждый трос имеет на конце свинцовую головку для крепления его в опоре или муфте.

Тросы по длине соединяют специальной соединительной муфтой, имеющей гнездо для электротермометра (рис. 236).

Электротермометр представляет собой картонный цилиндр, на который в два слоя намотана тонкая медная проволока марки ПЭШО диаметром 0,1 *мм*. Концы обмотки электротермометра присоединяют к проводам сердечника троса, из которых один провод является общим для всех термометров, остальные пять присоединяются к каждому из пяти электротермометров в отдельности.

Подвес крепится на надсилосном этаже при помощи специальной опоры, обеспечивающей подвижность крепления благодаря наличию шаровой пяты (рис. 237). На опоре крепления имеется выводная коробка, позволяющая включать электротермометры одного силоса в цепь, ведущую к центральному контрольному щиту, либо подключать к электротермометрам силоса переносный прибор для определения температуры зерна.

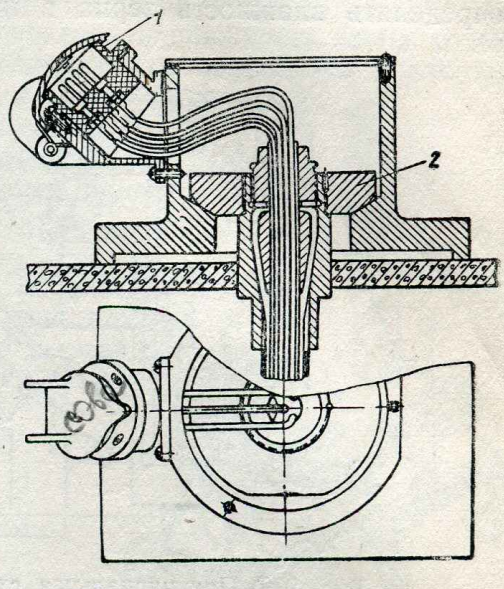


Рис. 237. Крепление гибкого подвеса на полу надсилосной галереи:

1—выводная коробка; *2*—шаровая опора

При централизации измерения температуры в силосах контрольный щит устанавливают в специальном помещении, к которому подводят провода от всех электротермометров. На контрольном щите выведены клеммы от электротермометрической установки каждого силоса в отдельности и одна общая и установлены приборы, показывающие одновременно температуру всех электротермометров каждого силоса.

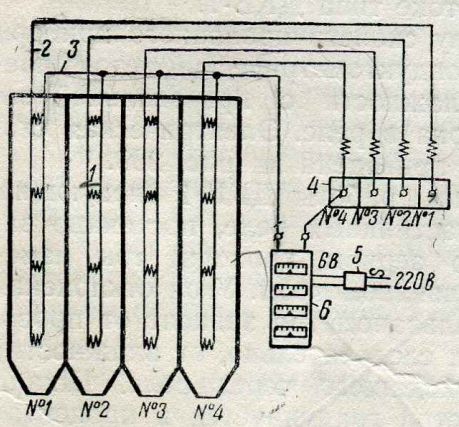


Рис. 238. Принципиальная схема электротермометрической установки при централизованном измерении температуры зерна в силосах:

1—электротермометры; *2*—четырехжильный провод; *3*—одножильный провод; *4*—магазин; *5*—выпрямитель; *6*—приборный щит

Принципиальная схема электротермометрической установки при централизованном измерении температуры приведена на рис. 238.

Переносный прибор для определения температуры зерна в силосе подключают к электротермометрической установке силоса при помощи гибкого шланга.

Включение в прибор электротермометров производится поочередно при помощи переключателя, смонтированного на приборе.

Электротермометрическая установка может быть с успехом применена для определения степени заполнения зерном силосов элеватора, так как зерно и воздух, находящиеся в силосе, как правило, имеют различную температуру. По разнице показаний электротермометров, погруженных в зерно и находящихся вне зерна, можно судить о степени заполнения силоса.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ, ЗАСОРЕННОСТИ И ЗАРАЖЕННОСТИ ЗЕРНА

Определение влажности, засоренности и зараженности зерна обычно проводится путем анализа образцов его в лаборатории.

Попытки обойтись без некоторых лабораторных анализов зерна, в частности при определении его влажности, дали положительные результаты. Работниками Украинского НИИЗ до Отечественной войны была разработана конструкция дистанционного влагомера, позволяющего определять влажность зерна в потоке.

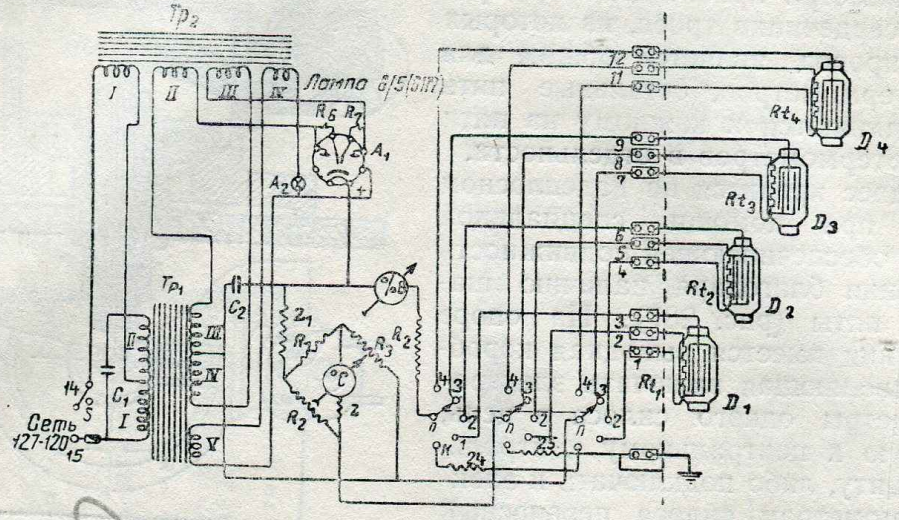


Рис. 239. Принципиальная схема установки для дистанционного определения влажности зерна в потоке — тип ДКВ-1

Предложенные УкрНИИЗ методы дистанционного определения влажности были исследованы работниками Киевского завода «Электроприбор» Министерства заготовок СССР, в результате чего был создан прибор для дистанционного контроля влажности зерна в потоке типа ДКВ-1.

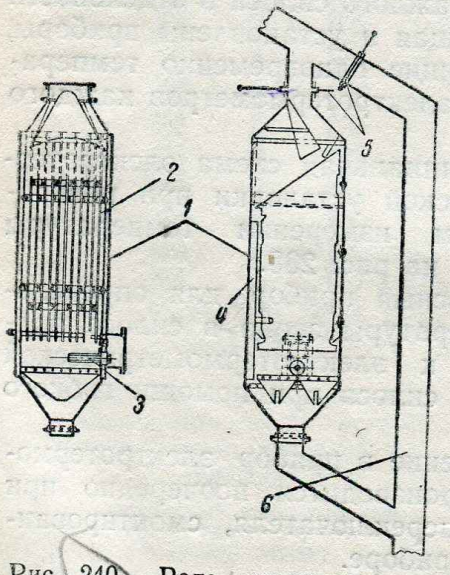


Рис. 240. Реле установки для дистанционного определения влажности ДКВ-1 и схема ее включения:

1—корпус; *2*—электродные пластины; *3*—термометр сопротивления; *4*—обводный канал; *5*—задвижки для регулирования заполнения реле; *6*—обводный самотек

В основу сконструированного прибора положен кондуктометрический метод определения влажности с произвольной засыпкой зерна в реле. Электрическая схема ДКВ-1 приведена на рис. 239.

Принципы работы ДКВ-1 следующие. Между пластинками реле, постоянно заполненного зерном, проходит ток, измеряемый гальванометром. Угол отклонения стрелки гальванометра зависит от проводимости (а следовательно, от влажности) зерна, проходящего через реле. Шкала гальванометра градуируется в процентах влажности. Температурная поправка определяется электротермометрическим устройством, состоящим из моста и термометра сопротивления, помещенного внутри реле в зерновой поток. Отсчет температуры зерна и температурной поправки в процентах влажности производится по шкале прибора, указывающего температуру.

Реле (рис. 240) представляет собой металлический корпус, внутри которого помещено электродное устройство, состоящее из двух систем пластин, из которых одна связана с кожухом и заземлена, вторая система установлена на изоляционных втулках и соединена с контактом, выведенным на контактную панель, расположенную на поверхности датчика. Внизу датчика, при выходе

из него зерна, установлен термометр сопротивления. Реле включается в самотек (см рис. 240) так, чтобы во время движения по самотеку он был всегда заполнен зерном; излишек зерна, поступающий в реле, стекает с пластин в обводный канал, вмонтированный в датчик. Заполнение датчика регулируется при помощи задвижки перед датчиком на самотеке.

Предложенный метод позволяет определять влажность зерна только при его перемещении. В случае необходимости определить влажность зерна, засыпанного для хранения в зернохранилище, применяют другие методы.

Широко распространенным методом определения влажности, засоренности и зараженности является лабораторный анализ пробных образцов (проб), взятых из партии зерна.

При хранении зерна в складах с небольшой высотой насыпи (до 5 *м*) пробы отбирают при помощи щупа. При хранении зерна в силосах, когда высота слоя зерна достигает 30 *м*, применение обычного типа щупа для изъятия пробы по всей высоте невозможно.

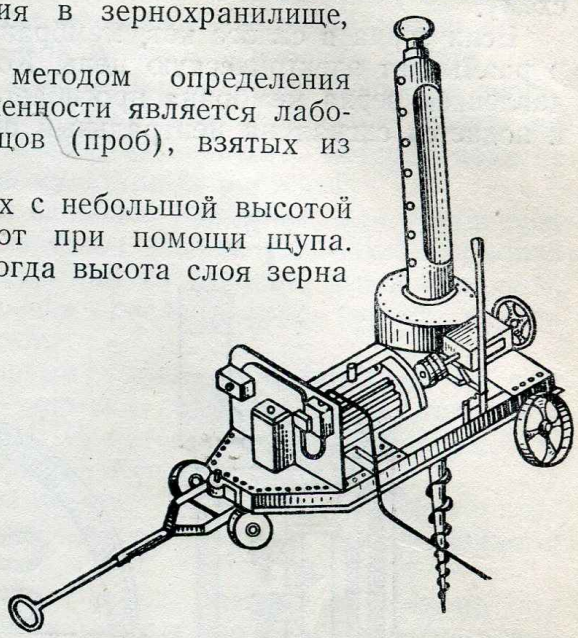


Рис. 241. Силосный пробоотборник

В силу этого для проверки качества зерна необходимо разгрузить силос и по ходу разгрузки путем отбора проб на транспортных машинах определить качество зерна.

Описанный метод обладает рядом недостатков, к числу которых необходимо отнести: большой расход энергии, связанный с перегрузкой зерна из одного силоса в другой; отвлечение транспортных машин от основных операций элеватора; несоответствие отбираемых проб фактическому состоянию зерна, которое в момент разгрузки искажается в результате явлений, сопутствующих истечению зерна из силосов.

Более совершенным методом отбора проб зерна, хранящегося в силосах элеватора, является применение механических пробоотборников, позволяющих производить выемку пробы на любой глубине силоса.

Техническим советом Министерства заготовок рекомендован к применению механический силосный пробоотборник, в основу конструкции которого положен принцип ввинчивания штанги в толщу зерна (рис. 241).

5. КОНТРОЛЬ ЗАПОЛНЕНИЯ СИЛОСОВ ЗЕРНОМ

При широком внедрении централизации управления производственными процессами на зернохранилищах и переходе к автоматизации технологических процессов вопрос контроля за заполнением отдельных емкостей рабочей башни и силосного корпуса приобретает важное значение. Контроль степени заполнения емкостей элеватора дает возможность: повысить коэффициент использования емкости за счет полной ее загрузки; повысить коэффициент использования основного оборудования элеватора; устранить возможные аварии машин, вызываемые переполнением загружаемых емкостей.

Для определения степени заполнения емкости зерном применяют различные электрические приборы — указатели уровня: установку с фотоэлементами; установку с диафрагменными включателями; установку с щитковыми контактами.

Основное требование, предъявляемое к этим установкам,— безотказная и безопасная работа в условиях обильного пылевыделения. Следо-

вательно, установки не должны иметь открытых контактов, на которых возможно образование искры, влекущей за собой взрыв пыли, и работать безотказно, если поверхности их покрыты пылью.

Перечисленным требованиям в большой степени отвечает реле мембранного типа, разработанное Промзернопроектом по предложению инж. Овчинникова (рис. 242).

Реле монтируется на одной из стенок силоса и включается в общую схему.

Если зерна в силосе нет, мембрана под действием пружины отходит и размыкает электрическую цепь. Когда же зерно достигнет реле, под давлением зерна мембрана прогибается, замыкается электрическая цепь и подается сигнал на центральный щит управления.

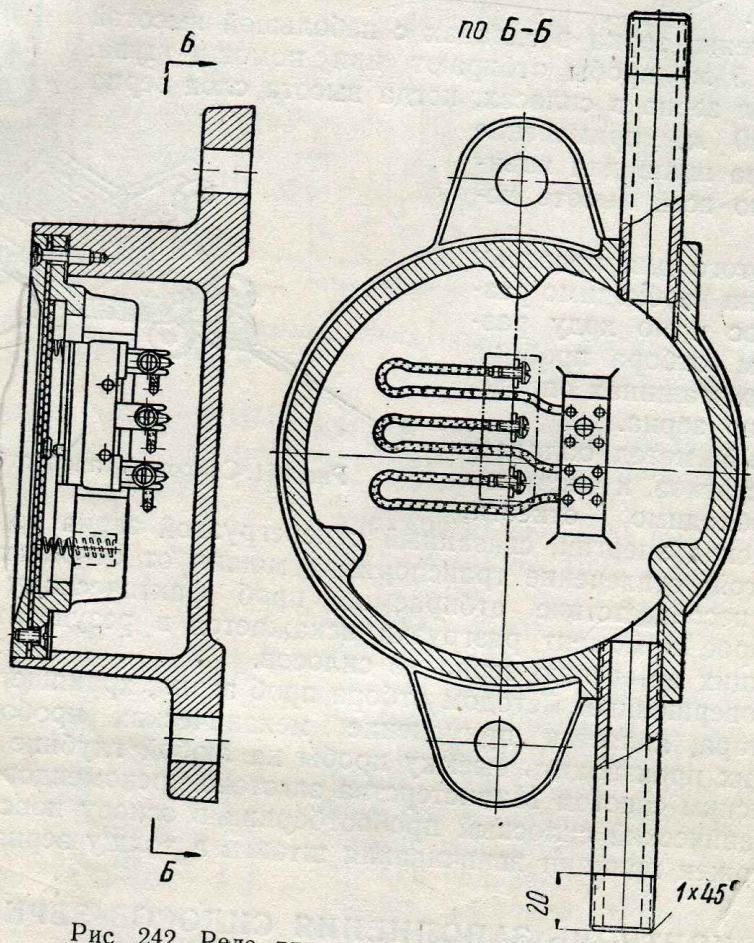


Рис. 242. Реле для определения уровня зерна

Схема включения реле позволяет путем переключения наблюдать за наполнением любой емкости элеватора.

Для контроля за заполнением либо опорожнением силоса реле должны устанавливаться в следующих местах: одно в непосредственной близости к выпускному отверстию для извещения о начале заполнения либо об окончании опорожнения емкости; два вверху силоса, из которых нижнее, предупредительное, извещает о том, что силос близок к заполнению, и второе, аварийное, сигнализирующее о полном заполнении силоса.

6. УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА И СОРТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ

Зерно, поступающее в зернохранилище, не представляет собой однородной массы, так как формирование и развитие зерен на растении протекает не одинаково.

Уборка урожая в свою очередь способствует увеличению неоднородности зерновой массы. В процессе уборки урожая вместе с зернами основной культуры в зерновую массу попадает и некоторое количество примесей в виде зерен других культур и сорных растений, частиц растений, органической и минеральной пыли и т. д.

Все эти примеси ухудшают качество зерна и понижают стойкость его при хранении, поэтому все зерно, поступающее в хранилище, предварительно очищают на соответствующих зерноочистительных машинах.

Вследствие неоднородности зерновой массы при очистке вместе с посторонними примесями и пылью в отходы попадает полноценное зерно. В силу этого отходы производства элеваторно-складского хозяйства представляют определенную потребительную ценность, которая зависит от количества попавших в них семян культурных растений.

Для выделения из отходов зерен основной культуры, для повышения потребительной ценности зерновых отходов (сырья для комбикормовой промышленности), а также для выделения из отходов семян сорняков, которые используются для специальных целей (рыжик, сурепа, куколь и др.), полученные отходы сортируют.

По действующим нормам зерновые отходы подразделяют на три основные категории: I категория — отходы, содержащие свыше 10% нормальных зерен основной культуры; II категория — отходы кормовые (ценные и малоценные); III категория — негодные отходы.

Независимо от категории отходам ведется точный учет наравне с зерном основных культур. Следовательно, все получаемые отходы должны обязательно взвешиваться.

Количество отходов, выделяемых из зерна, зависит от степени его засоренности. Для получения исходных данных, необходимых при проектировании устройства для сортирования отходов, можно пользоваться средними данными.

Средние данные о количестве отходов, полученных после очистки зерна, обычно выражают в процентах от производительности машин. Так, при очистке на сепараторах количество аспирационных отходов принимают равным 0,6%, а количество отходов с сортировочного и подсевного сит — 0,9% производительности сепаратора. Количество отходов после куколеотборника и овсюгоотборника принимают равным 0,4% производительности этих машин.

Количество аспирационных отходов принимается равным 0,3% производительности аспирируемых машин.

Из общего количества получаемых зерновых отходов сортируют отходы только I и II категорий. Отходы III категории, обычно не содержащие в своем составе зерен культурных растений, не сортируют, а направляют для реализации.

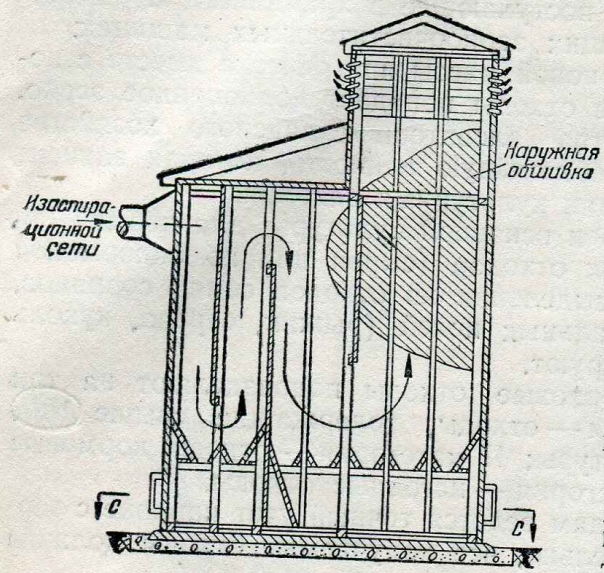
При хранении зерна в складах и очистке его на передвижных машинах количество выделяемых отходов относительно невелико, поэтому нет необходимости в устройстве специальных помещений для их хранения. Отходы здесь концентрируют в специально отведенном и изолированном складе. На элеваторах, оборудованных высокопроизводительными зерноочистительными машинами, на которых очищают крупные партии зерна, отходы получаются в больших количествах и для их сортирования, хранения и отпуска необходимо создавать специальные цехи.

В элеваторах дореволюционной постройки (элеваторы Госбанка) зерновые отходы от зерноочистительных машин и аспирационных сетей собирались в рабочей башне элеватора, где выбивались в мешки и транспортировались в склад для отходов.

В заготовительных элеваторах постройки 1924—1939 гг. для зерновых отходов устраивали отдельные бункеры, откуда отходы транспортировали в специально отведенные склады для сортирования. Для сбора аспирационных отходов устраивали специальные пылевые камеры

(рис. 243), расположенные на некотором расстоянии от рабочей башни элеватора, что позволяло удалять взрывоопасную зерновую пыль за пределы элеватора, устраняя этим угрозу основному сооружению.

При строительстве портовых элеваторов (1931—1932 гг.) помещения для зерновых и аспирационных отходов объединяли в одном здании, куда зерновые отходы подают транспортными машинами, а аспирационные относы транспортируют пневматическим транспортом.



План по С-С

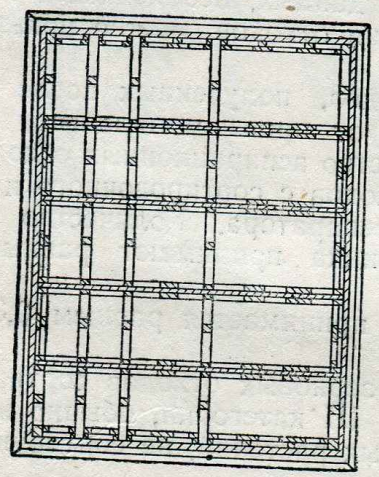


Рис. 243. Пылевая камера

Недостатки перечисленных устройств: отсутствие какой-либо механизации для сортирования отходов и отсутствие весового учета в момент удаления несортированных отходов из здания элеватора.

Дальнейшее совершенствование пылеотходного хозяйства на элеваторах привело к сооружению специального цеха для взвешивания и сортирования отходов. Схема такого цеха показана на рис. 244. Из рабочей башни элеватора в здание цеха отходов четырьмя винтовыми транспортерами подаются отдельно относы сепаратора, отходы подсевных сит сепаратора и отходы куколеотборника и овсюгоотборника.

Аспирационная пыль, собираемая со всех циклонов элеватора пневматическим транспортом, подается в цех отходов, где она поступает в свои бункеры, расположенные над сепараторным этажом.

На сепараторном этаже установлены ковшевые весы грузоподъемностью 5 *т* и два сепаратора № 4. Из бункеров отходы и пыль направляют на весы для взвешивания, а затем они поступают в нижние бункеры, из которых могут быть поданы либо для отгрузки в автомобили, либо в нории для подачи отходов на надсепараторные бункеры для сортирования.

Емкость бункеров рассчитана на хранение двухсуточного запаса отходов и пыли, получаемых при трехсменной работе всех машин элеватора.

Цех подработки отходов наряду с рядом преимуществ имеет вместе с тем существенные недостатки — большие первоначальные затраты и необходимость содержать специальный обслуживающий персонал, удорожающий эксплуатацию. Эти недостатки не способствовали широкому его распространению в практике элеваторно-складского хозяйства.

В элеваторах последних лет машины для сортирования отходов устанавливают в рабочей башне (см. рис. 158).

Такое решение вопроса устраняет необходимость в постройке специального цеха отходов и дает возможность выделенное зерно направить в основную партию, вести весовой учет отходов путем взвешивания

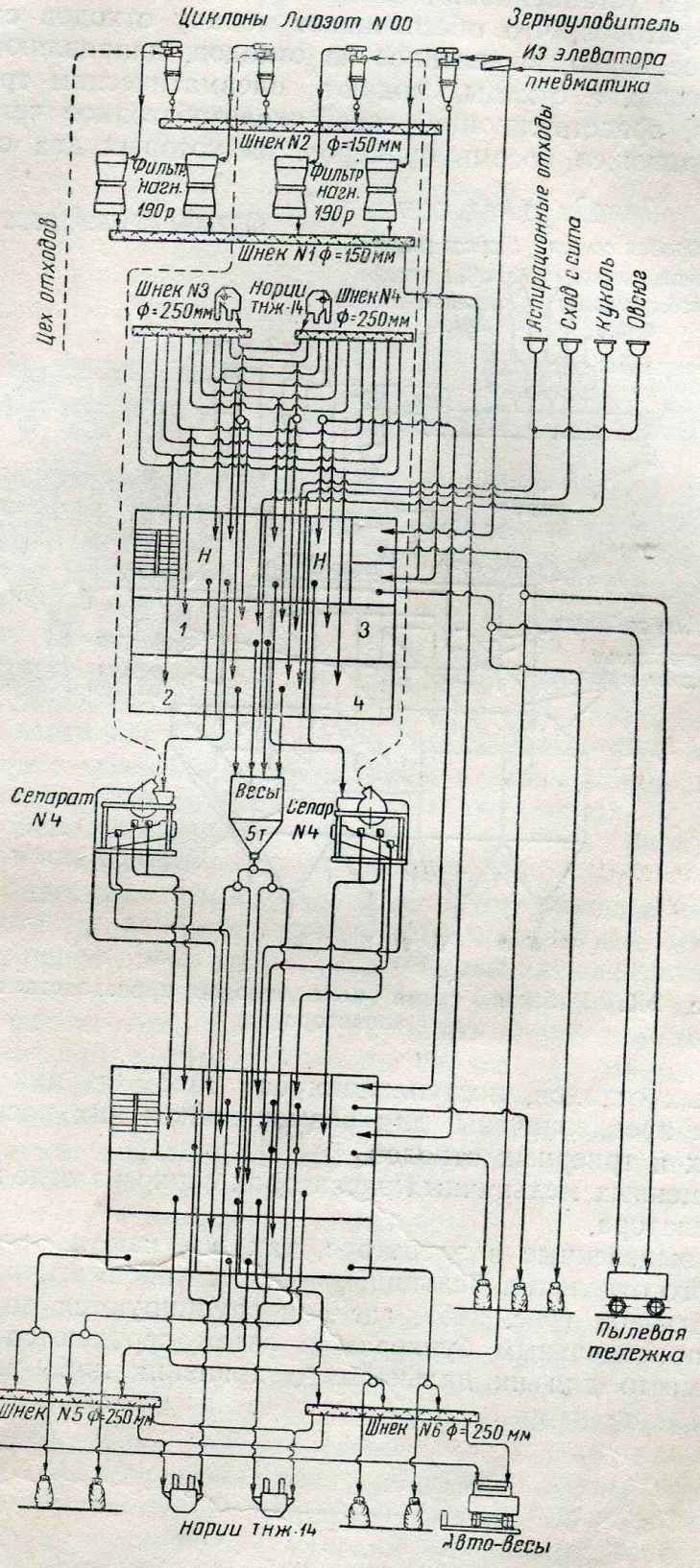


Рис. 244. Рабочая схема цеха отходов базисного элеватора

зерна до и после сортирования, а также обеспечить обслуживание машин персоналом элеватора.

Для сортирования отходов в зависимости от их количества в рабочей башне элеватора устанавливают сепаратор № 3 или № 4 этажом ниже зерновых сепараторов, что обеспечивает подачу отходов самотеком.

Полноценное зерно, выделенное из отходов, направляют в подсепараторные бункеры, а отходы подают пневматическим транспортом в склад отходов, представляющий собой железобетонное четырехэтажное сооружение, имеющее восемь бункеров, из которых два отведены для

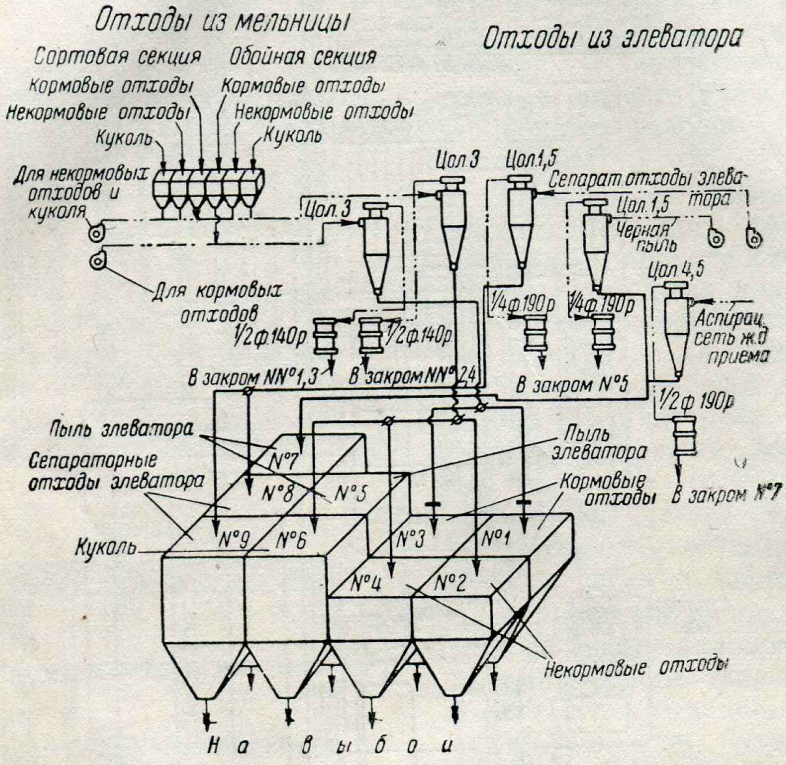


Рис. 245. Рабочая схема цеха отходов производственного элеватора

аспирационных отходов, поступающих самотеком из циклонов. Остальные бункеры предназначены для размещения в них рассортированных сепараторных и триерных отходов.

На современных мельничных элеваторах зерно из отходов выделяется в башне элеватора.

Отходы, выделенные в элеваторе, так же, как и отходы из зерноочистительного отделения мельницы, подаются пневматическим транспортом в цех отходов (рис. 245), где они группируются по качественным признакам по отдельным бункерам и затем передаются в специально отведенное место для их дальнейшего хранения либо реализуются по нарядам.

ГЛАВА X

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НА ЭЛЕВАТОРАХ

Современный зерновой элеватор представляет собой хранилище, на котором все работы, связанные с перемещением и улучшением качества зерна, полностью механизированы. В силу этого на долю обслуживающего персонала приходится только настройка производственного процесса, наблюдение и регулирование машин и механизмов, контроль состояния хранящегося зерна и пр.

Производственные процессы на элеваторе обладают отличительной особенностью, которая заключается в том, что в любом из возможных маршрутов обязательно участвуют нории. В силу этого все маршруты осуществляются с обязательным участием в них машин, установленных в башне элеватора. Эта особенность схемы создает благоприятные условия для широкого применения централизованного управления всеми операциями.

Наряду с благоприятными условиями осуществления централизованного управления на элеваторе самый характер производственных процессов (частая перестройка маршрутов и значительные пространственные расстояния между рабочими местами как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях) требует широкого внедрения централизованного управления, при котором были бы сведены до минимума непроизводительные потери времени на перестройку маршрутов (см. главу VII).

Задача максимального использования производственной мощности элеватора и повышения коэффициентов использования оборудования на всех без исключения операциях может быть решена различными путями в зависимости от их технической сложности.

Основные требования, которые должны быть обеспечены при решении этой задачи, сводятся к следующему:

— максимальное сокращение времени на перестройку маршрутов;

— устойчивая работа всех машин маршрута и автоматическое выключение его при выходе из строя любой машины.

— остановка и пуск машин маршрута в последовательности, предусмотренной производственным процессом.

Выполнение первого требования решается путем осуществления диспетчерского управления при помощи системы связи и сигнализации между диспетчером и рабочими местами или централизованного управления всеми операциями с частичной или полной автоматизацией отдельных процессов.

Выполнение второго и третьего требований решается при помощи автоблокировки электродвигателей транспортного и технологического оборудования, включенного в тот или иной маршрут, и специальных сигнальных устройств.

1. ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Наиболее простое решение вопроса о централизованном управлении всеми операциями элеватора — организация диспетчерского пункта.

Оперативность работы диспетчера обеспечивают специальные технические средства связи и сигнализации, установленные между диспетчерским пунктом и рабочими местами.

Диспетчер, осуществляя централизованное управление всеми операциями, обеспечивает руководство наладкой отдельных маршрутов, пуск и остановку оборудования и контроль за хранящимся в элеваторе зерном. Находясь в непосредственном подчинении руководства элеватора, диспетчер получает от него задание на производство тех или иных операций в письменном виде, которое является основанием для производства работ на элеваторе.

На элеваторах небольшой емкости (заготовительных), имеющих незначительное число различных комбинаций машин, составляющих отдельные маршруты, чаще всего обязанности диспетчера выполняет весовщик. На элеваторах значительной емкости, имеющих разветвленную схему производственного процесса (базисные, портовые, производственные), обязанности диспетчера выполняет специальное лицо.

Место для диспетчерского пункта выбирают с таким расчетом, чтобы связь с рабочими местами была наиболее простой и надежной, а затраты средств и материалов при его устройстве — минимальными. Таким местом является один из этажей рабочей башни элеватора, расположенный поблизости от весовых устройств (надвесовой, подвесовой или распределительный этаж).

2. СВЯЗЬ МЕЖДУ ДИСПЕТЧЕРОМ И ПЛАНИРУЮЩИМ ОРГАНОМ

Диспетчер обязан поддерживать постоянную связь с руководством элеватора, планирующим работу на определенный отрезок времени. Для быстрой передачи из конторы элеватора диспетчеру плана работы или распоряжения на производство операций в письменном виде необходимы специальные средства связи.

Наиболее простой способ передачи документов через посыльного требует значительного времени и поэтому не может быть рекомендован.

Из технических средств пересылки документов, обеспечивающих быструю их передачу, на элеваторах можно применять механическую доставку, пневматическую почту и электрические печатающие машины.

Механическую доставку документов можно устроить при помощи специального подъемника, соединяющего первый этаж элеватора с диспетчером. Подъемник состоит из бесконечного стального троса, огибающего верхний и нижний блоки. К тросу прикреплены металлические касеты для помещения в них документов. Тросы и касеты заключены в стальные трубы, проходящие через этажи элеватора. Вложенные в касеты документы при включении мотора, приводящего в движение верхний блок, перемещаются вверх к диспетчерскому пункту. Механическая передача документов при простоте устройства обеспечивает быструю и надежную связь с диспетчером.

Более совершенный способ — пневматическая почта, обеспечивающая передачу документов как по вертикальному, так и по горизонтальному направлениям.

Пневматическая почта состоит из герметического трубопровода, в середине которого помещается особый патрон для документов. Посредством сжатого или разреженного воздуха патрон с документами перемещается по трубопроводу к месту назначения, где извлекается получателем из приемного устройства. Каждый пункт связи имеет приемное и передающее устройства.

Пневматическая почта довольно быстро обеспечивает пересылку документов при сравнительно простом устройстве всей системы, в силу чего она может быть рекомендована для связи с диспетчером на крупных элеваторах.

Наиболее совершенный способ передачи письменных распоряжений — применение электропечатающих машин, которые, обеспечивая надежную и быструю передачу, оставляют у распорядителя и диспетчера соответствующие документы.

Этот вид связи широко распространен на ряде предприятий и с успехом может быть применен на крупных элеваторах с большим числом операций как по объему, так и по количеству (перевальные, базисные, портовые, производственные и др.).

3. СВЯЗЬ МЕЖДУ ДИСПЕТЧЕРОМ И РАБОЧИМИ МЕСТАМИ

При отсутствии централизованного управления машинами и механизмами элеватора из диспетчерского пункта все операции по настройке маршрутов в соответствии с планом работы, полученным диспетчером, осуществляет на рабочих местах оперативный персонал.

Для быстрой передачи распоряжений из диспетчерского пункта на рабочие места и получения подтверждения о выполнении распоряжений необходимы технические средства, обеспечивающие бесперебойную и надежную связь. Такими средствами связи могут служить: система переговорных труб, телефонная и селекторная связь.

Наиболее простым средством связи являются переговорные трубы, соединяющие диспетчера с рабочими местами. Для вызова рабочего к переговорному пункту служат звуковые сигналы. Однако такая связь, несмотря на свою простоту, ненадежна, так как производственные шумы создают помехи, затрудняющие пользование ею.

Более совершенная техническая связь на элеваторе — телефонная. При устройстве специальных переговорных пунктов на рабочих местах, изолирующих разговаривающего от производственных шумов, или применяя ларингофоны, можно обеспечить надежную связь диспетчера с оперативным персоналом.

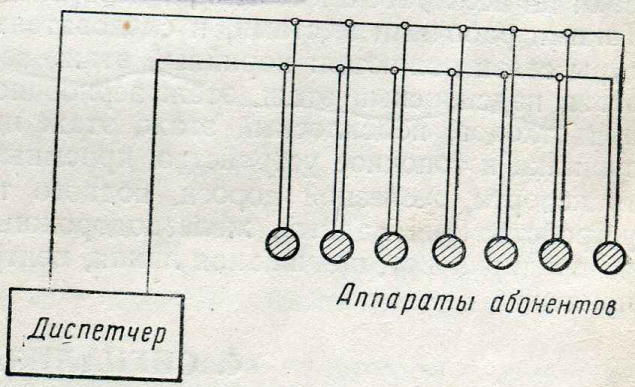


Рис. 246. Схема включения телефонных аппаратов при селекторной связи

Для устройства телефонной связи в диспетчерском пункте устанавливают коммутатор, позволяющий диспетчеру передавать распоряжения и принимать извещения от каждого рабочего места либо передавать распоряжения одновременно нескольким или всем рабочим местам.

Весьма удобной в условиях работы элеватора, как показала практика Щербаковского элеватора, является селекторная связь.

Селекторная связь в отличие от телефонной, имея всего лишь одну пару проводов (рис. 246), позволяет диспетчеру соединяться с любым рабочим местом при помощи средств избирательности — селекторных ключей, устанавливаемых у диспетчера и абонента. Индивидуальных абонентов или группу их диспетчер вызывает при помощи звукового сигнала, а для вызова диспетчера с рабочего места достаточно снять переговорную трубку.

Для ускорения передачи распоряжения диспетчера на рабочих местах устанавливают громкоговорители, которые, передавая распоряжения, не отвлекают персонала от выполнения работы.

Телефонная и селекторная связь, обладая рядом преимуществ (надежность в работе, возможность уточнения и разъяснения отданного распоряжения), имеют ряд существенных недостатков. К числу недостатков телефонной связи относятся: затрата времени оперативным персоналом на переходы к переговорному пункту для получения распоряжения, затем к машинам для выполнения распоряжения и снова к переговорному пункту для доклада о выполнении распоряжения. Эта затрата времени при частых изменениях маршрутов и значительной производительности оборудования снижает его использование, так как удлиняет общее время настройки или перестройки маршрута.

Селекторная связь с громкоговорителями сокращает непроизводительную затрату времени на эти переходы, однако обладает другими недостатками: диспетчер не получает подтверждения о принятом распоряжении в момент его отдачи и, следовательно, лишен возможности уточнить или своевременно разъяснить распоряжение. Поэтому при неправильно понятом распоряжении диспетчер может исправить допущенную рабочим ошибку только при докладе последнего о выполнении полученного задания.

Во избежание этого селекторную связь с громкоговорителями устанавливают на рабочих местах, где созданы условия для хорошей слышимости.

На рабочих местах, где имеются шумовые помехи, устанавливают телефонные аппараты в специальных переговорных кабинах, стены которых сделаны из материала, плохо проводящего звук.

Кроме того, селекторная связь имеет весьма сложное оборудование, требующее тщательной настройки и регулирования, что значительно усложняет ее эксплуатацию.

Телефонные аппараты или аппараты селекторной связи устанавливают на всех рабочих местах, с которыми диспетчер должен иметь связь. Такими рабочими местами, и следовательно, точками установки аппаратуры связи являются: норийный этаж, весовой этаж, распределительный этаж, надсилосный этаж, этаж зерноочистительных машин и сортирования отходов, подсилосный этаж, этаж нижних башмаков норий, зерносушилка и топочное устройство, приемные устройства (с автомобильного транспорта, железной дороги, водного транспорта и др.), отгрузочные устройства (на водный, железнодорожный и автомобильный транспорт, на предприятие), причальная линия, центр железнодорожных путей предприятия.

4. СИГНАЛИЗАЦИЯ

Применение телефонной и даже селекторной связи сокращает непроизводительные затраты времени при перестройке маршрутов в элеваторе. Но они не создают необходимых условий для дальнейшего роста коэффициента использования оборудования в силу неизбежной потери времени, затрачиваемого на переход оперативного персонала от рабочего места к переговорному пункту и обратно, и не устраняет субъективного фактора в работе оперативного персонала.

Для создания условий повышения коэффициента использования оборудования и бесперебойной работы элеватора необходимо применять более совершенные средства связи. Таким средством связи является сигнализация.

Некоторое распространение в элеваторной практике получила световая сигнализация, обеспечивающая наглядность и надежность связи между диспетчером и оперативным персоналом.

Световая сигнализация основана на применении различного цвета ламп, расположенных непосредственно у рабочего места и на пульте управления диспетчера. Каждый цвет лампы имеет определенное значе-

ние, указывающее на необходимость производства той или иной операции.

Так, например, при установке у диспетчера и на рабочем месте ламп зеленого и красного цветов диспетчер, включая лампу зеленого цвета, отдает распоряжение о пуске или остановке машины. Рабочий, приступив к выполнению распоряжения, включает красную лампу у диспетчера, извещая его о принятом распоряжении и о том, что в это время оборудование занято. После выполнения распоряжения рабочий включает зеленую лампу у диспетчера и одновременно выключает красную, сообщая этим о выполнении приказа. Горящие зеленые лампы на всех рабочих местах заданного маршрута дают диспетчеру право на пуск оборудования и производство необходимых работ.

Для сокращения непроизводительной затраты времени при световой сигнализации часто применяют еще и третий и даже четвертый цвета ламп для отдачи предварительных распоряжений (приготовиться к выполнению операций и др.).

Сигнальные лампы у рабочего места помещаются на специальном щите, разделенном (в случае наличия на рабочем месте нескольких машин) на отдельные клетки, относящиеся к той или иной машине. У диспетчера все лампы помещены на специальном щите в отдельных гнездах, соответствующих каждой машине в отдельности.

Для подачи сигналов у диспетчера установлен пульт управления с кнопками, переключателями и контроллерами, при помощи которых подаются сигналы.

Дальнейшим развитием системы световой сигнализации является автоматизация ответных сигналов, снижающая затраты времени на непроизводительные операции при перестройке маршрутов и устраняющая субъективный фактор при выполнении рабочим распоряжения диспетчера. Для этой цели сигнальное устройство соединяют с оборудованием и после выполнения рабочим заданной операции автоматически подается сигнал о готовности на диспетчерский пункт.

Для наблюдения за работой всего оборудования у диспетчера кроме светового щита находится плоскостная схема производственного процесса элеватора. Однако наблюдение за двумя щитами требует повышенного внимания диспетчера.

Для облегчения контроля со стороны диспетчера за работой оборудования применяют специальный щит, в котором световой сигнальный щит совмещается с плоскостной схемой производственного процесса (см. рис. 251).

Конструкция совмещенного сигнального щита, на котором изображена символическая схема производственного процесса, позволяет отмечать светом соответствующей окраски отдельные машины в различных положениях, отвечающих их фактическому состоянию. Такой щит дает диспетчеру полное представление о включенном в работу оборудовании на том или ином маршруте.

Несмотря на удобство в эксплуатации и наглядность световой сигнализации, последняя не нашла широкого применения в элеваторной практике.

Основной причиной отказа от световой сигнализации являются неполная централизация и автоматизация управления производственными процессами.

5. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Дистанционное управление и контроль производственных процессов на элеваторе являются дальнейшим совершенствованием световой сигнализации путем централизации на диспетчерском пункте управления всеми операциями по перестройке маршрутов и пуску в работу оборудования, включенного в маршрут.

Дистанционное управление и контроль, осуществляемые с диспетчерского пункта, полностью механизируют все процессы по перестройке маршрутов и тем самым упраздняют субъективный фактор, свойственный рассмотренным ранее способам. Кроме того, создают условия для широкого внедрения частичной автоматизации производственных процессов.

Широкое внедрение централизованного управления при частичной автоматизации процессов производства позволит резко сократить суммарные затраты общественного труда, снизить себестоимость производства, повысить использование производственных мощностей элеватора.

Дистанционное управление производственными процессами на элеваторах может решаться в различных вариантах, предусматривающих

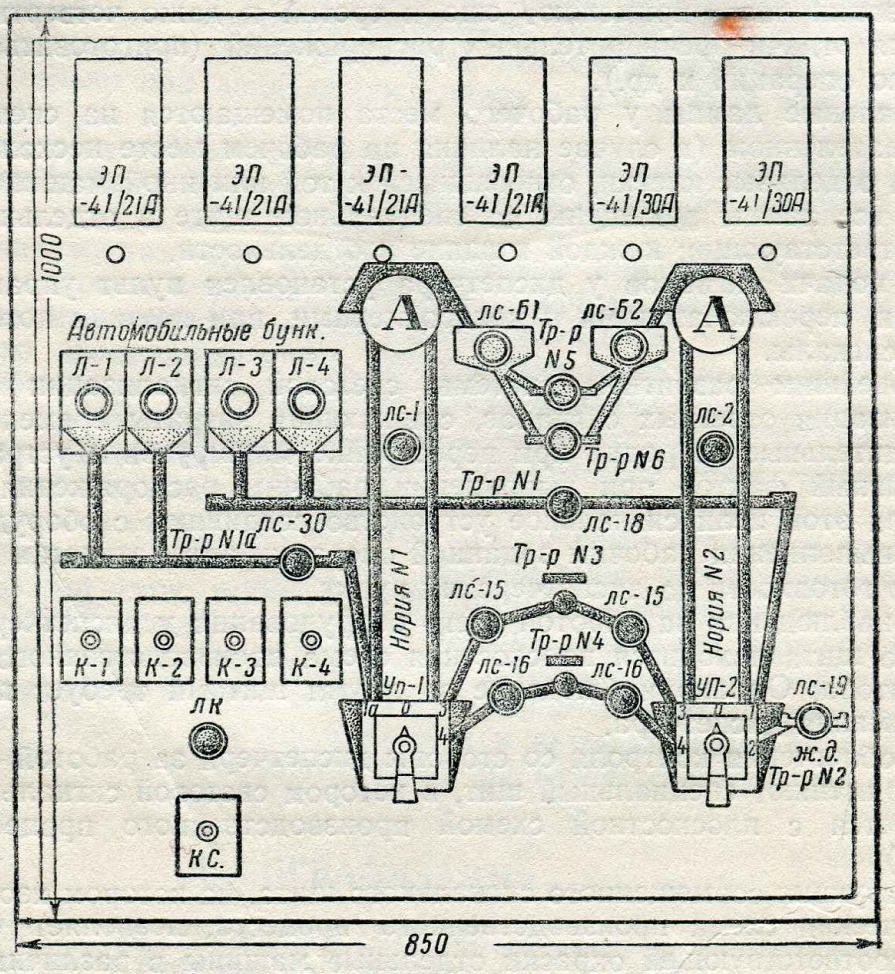


Рис. 247. Щит управления на заготовительном элеваторе.

как частичное, так и полное осуществление централизованного управления и контроля. В зависимости от принятого варианта схемы дистанционного управления и контроля бывают различной степени технической сложности.

Наиболее простая схема дистанционного управления и контроля разработана Промзернопроектом для железобетонного заготовительного элеватора 1949 г.

Схема эта построена на следующей принципиальной основе: частичной централизации управления основными операциями (прием с автомобильного транспорта, с железной дороги, из силосов); наличии сигнализации в приемном устройстве с автомобильного транспорта и сигнализации о работе основного оборудования; наличии блокировки электродвигателей элеватора на основных маршрутах.

Приборы управления основными операциями и сигнализацией смонтированы на щите управления, который установлен на этаже весов (рис. 247). Щит представляет собой символическую схему элеватора, на которой изображены лари приемного устройства с автомобильного транспорта, транспортеры приемного устройства с автомобильного и железнодорожного транспорта, подсилосные и надсилосные транспортеры и нории.

На изображении нории внизу щита установлены универсальные переключатели, позволяющие производить настройку маршрута, а вверху — амперметр, показывающий загрузку электродвигателя нории и косвенно производительность последней.

Все изображения машин и емкостей, включаемых в маршрут, снабжены сигнальными лампами, которые загораются при работе машин либо при открывании задвижек. В нижней левой части щита смонтированы распределительная сигнальная группа, обслуживающая задвижки приемных ларей, контрольная лампа и кнопка подачи звукового сигнала.

Электродвигатели элеватора сблокированы между собой. Схема блокировки (рис. 248) предусматривает защиту норий при переполнении надвесовых ларей посредством включения в цепь мембранного реле для определения уровня зерна и защиту норий от завала при их остановках путем выключения электродвигателя приемных либо подсилосных транспортеров. Распределительная сигнализация об открывании подамбарных задвижек осуществлена по схеме, приведенной на рис. 249.

Сигнализация о работе надсилосных транспортеров осуществляется при помощи сигнальной лампы на щите, включенной в цепь включения электродвигателя надсилосного транспортера (рис. 250).

Приведенная схема частично решает вопросы дистанционного управления и контроля и охватывает только основные маршруты. По этой схеме управление отдельными машинами и механизмами не централизовано и осуществляется обслуживающим персоналом по телефонному распоряжению весовщика, выполняющего роль диспетчера.

В качестве примера дистанционного управления всеми операциями элеватора и контроля за производственным процессом элеватора можно привести схему централизованного дистанционного управления, разработанную НИИПродмашем [1] для производственного элеватора М-2×100, оборудованного цепными транспортерами.

В основу построения схемы управления приняты: централизация дистанционного управления всеми машинами и механизмами (кроме управления весами, сепараторами и выгрузкой зерна); соблюдение надлежащей последовательности операций при включении и выключении и автоматическая защита (блокировка); защита от перегрузки путем включения в цепь блокировки реле для определения уровня зерна; автоматическая сигнализация о выполнении приказа.

В диспетчерском пункте устанавливают пульт управления с сигнализационным экраном, выполненным в виде мнемонической схемы (рис. 251), на котором условно показаны силосы, бункеры и лари, а также все технологическое и транспортное оборудование, задвижки, перекидные клапаны и поворотные трубы.

Машины и механизмы, имеющие дистанционное управление, снабжены приборами, автоматически подающими сигналы о пуске, остановке и изменении их положения. При подаче сигнала на сигнализационном щите загорается лампа под соответствующим условным знаком. Горящие на щите сигнальные лампы, обозначая работу машин, положение задвижек и поворотных труб, открытие задвижек, наглядно показывают схему

---

[1] Научно-исследовательский институт продовольственного машиностроения НИИПродмаш, «Материалы технической информации» № 3—4, май-август 1950 г.

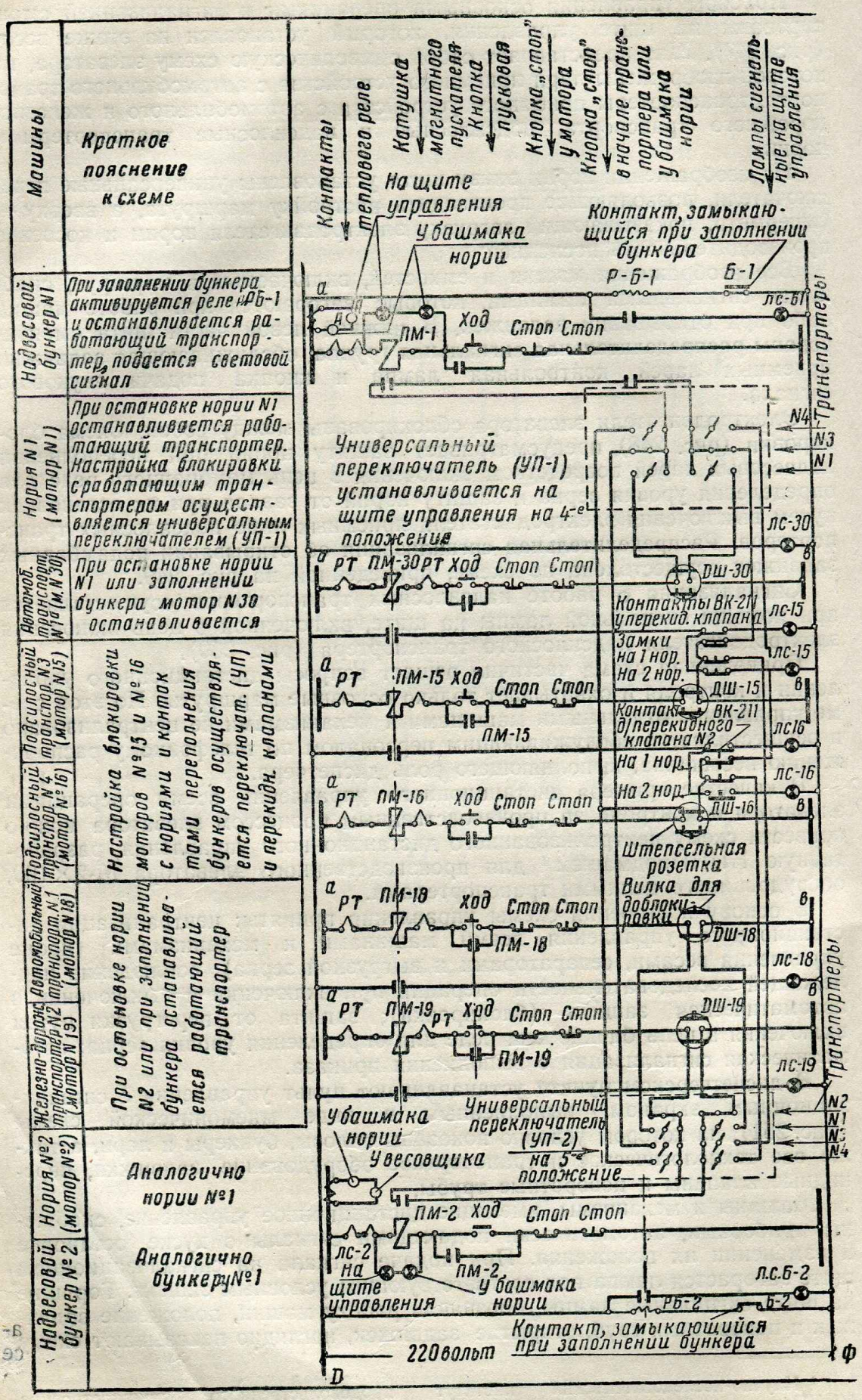


Рис. 248. Схема блокировки моторов заготовительного элеватора.

маршрута зерна в элеваторе в данный момент. На отдельном щите смонтированы переключатели, контроллеры и кнопки, обеспечивающие настройку схемы по заданному производственному процессу и пуск машин и механизмов маршрута.

Блокировка электродвигателей по данной схеме предусматривает пуск и остановку машин и механизмов в определенной последовательности, продиктованной производственным процессом.

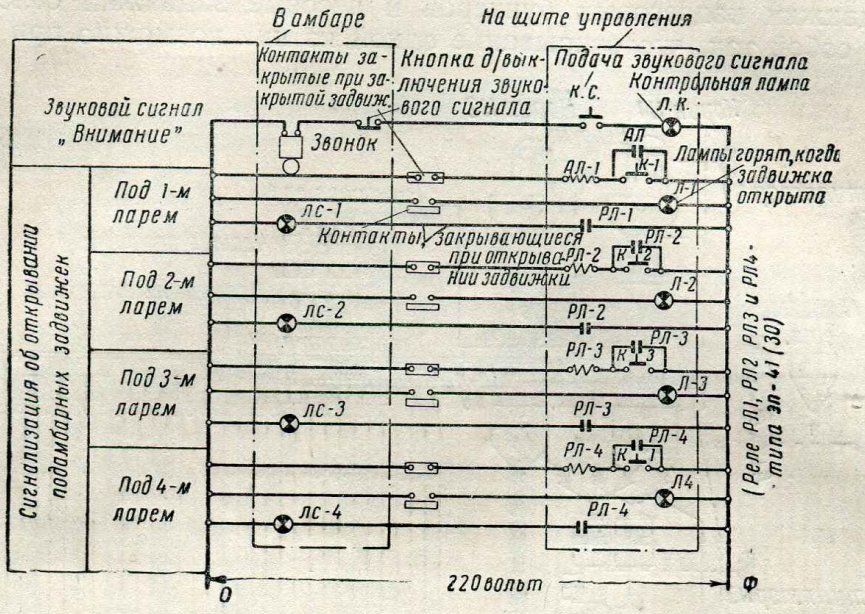


Рис. 249. Схема распределительной сигнализации задвижек приемного амбара

Для осуществления последовательности пуска оборудования схема блокировки предусматривает:

пуск машин, включенных в маршрут, в определенной очередности, начиная с последней машины маршрута. Последующая машина маршрута может быть пущена в ход только после начала работы предыдущей. Остановка машин, включенных в маршрут, осуществляется в порядке, обратном пуску; при этом остановка очередной машины должна быть произведена через некоторый промежуток времени, необходимый для

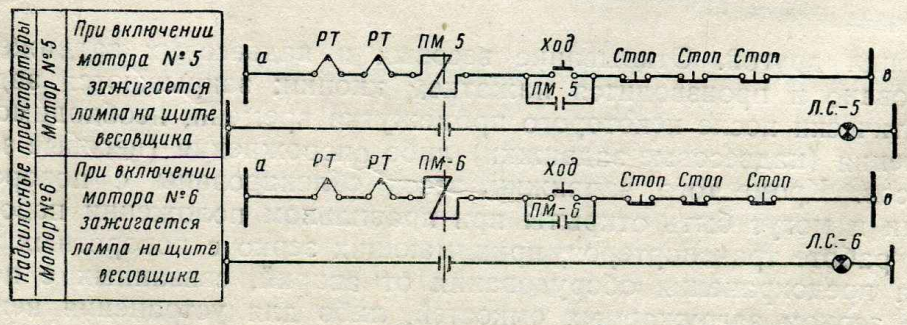


Рис. 250. Схема сигнализации о работе надсилосных транспортеров

освобождения машины от транспортируемого зерна. При аварийной остановке какой-либо машины, включенной в технологический поток, в предыдущие машины автоматически останавливаются, а подача зерна на них немедленно прекращается.

Задвижки под емкостями открываются только после пуска машины, принимающей из них зерно; при наличии нескольких задвижек под емкостями открыта может быть только одна задвижка.

Поворотные трубы сблокированы с подвесовыми задвижками и между собой. Блокировка поворотных труб не позволяет изменить их положение при открытой подвесовой задвижке, а также произвести установку двух поворотных труб на одно направление, чем устраняется возможность смешивания разных партий зерна.

Задвижки надвесовых бункеров и весовые задвижки сблокированы между собой так, что открывание одной из них возможно при закрытом

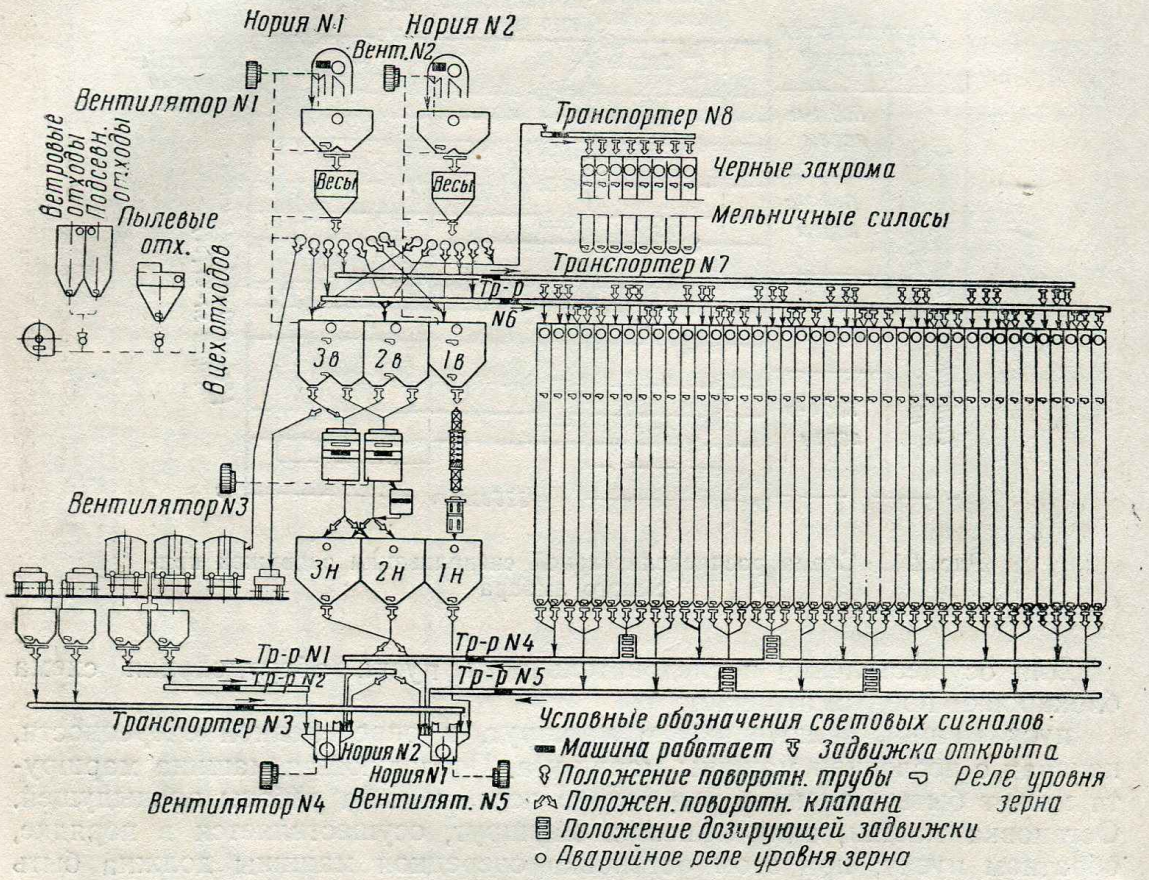


Рис. 251. Сигнализационный щит централизованного дистанционного управления элеватора М-2×100

положении другой. Открывание весовых и надвесовых задвижек централизовано и производится нажатием кнопки; закрываются задвижки автоматически после некоторого промежутка времени, необходимого для наполнения (надвесовые задвижки) либо опорожнения (весовые задвижки) весов. Кроме того, задвижки весов сблокированы с поворотными трубами и могут быть открыты при правильном положении поворотных труб и работе транспортеров, принимающих зерно с поворотных труб.

Для предохранения оборудования от аварий, связанных с переполнением зерном загружаемых емкостей, либо для устранения ненужных пробегов оборудования после завершения разгрузки емкости в схему включены реле уровня зерна.

В силосах устанавливают три реле уровня зерна, сигнализирующие: первый (нулевой) — об опорожнении силоса, второй (предаварийный) — о почти полном заполнении силоса зерном, третий (аварийный) — о полном заполнении силоса зерном. В бункерах и ларях устанавливают по два реле уровня зерна — нулевое и аварийное.

Реле уровня зерна нулевое и аварийное помимо подачи сигнала о степени заполнения обеспечивают своевременную остановку оборудования. Так, при достижении зерном аварийного уровня реле подает звуковой и световой сигналы на пульт управления и останавливает машины маршрута в установленной последовательности, прекращая подачу зерна в емкость. Реле нулевого уровня после окончания опорожнения емкости подает сигнал на пульты управления об окончании работы по опорожнению емкости.

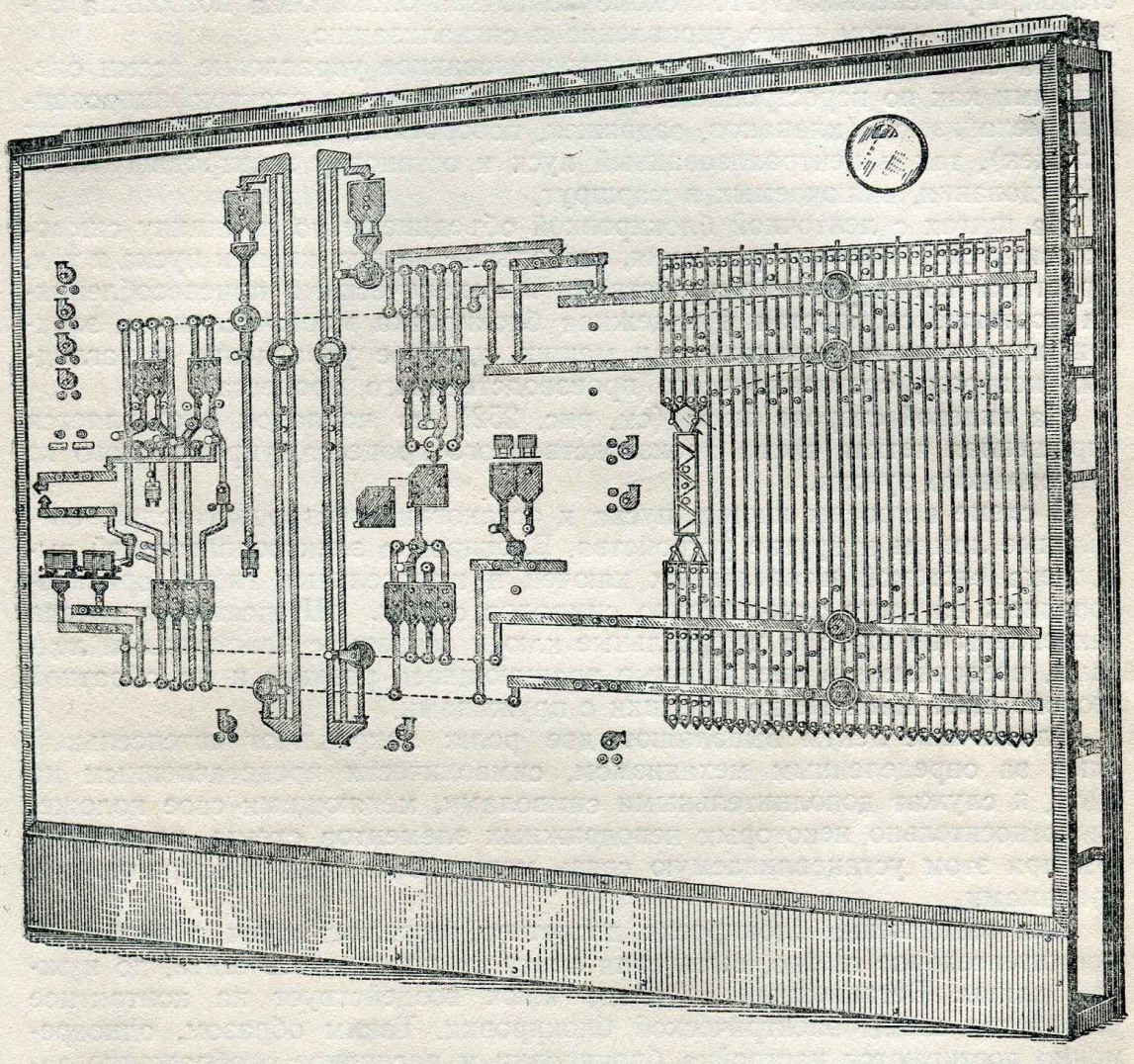


Рис. 252. Щит управления и сигнализации элеватора МК-2×100 с ленточной блокировкой

Наряду с централизованным управлением на элеваторе имеется установка для дистанционного определения температуры зерна в силосах. Показания термометров выведены на центральный пульт управления, который соединен телефонной связью с рабочими местами на элеваторе, с диспетчером мельницы, конторой элеватора и другими точками.

Рассмотренная схема представляет собой пример полной централизации и автоматизации управления всеми процессами на элеваторе и создает условия для повышения степени использования оборудования элеватора, повышает производительность труда и уменьшает численность обслуживающего персонала. Кроме перечисленных технико-экономических показателей автоматизация обеспечивает ведение производственного процесса на более высоком уровне, улучшает условия труда, повышает

срок службы оборудования, обеспечивает сохранность и улучшение качества зерна, хранящегося на элеваторе.

Описанная схема, являясь принципиально удачной, имеет ряд существенных конструктивных недостатков.

Один из недостатков этой схемы — необходимость установки в пункте управления двух щитов: сигнализационного и управления, что в значительной степени усложняет управление производственным процессом.

На рис. 252 приведена схема централизованного дистанционного управления для элеватора МК-2×100, устраняющая отмеченный недостаток. Примененная в этой схеме ленточная блокировка позволила совместить на одном щите управление и сигнализацию.

Эта схема предусматривает централизованное управление всеми операциями как по перестройке маршрутов при помощи электрифицированных механизмов (клапанов, задвижек, поворотных труб, сбрасывающих тележек), так и централизованный пуск и остановку электродвигателей оборудования, включаемых в маршрут.

На щитах с ленточной блокировкой объединены по принципу символических схем ключи управления, сигнальные лампы, кнопки пуска и т. д. Простыми контактными устройствами и механическими приспособлениями достигаются простая и надежная блокировка многочисленных электрифицированных механизмов и машин, удобное управление и наглядный контроль состояния всего производственного процесса.

На лицевой стороне щита (см. рис. 252) из накладок составляется упрощенная четкая схема производственного процесса, управляемого из центрального пункта.

В схеме встроены кнопки пуска и остановки электродвигателей, сигнальные лампы и другие устройства. Блокировка электродвигателей выполнена системой штепсельных ключей и штепсельных гнезд, ориентированных на щите относительно символов схемы. Штепсельные гнезда закреплены на щите, а штепсельные ключи связаны с эластичными лентами, введенными в специальные вращающиеся розетки и на обратной стороне щита навитые на катушки с пружинами.

Эластичные ленты выполняют две роли: закрепляют штепсельный ключ за определенным механизмом, символически представленным на щите, и служат дополнительными символами, меняющими свое положение относительно некоторых неподвижных элементов схемы, характеризуя при этом устанавливаемую связь между занятыми в операции механизмами.

Для выполнения блокировки диспетчер вставляет ключ в необходимое штепсельное гнездо, вытягивая ленту на поверхность щита, до нужной длины. Вставленный в гнездо ключ воздействует на контактное устройство схемы электрической блокировки. Таким образом, одновременно достигаются настройка блокировки и наглядное отображение задуманного соподчинения механизмов.

После завершения процесса настройки маршрута и сопутствующего ему процесса блокировки нажимается кнопка пуска. Первой операцией процесса автоматического пуска является подача сигнала на рабочие места. По истечении некоторого промежутка времени, устанавливаемого при помощи реле времени, в определенной последовательности приходят в действие машины маршрута. Для прекращения работы машин маршрута нажимают кнопку остановки, после чего машины прекращают работу в последовательности, обратной пуску.

Часто в систему блокировки включают распределительные механизмы (клапаны, задвижки, поворотные трубы), которые делают невозможным пуск машин маршрута в случае неправильного положения распределительных механизмов. С другой стороны, система автоматически останавливается, если в процессе работы какой-либо клапан будет переведен в новое положение.

О работе машин и механизмов системы сигнализируют лампы, встроенные в символические изображения схемы.

При повреждении какого-либо звена маршрута и остановке под действием автоматической защиты соответствующего электродвигателя все механизмы, включенные в маршрут, останавливаются и одновременно прекращается подача зерна на машины. Диспетчер по сигналам на щите узнает о факте и месте неполадок и дает распоряжение об их устранении.

Наряду со щитом управления в диспетчерском помещении устанавливают щит с приборами для дистанционного контроля за температурой зерна и сигнальные лампы степени заполнения зерна.

При ленточной блокировке в схему может быть включена система объемной сигнализации. Эта сигнализация останавливает машины маршрута в случае окончания опорожнения емкости и при ее полном заполнении, устраняя этим ненужный холостой пробег машин маршрута, а также предотвращая завал машин при переполнении емкости.

ГЛАВА XI

ПОДСОБНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Для обеспечения нормальной работы предприятий элеваторно-складского хозяйства необходимы наряду с основными сооружениями, предназначенными для выполнения определенных производственных процессов, также специальные здания и сооружения, объединяемые общим названием подсобные сооружения. Перечень этих зданий и сооружений зависит от типа, грузооборота и назначения предприятия.

К числу подсобных сооружений относятся помещения: зерновых лабораторий, для обработки тары, силовых станций, мастерских, гаража для мотовозов, складов для горючего, насосных станций, а также административные и бытовые помещения (конторы, душевые и раздевальни, места общественного пользования) и др.

Основные требования, предъявляемые к подсобным сооружениям, заключаются в следующем: размеры помещений должны соответствовать существующим нормам, а внутренняя планировка удовлетворять условиям работы; конструкции зданий и сооружений должны быть возможно простыми и предусматривать широкое применение местных материалов.

Разнообразие типов и конструкций подсобных сооружений, применяемых в элеваторно-складском хозяйстве, затрудняет ознакомление со всеми ними, поэтому ограничимся рассмотрением отдельных сооружений, служащих как бы типовыми для ряда предприятий.

Зерновая лаборатория предназначена для анализов образцов хлебопродуктов, поступающих, хранящихся и отгружаемых с предприятия.

Учитывая большое количество образцов, подлежащих анализу, особенно в период заготовительной кампании, здание лаборатории должно быть построено так, чтобы своей планировкой и размерами отдельных комнат обеспечивать быструю разделку образцов.

Необходимость хранить образцы, подвергнутые анализу, в течение продолжительного времени требует устройства при лаборатории специального помещения.

Большое внимание при проектировании лаборатории должно быть обращено на предупреждение возможности заражения вредителями как доставляемых, так и хранящихся в лаборатории образцов зернопродуктов.

Для предупреждения заражения образцов хлебопродуктов, доставляемых в лабораторию, необходимо прежде всего преградить доступ в рабочие помещения лаборатории посторонних лиц. В этих целях при планировании помещений лаборатории комнату для приема посетителей изолируют от других рабочих комнат.

В помещении лаборатории должна поддерживаться тщательная чистота, исключающая возможность гнездования вредителей. Для этой цели стены лаборатории оштукатуривают и окрашивают масляной краской. Не допускается устройство потолочных карнизов и других выступающих частей, служащих местом скопления пыли. Полы лаборатории

должны устраиваться без подполья, по возможности сплошные (магнезитовые).

Отопление помещения должно обеспечить поддержание во всех рабочих комнатах, за исключением помещения для хранения образцов, нормальной температуры. Помещение для хранения образцов не отапливается, температура воздуха в нем поддерживается близкой к наружной, а в летние месяцы — ниже температуры наружного воздуха. Двери в помещение должны плотно закрываться для того, чтобы предохранять от притока теплого воздуха из соседних комнат.

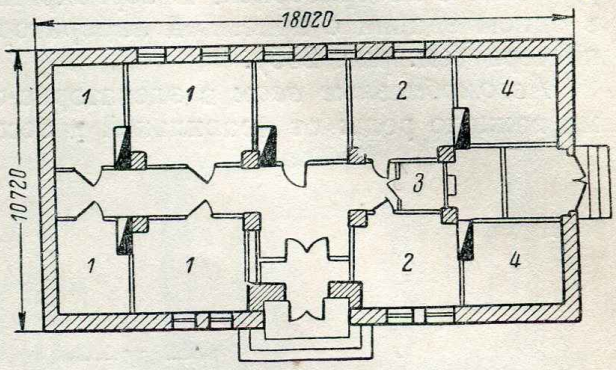


Рис. 253. План размещения лаборатории на заготовительном элеваторе 1949 г.:

1—контора; *2*—лаборатория; *3*—кладовая; *4*—жилая комната

На рис. 253 приведен план размещения зерновой лаборатории на заготовительном зернохранилище в одном здании с конторой.

Для зернохранилищ со значительным грузооборотом и большим объемом работ зерновой лаборатории необходима более расширенная площадь. В качестве примера на рис. 254 приведен план такой лаборатории, расположенной в отдельном здании, общей площадью 86 *м*².

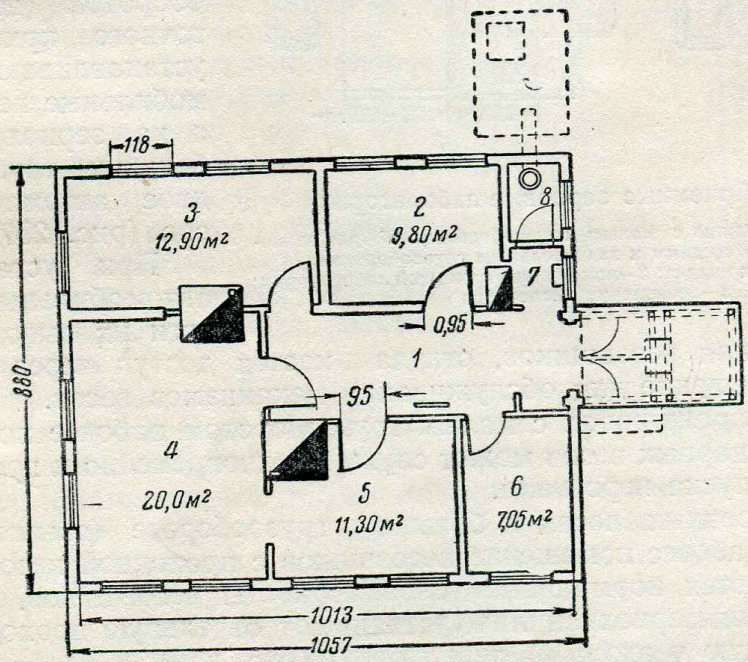


Рис. 254. План зерновой лаборатории:

1—передняя с тамбуром; *2*—комната заместителя директора по качеству; *3*—комната приема образцов; *4*—зерновая лаборатория; *5*—техно-химическая лаборатория; *6*—камера хранения образцов; *7*—умывальники; *8*—место общественного пользования

На предприятиях с большим грузооборотом (производственные, перевалочные, базисные, портовые зернохранилища) зерновые лаборатории обычно располагаются в одном здании с конторой и бытовыми помещениями (см. рис. 268 на стр. 307).

В период заготовительной кампании пользоваться зерновыми лабораториями для массовых анализов образцов не представляется возможным, так как большое скопление сдатчиков зерна нарушает нормальную работу персонала лаборатории. Поэтому на большинстве заготовитель-

ных зернохранилищах строят подсобные, действующие в период заготовок, приемные лаборатории, расположенные непосредственно у места приема зерна (рис. 255).

Приемная лаборатория кроме помещения для производства необходимых анализов имеет примыкающую к ней вплотную площадку для визировщиков, позволяющую осуществлять быструю и удобную связь визировщика с лабораторией. В зернохранилищах с большим грузооборотом в одном здании с приемной лабораторией размещается помещение диспетчера (см. рис. 255).

Автомобильные весы в элеваторно-складском хозяйстве играют весьма важную роль: от правильной и бесперебойной их работы зависит сокращение сроков стоянки автомобильного транспорта.

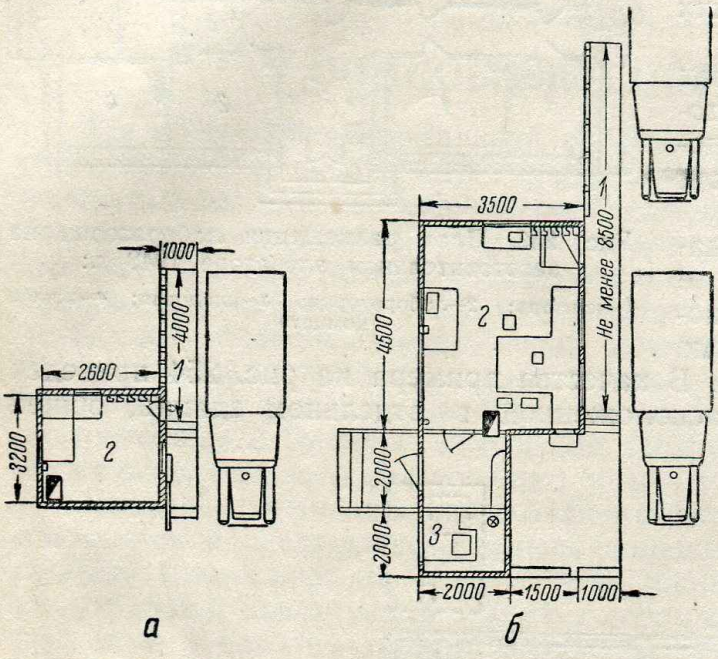


Рис. 255. Приемные зерновые лаборатории:

а—для зернохранилища с малым грузооборотом; *б*—для зернохранилища со средним и значительным грузооборотом; *1*—визировочная площадка; *2*—помещение приемной лаборатории; *3*—помещение диспетчера

На предприятиях элеваторно-складского хозяйства для взвешивания автомобилей применяют автомобильные весы грузоподъемной силой 25 *т*. В зависимости от грузооборота зернохранилища устанавливают одни или двое весов. На зернохранилищах с малым грузооборотом (до 400 *т* суточного приема) обычно устанавливают одни автомобильные весы (рис. 256) а на зернохранилищах с большим грузооборотом—двое автомобильных весов (рис. 257).

При установке двух автомобильных весов рычаги их выводят в общее помещение для весовщиков, откуда имеется доступ через люк в подвальное помещение для обслуживания механизмов весов.

На зернохранилищах с малым грузооборотом рабочее помещение весовщика одинарных весов может служить одновременно и проходной будкой для пропуска персонала.

При сдвоенных весах и большом грузообороте (свыше 15 000 *т*) совместить рабочее помещение весовщиков с проходной невозможно, так как нарушаются нормальные условия работы весовщиков. Поэтому на этой категории зернохранилищ устраивают отдельную проходную будку, расположенную у входа на территорию (рис. 258).

Вагонные весы. Для весового учета хлебопродуктов, поступающих либо отгружаемых с предприятия на железнодорожный транспорт, применяются вагонные весы грузоподъемностью 100 *т*, позволяющие производить взвешивание всех типов вагонов, имеющих обращение на железных дорогах страны.

Вагонные весы бывают однопутные, без изолира и поэтому пропускать через них паровозы нельзя (рис. 259,*а*), и двухпутные, имеющие второй путь, не соприкасающийся с весовым механизмом, позволяющий пропускать паровозы (см. рис. 259,*б*).

Место установки вагонных весов выбирают с таким расчетом, чтобы иметь возможность взвешивать все вагоны —как поступающие, так и отправляемые с предприятия.

Вагонные весы устанавливают на специальном фундаменте; весовой рычаг выводят в помещение для весовщиков (рис. 260), откуда имеется доступ через люки в подвальное помещение для обслуживания весовых механизмов.

Помещение для обработки тары. На предприятиях, хранящих продукты переработки зерна, возникает необходимость в обработке и починке мешков, возвращающихся обратно после выдачи хлебопродуктов.

Обработка и починка мягкой тары — мешков — производятся в специальных помещениях, оборудованных выколачивающими и швейными машинами (рис. 261).

Помещение для обработки мешков имеет специальную комнату для приема грязной тары, оборудованную приточно-вытяжной вентиляцией.

Поступившие на обработку мешки подвергаются очистке от пыли и остатков продуктов на мешковыбивальных машинах МТ-1, а затем рассортировываются по категориям.

Очищенные и рассортированные мешки, требующие ремонта, поступают в швейную, а целые — в склад готовой продукции. Вентиляция помещений и отдельных машин осуществляется при помощи вентилятора, очистка воздуха — на всасывающем фильтре. В случае возврата воздуха из вентиляционной системы в помещение необходимо предусмотреть тщательную очистку последнего на специальных фильтрах (висциновых либо других фильтрах).

Помещение для силовой станции. Применяемые в элеваторно-складском хозяйстве здания для силовых станций весьма разнообразны по своим размерам и планировке.

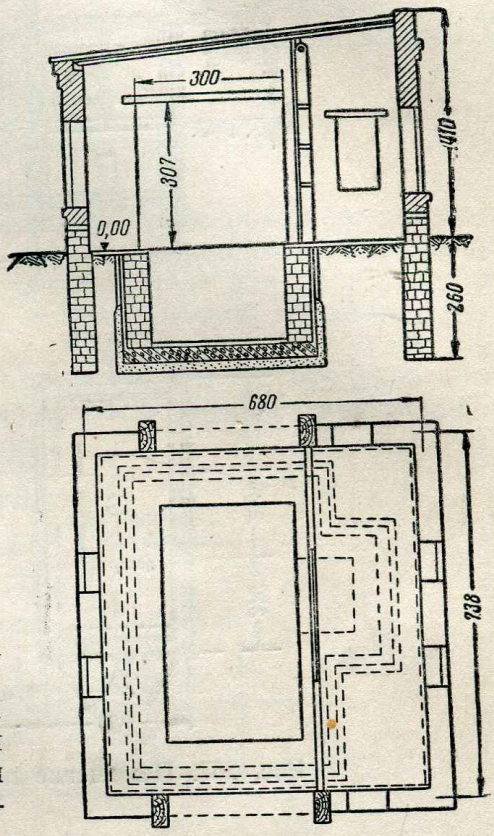


Рис. 256. Помещение для одинарных автомобильных весов

В связи с запрещением в последние годы устанавливать на элеваторах двигатели внутреннего сгорания, работающие на жидком топливе, основными типами двигателей на предприятиях элеваторно-складского хозяйства являются локомобили и газогенераторные двигатели, работающие, как правило, на местном топливе.

В зависимости от типа двигателя (локомобиль, двигатель внутреннего сгорания), числа двигателей, а также вида передачи энергии из помещения силовой станции к машинам (трансмиссия, электроэнергия от генератора) устанавливаются размеры и планировка зданий силовых станций.

В качестве примера локомобильных электростанций для предприятий элеваторно-складского хозяйства на рис. 262 приведена станция с двумя локомобилями, а на рис. 263 — с тремя локомобилями мощностью по 125 *л. с.* каждый.

Локомобили устанавливают в общем здании, имеющем специально выделенное топочное помещение, которое соединено со складом топлива узкоколейной железной дорогой.

Локомобили при помощи гибкой ременной передачи приводят в движение генераторы мощностью 105 *ква* каждый. Генераторы установлены в специальном помещении, в котором смонтирован распределительный щит.

Для обслуживающего персонала имеется бытовая комната; для производства работ по ремонту предусмотрено помещение для мастерской с необходимым для этой цели оборудованием.

В качестве примера силовой станции с трансмиссионной передачей энергии машинам можно привести станцию, построенную на ряде зерно-

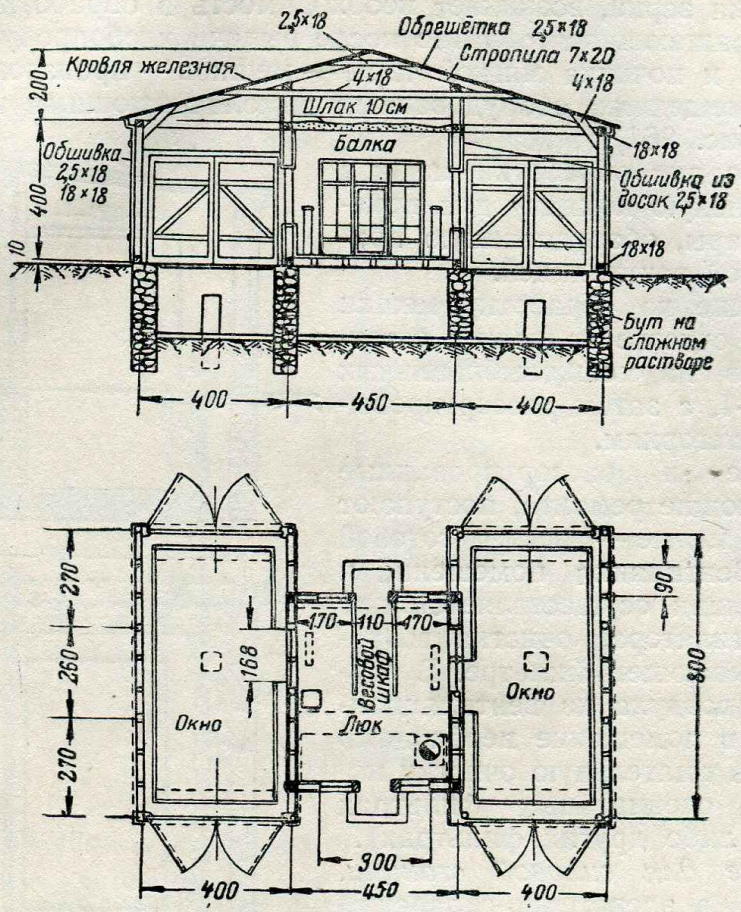


Рис. 257. Помещение для сдвоенных автомобильных весов

хранилищ (рис. 264). Силовая станция оборудована основным двигателем внутреннего сгорания — дизелем марки М-17 мощностью 65 *л. с.* и нефтяным двигателем марки ОВ-35 мощностью 35 *л. с.*, который включается при небольшой нагрузке, а также для снабжения предприятия электроэнергией.



Рис. 258. Проходная будка

Передача энергии от двигателей в рабочую башню элеватора осуществляется при помощи трансмиссии. От этой же трансмиссии приводится в движение электрогенератор марки С-812/8 мощностью 15 *ква,* питающий электроэнергией электродвигатели машин, отдаленных от центрального трансмиссионного привода, и осветительные точки предприятия.

Здание силовой станции должно быть огнестойким, поэтому стены его в зависимости от местных условий бывают каменные либо кирпичные. Перекрытие силовой станции железобетонное, пол сплошной бетонный с уложенными на нем метлахскими плитками или асфальтовый.

Трубопроводы силовой станции проложены в бетонных каналах, обеспечивающих возможность их ремонта. Каналы перекрываются сверху плитами из рифленной стали либо железобетона.

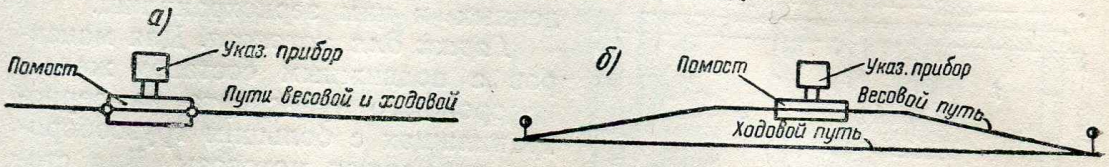


Рис. 259. Схемы установки вагонных весов:
а—установка однопутных весов; *б*—установка двухпутных весов

Мастерские в элеваторно-складском хозяйстве в основном предназначены для выполнения работ, связанных с текущим ремонтом оборудования. Поэтому мастерские должны иметь оборудование для производства столярных, слесарных, кузнечных работ и механической обработки металлов.

В зависимости от грузооборота зернохранилища и его оборудования размер мастерских, их техническая оснащенность должны быть различ-

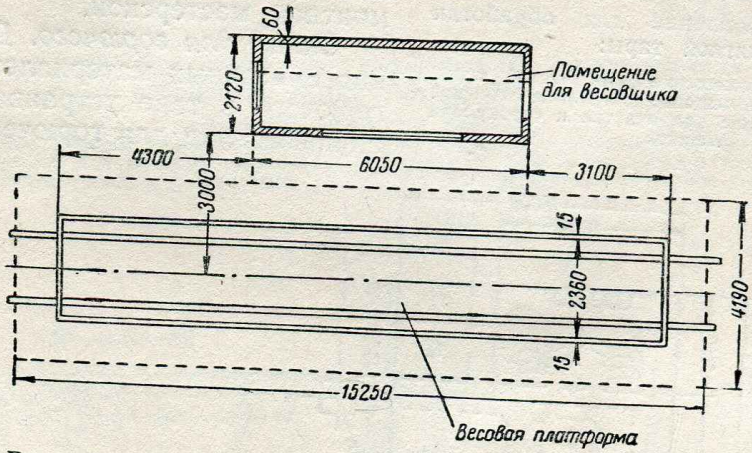


Рис. 260. Установка вагонных весов грузоподъемностью 100 *т*

ны. Однако до сих пор отсутствует какая бы то ни было типизация, устанавливающая перечень основного оборудования и планировку мастерских для различных типов зернохранилищ.

Мастерские заготовительных зернохранилищ при современной технической оснащенности должны иметь следующий минимум оборудования: токарно-винторезный станок с расстоянием между центрами 1 *м*, вертикально-сверлильный станок с диаметром сверления до 20 *мм*, электросварочный аппарат, слесарный верстак с тисками, кузнечный горн, столярный верстак, набор электроинструментов (электрофуганок и электропила).

Для размещения этого оборудования потребуется здание мастерской с помещениями: слесарно-механической, столярной и кузницей, расположенными под одной крышей (рис. 265).

На предприятиях элеваторно-складского хозяйства, оснащенных более сложным оборудованием, при большом количестве последнего (портовые зернохранилища и др.) необходимо иметь мастерские, оборудован-

ные разнообразными металлообрабатывающими станками, и помещения для столярных, жестяницких, кузнечных и сварочных работ.

Для выполнения работ, связанных с капитальным ремонтом, нет необходимости иметь на каждом зернохранилище мастерские со всем станочным оборудованием. Для этой цели целесообразно организовывать районные ремонтные базы, выполняющие работы для ряда прикрепленных к ним зернохранилищ.

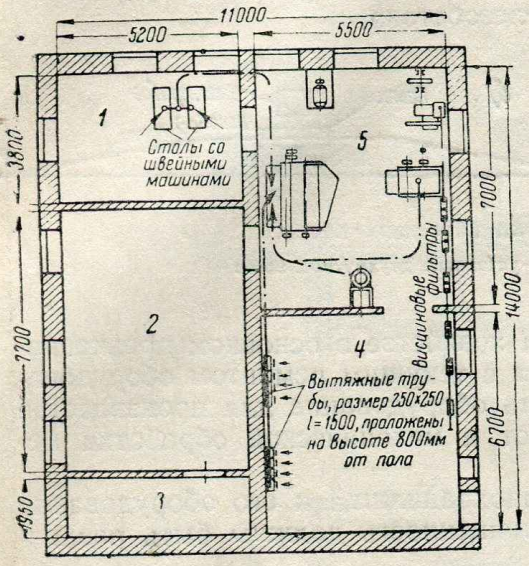


Рис. 261. Помещение для обработки мягкой тары:

1—швейная; *2*—помещение для чистой тары; *3*—кладовая; *4*—помещение для приема грязной тары; *5*—помещение для очистки и сортировки мешков

Гараж для мотовоза. Для маневров с подвижным составом железнодорожного транспорта на зернохранилищах с большим грузооборотом применяют мотовозы. Для стоянки мотовозов, их осмотра и проведения необходимого ремонта требуется специальное отапливаемое помещение. Здание для гаража мотовоза возводится из несгораемых материалов; пол — асфальтовый (рис. 266).

Для осмотра и ремонта мотовоза в полу устраивают специальную канаву. При гараже имеются комната для дежурного и помещение для ремонтной мастерской.

Склад для горючего. Для хранения смазочных материалов, а также горючего в таре устраивают специальный склад для горючего.

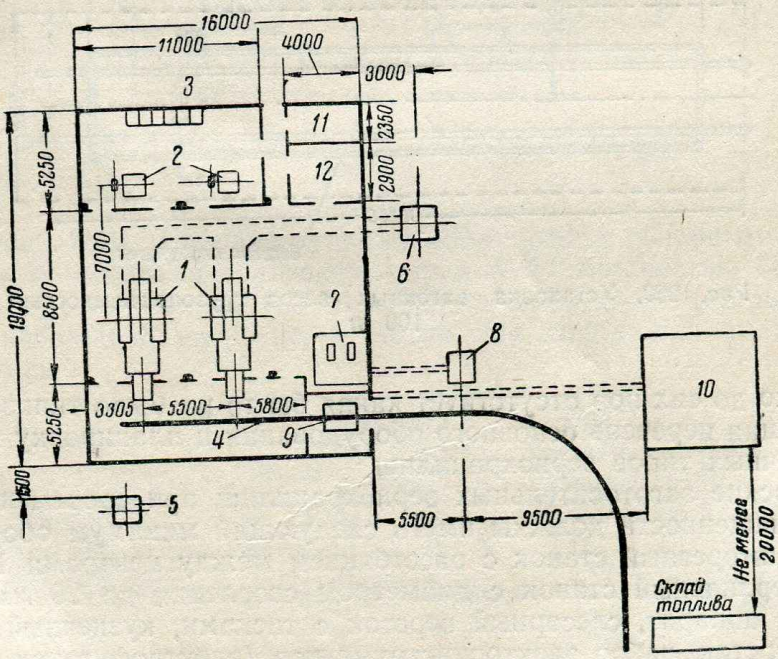


Рис. 262. Помещение для локомобильной электростанции на два локомобиля мощностью по 125 *л. с.* каждый:

1—локомобиль; *2*—генератор; *3*—распределительный щит; *4*—узкоколейный путь для подвоза топлива; *5*—продувочный колодец; *6*—дымовая труба; *7*—помещение для водяных насосов; *8*—резервуар горячей воды; *9*—весы для взвешивания топлива; *10*—градирня; *11*—бытовые помещения; *12*—ремонтная мастерская

Склад для горючего сооружается из несгораемых материалов; пол склада располагается на 0,5—0,75 *м* ниже уровня земли (рис. 267).

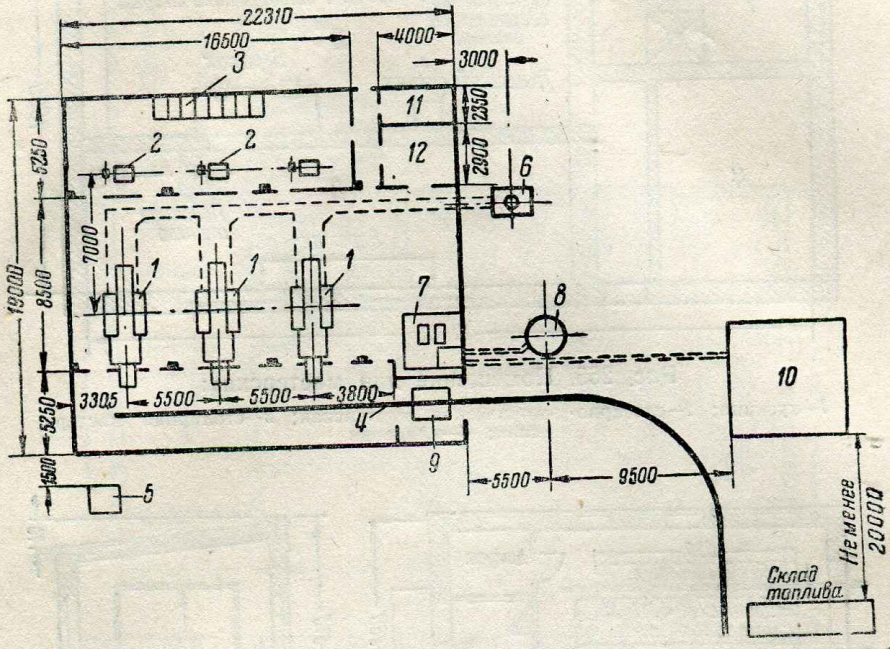


Рис. 263. Помещение для локомобильной электростанции на три локомобиля мощностью по 125 *л. с.* каждый:

1—локомобиль; *2*—генератор; *3*—распределительный щит; *4*—узкоколейный путь для подвоза топлива; *5*—продувочный колодец; *6*—дымовая труба; *7*—помещение для водяных насосов; *8*—резервуар горячей воды; *9*—весы для взвешивания топлива; *10*—градирня; *11*—бытовые помещения; *12*—ремонтная мастерская

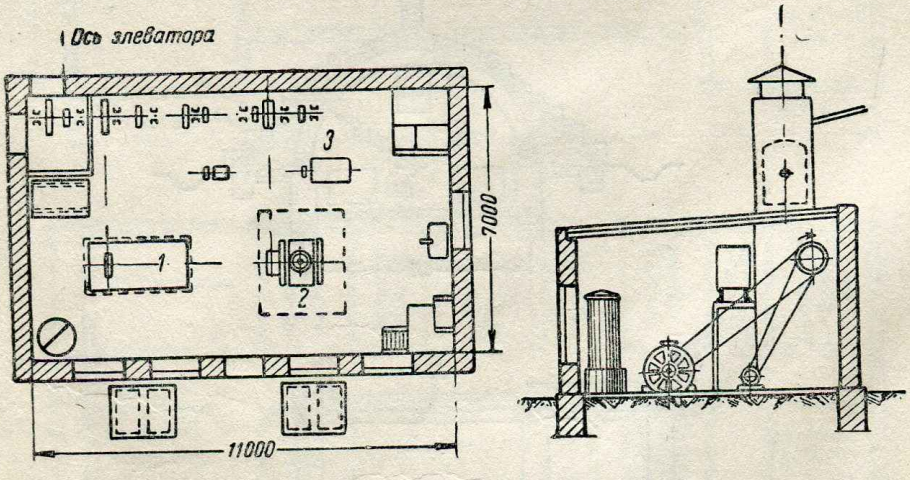


Рис. 264. Помещение для силовой дизельной станции с трансмиссионным приводом:

1—дизель МК-17 65 *л. с.*; *2*—нефтяной двигатель 35 *л. с.*; *3*—генератор 15 *ква*

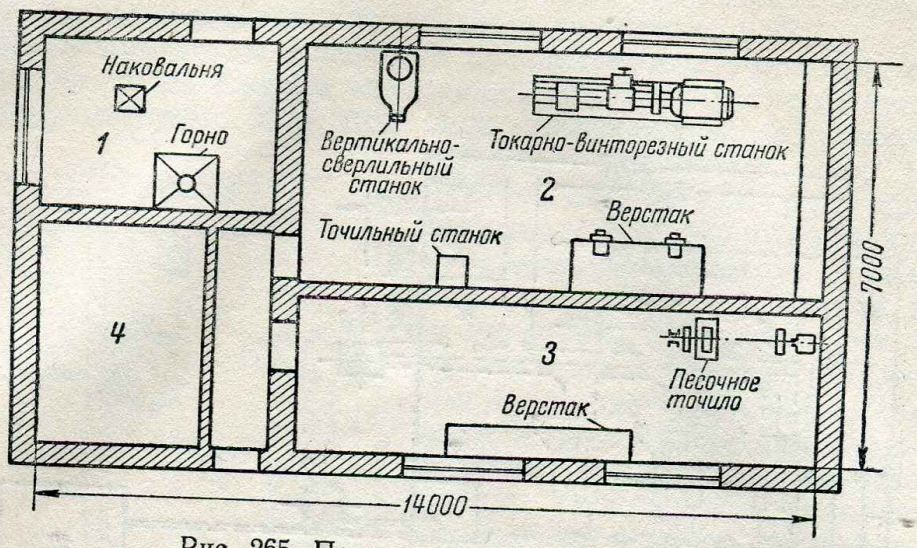


Рис. 265. Помещение для мастерских:

1—кузница; *2*—слесарно-механическая мастерская; *3*—столярная мастерская; *4*—кладовая

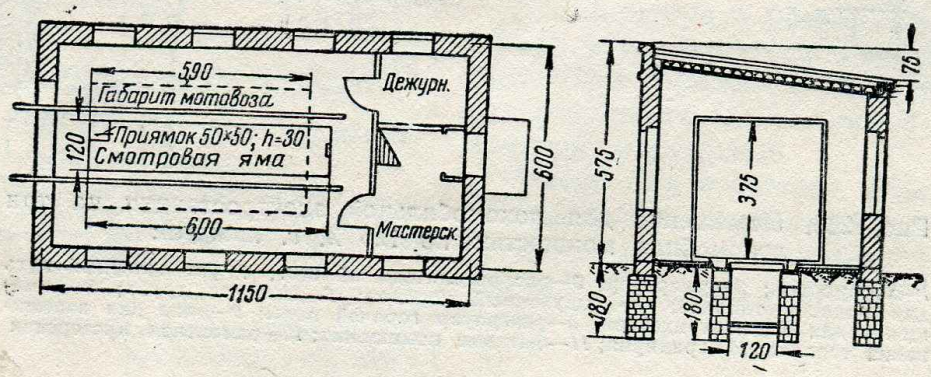
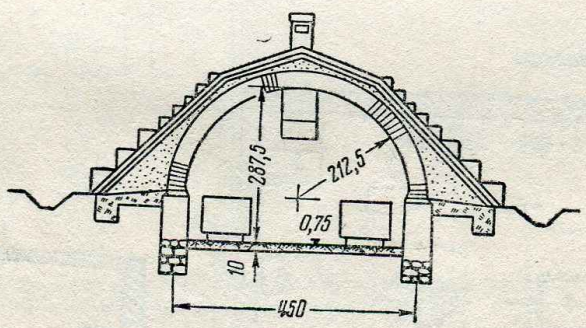


Рис. 266. Гараж для мотовозов



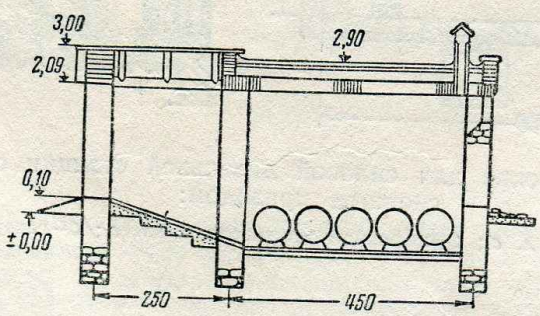
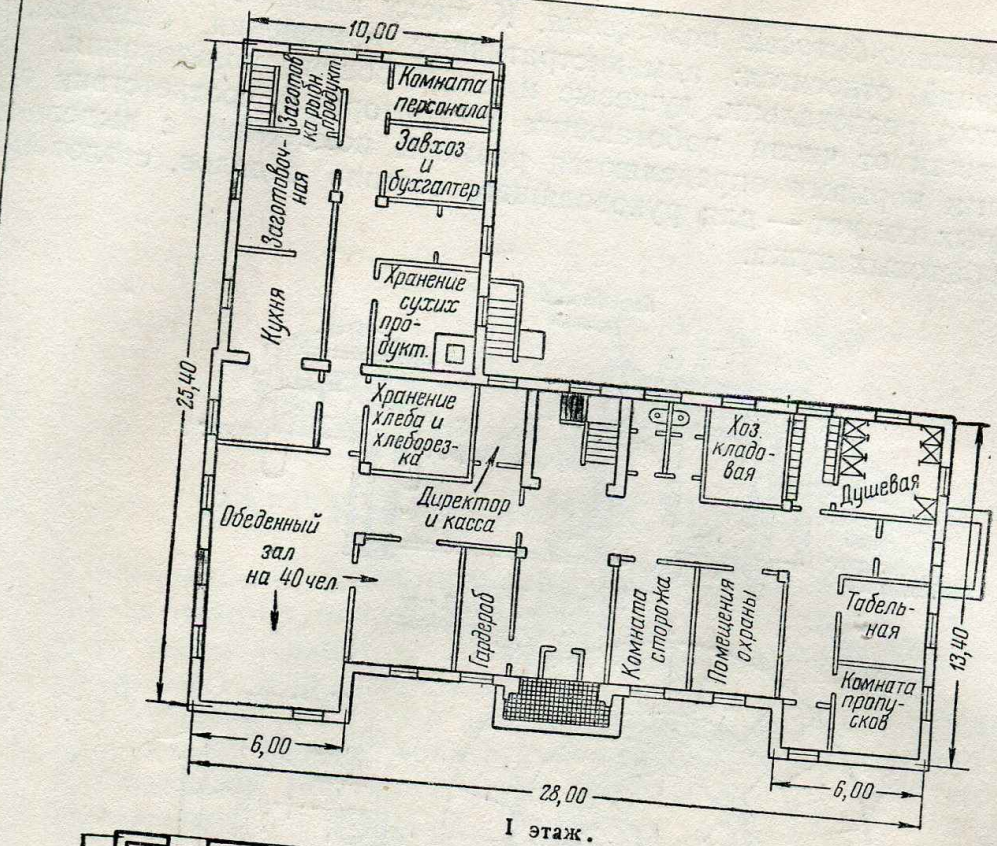
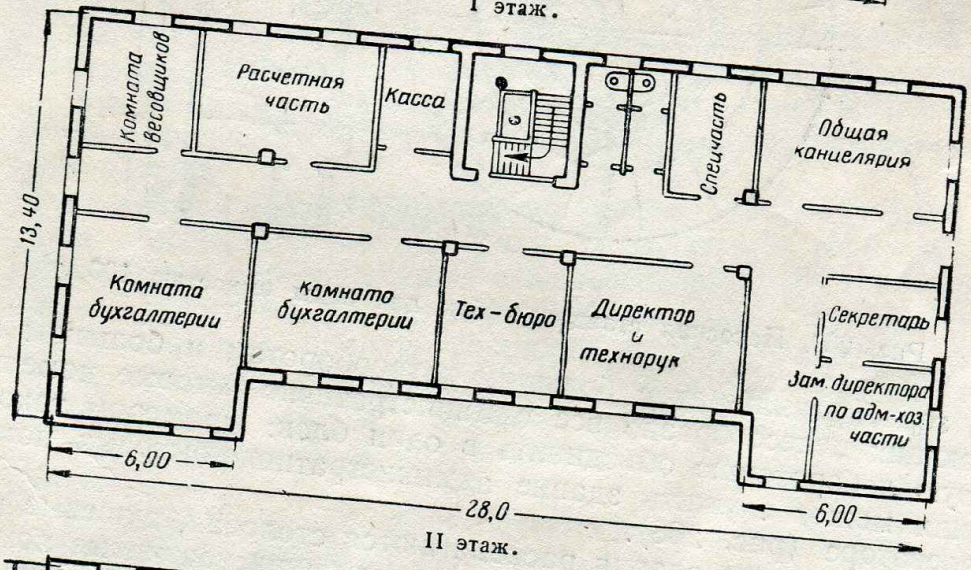


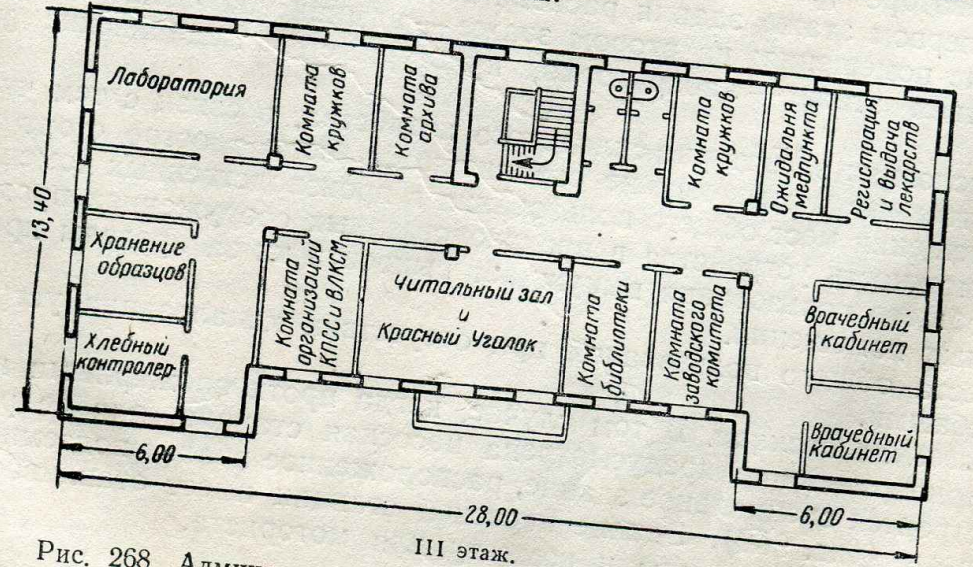
Рис. 267. Склад для горючего



I этаж.



II этаж.



III этаж.

Рис. 268. Административно-бытовые помещения на элеваторе

Административно-бытовые помещения. К числу административно-бытовых помещений относятся: административные помещения, столовая, красный уголок, раздевальни, душевые и места общего пользования.

В зависимости от числа работающих в конторе в соответствии с утвержденными нормами определяются размеры помещений с выделением отдельных комнат — для руководящего состава отделов, столовой и культурно-бытовых нужд.

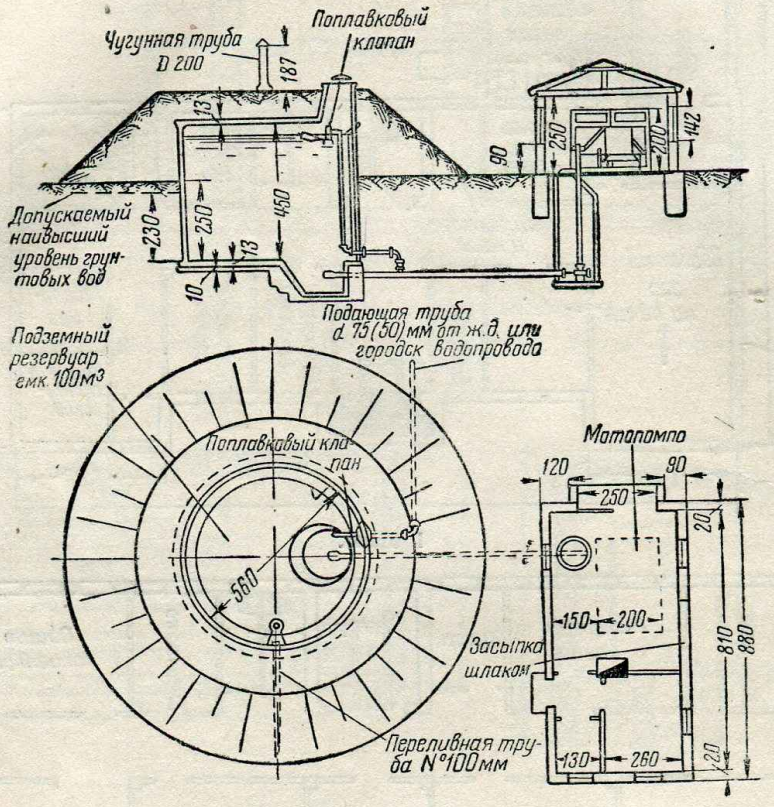


Рис. 269. Насосная станция и бак для воды емкостью 100 $м^3$

На зернохранилищах с большим грузооборотом и большим штатом работающих целесообразно все административно-бытовые помещения и зерновую лабораторию объединить в один блок. Примером такого объединения может служить здание административно-бытовых помещений при элеваторе (рис. 268).

На первом этаже здания располагаются столовая, душевые и хозяйственные помещения; на втором этаже — административные помещения; на третьем этаже — лаборатория, культурные и медицинские учреждения.

В условиях элеваторно-складского хозяйства, в связи с тем что производственные помещения не отапливаются, весьма остро стоит вопрос о размещении мест общего пользования в производственных помещениях. Невозможность устройства в производственных сооружениях промывных мест общего пользования вынуждает выносить их за пределы производственных помещений.

Места общего пользования при отсутствии канализации устраивают выгребными.

Насосная станция. В том случае, когда противопожарными нормами на зернохранилище предусмотрена насосная станция, для ее размещения строится специальное здание, расположенное вблизи подземного бака для воды (рис. 269). Здание насосной станции имеет отапливаемое помещение для мотопомпы и комнату для моториста.

ГЛАВА XII

ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Первичными хозяйственными предприятиями всесоюзного объединения Заготзерно, непосредственно ведущими операции с зерном и продуктами его переработки, являются заготовительные и перевалочные (досмотровые) зернохранилища.

Основное назначение заготовительного зернохранилища — прием зерна с автомобильного транспорта от сдатчиков, более или менее длительное хранение принятого зерна, улучшение его качества и отгрузка по назначению.

Наряду с перечисленными операциями заготовительное зернохранилище осуществляет по распоряжению своей областной конторы прием зерна, завозимого с других пунктов или предприятий железнодорожным или водным транспортом, и снабжение хлебопродуктами местных торгующих организаций.

Основное назначение перевалочного (досмотрового) зернохранилища — осуществление контроля за качеством зерна и продуктов его переработки, перегружаемых с железнодорожного транспорта на водный или с водного на железнодорожный, а также проведение мероприятий, обеспечивающих полную сохранность перегружаемых зерна, муки и крупы. Функции перевалочных зернохранилищ нередко поручаются заготовительным зернохранилищам, расположенным в местах перевалки.

Заготовительные зернохранилища по месту их расположения подразделяются на:

Линейные — железнодорожные (пристанционные) и водные (пристанские или портовые).

Глубинные — находящиеся в селениях, отдаленных от железнодорожных и водных путей сообщения [1].

В соответствии со своим назначением заготовительное зернохранилище должно иметь достаточную приемную и отпускную способность, исключающую задержку подвижного состава транспорта (автомобилей, вагонов, судов) сверх установленных договорами сроков, а также емкость, обеспечивающую размещение максимального остатка зерна, который может оказаться в зернохранилище в период его наиболее напряженной работы.

---

[1] Сеть глубинных зернохранилищ устанавливается и утверждается Министерством заготовок СССР по представлениям объединения Заготзерно. За открытие глубинных пунктов без разрешения министерства ответственность несут директор основного предприятия и управляющий конторой Заготзерно.

Указанные ограничения продиктованы соображениями экономического порядка, так как открытие глубинных зернохранилищ связано с дополнительными расходами на содержание аппарата увеличением потерь при хранении и распылением хлебных запасов.

1. ПРИЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

На заготовительное зернохранилище зерно поступает в основном с автомобильного транспорта, однако не исключена возможность поступления некоторого количества зерна с транспорта другого вида (железнодорожного или водного).

Приемная способность заготовительного зернохранилища должна быть увязана с предполагаемыми размерами поступления зерна от сдатчиков; она должна обеспечивать прием зерна, поступающего за сутки, в наиболее напряженный период заготовительной кампании, не допуская очередей и простоя автомобильного транспорта сдатчиков.

Предполагаемые размеры поступления зерна в зернохранилище устанавливаются на основе изучения перспектив развития зернового хозяйства района, тяготеющего к данному зернохранилищу, и темпов подвоза зерна сдатчиками. Полученные данные служат для составления графика поступления зерна.

При определении суточной приемной способности зернохранилища исходят из максимального тридцатидневного поступления зерна. Ввиду того, что поступление зерна на зернохранилище происходит неравномерно, в отдельные дни превышая среднесуточное поступление, в расчетах по определению суточной приемной способности заготовительного зернохранилища учитывают коэффициент неравномерности суточного поступления.

Исходя из сказанного выше, суточная приемная способность заготовительного зернохранилища, обеспечивающая бесперебойный прием зерна в период заготовительной кампании, должна быть равна:

$$Q_{сутки} \geqslant \frac{P_{max}}{30} K_{сутки} \ т/сутки, \qquad (XII, 1)$$

где P_{max} — предполагаемое максимальное тридцатидневное поступление зерна в $т$;

$K_{сутки}$ — коэффициент неравномерности суточного поступления в наиболее напряженный период заготовительной кампании.

Для правильного решения вопроса о приемной способности заготовительного зернохранилища необходимо с достаточной точностью установить предполагаемый размер максимального тридцатидневного поступления зерна, зависящий от темпов заготовок, и коэффициент неравномерности суточного подвоза.

Эти данные должны быть установлены в процессе экономического обследования места строительства.

Работа заготовительных зернохранилищ была подвергнута в 1935/36 и 1939/40 гг. специальному исследованию бригадой Всесоюзного научно-исследовательского института зерна под руководством проф. Д. В. Шумского [1].

При обоих обследованиях были проверены зернохранилища с различным годовым поступлением зерна — от 12 до 50 тыс. $т$ в год.

Ко времени обследования 1935/36 г. план хлебозаготовок в большинстве мест был выполнен значительно ранее утвержденных сроков. В дальнейшем темпы заготовок год от года повышались.

В основном на обследованных зернохранилищах план по обязательным поставкам зерна, натуроплате и возврату семенной ссуды был выполнен за 50—60 дней. За эти дни в Днепропетровской области на заготовительные склады поступило 85% зерна от годового плана заготовок,

---

[1] Проф. Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II, стр. 138—144, Заготиздат, 1941.

в Омской — 80%, а наиболее напряженный период кампании, в течение которого поступило 80% заготовок этих двух месяцев, длился всего 31 день. Но если учесть все годовое поступление зерна, включая гарнцевый сбор и хлебозакупки, то процент поступления за 31 день составил приблизительно 65 от всего годового поступления, причем этот процент оказался одинаковым и для Омской, и для Днепропетровской областей, т. е. для районов с различными сроками созревания и уборки хлебов.

Учитывая продолжающееся увеличение числа комбайнов и рост автомобильного транспорта и одновременное дальнейшее организационное укрепление колхозов, ВНИИЗ рекомендовал принимать для заготовительных зернохранилищу поступление в течение 30 дней не 65, а 75% всех годовых заготовок зерна.

За последние годы сроки уборки урожая и сдачи зерна государству значительно сократились. Так, в южных областях страны сдача зерна государству в 1948 г. длилась около 45—50 дней и в основном была завершена к 1 сентября, спустя 3 года продолжительность сдачи уже сократилась до 30—35 дней, а в ряде передовых районов — до 20 дней (рис. 270).

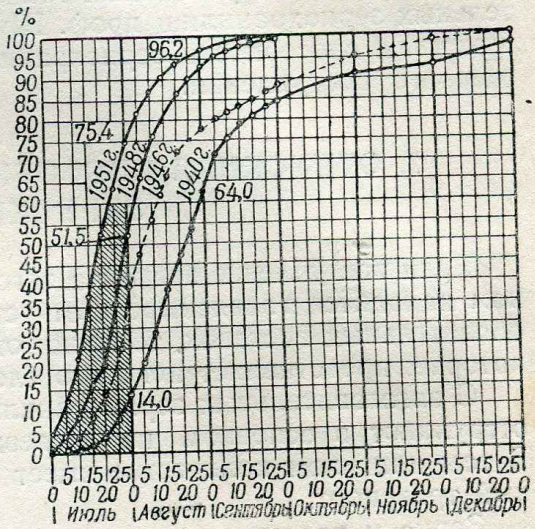


Рис. 270. Темпы поступления зерна на заготовительные зернохранилища в южных районах.

Такие же изменения в тех или иных пределах произошли и в других районах.

Следует отметить, что одновременно с сокращением сроков сдачи зерна наблюдается и ритмичное поступление его на заготовительные зернохранилища в течение суток [1].

По данным обследования ВНИИЗ (1935/36 г.), по отдельным дням наиболее напряженного периода заготовительной кампании (31 день) зерно поступало неравномерно. В течение большей половины этого периода поступление зерна не достигало среднесуточного, четвертую часть периода зерно поступало с превышением на 1÷30% и только менее четверти периода имело место более интенсивное поступление, но коэффициент неравномерности и в данном случае оставался ниже 2.

Основываясь на материалах обследования 1935/36 г., проф. Шумский полагал, что коэффициент неравномерности суточного поступления в наиболее напряженный период заготовительной кампании, с которым следует считаться при проектировании, можно принимать равным 1,3.

Обследование 1939 г. обнаружило несколько более повышенную неравномерность: по отдельным зернохранилищам коэффициент неравномерности суточного подвоза колебался от 1,5 до 1,8.

Поступление зерна по отдельным часам суток колебалось значительно: в некоторых случаях коэффициент часовой неравномерности достигал 3, но в 83% наблюдений он не превышал 1,5; при этом темпы поступления как в дневное, так и в ночное время были почти одинаковыми.

Промзернопроект в своих расчетах принимает коэффициент неравномерности суточного подвоза зерна автомобильным транспортом равным 2 [2], а коэффициент часовой неравномерности подвоза зерна автомобильным транспортом равным 1,5.

---

[1] Э. С. Хувес. Техническая эксплуатация элеваторов и складов, стр. 100—101. Заготиздат, 1952.

[2] Промзернопроект. № 5877/258-Э — Нормы технологического проектирования элеваторов, 1951.

При наличии в приемном устройстве с автомобильного транспорта ларей достаточной емкости коэффициент часовой неравномерности подвоза зерна можно не принимать во внимание при определении производительности транспортного оборудования, участвующего в приеме, так как в ларях происходит накапливание зерна в часы, когда поступление зерна превышает среднечасовое.

Если же емкость приемных ларей недостаточна, то при определении производительности транспортного оборудования, участвующего в приеме зерна, коэффициент часовой неравномерности подвоза должен быть учтен.

На основании указанных выше двух обследований работы заготовительных зернохранилищ проф. Шумский пришел к выводу, что суточная приемная способность зернохранилища может быть принята около 3% годового поступления.

2. ОТПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Если поступление зерна на заготовительные зернохранилища в основном находится в зависимости от устанавливаемых правительством сроков обязательных поставок, то сроки отпуска зависят от ряда факторов, учет которых представляет немалую сложность.

С заготовительных зернохранилищ зерно и продукты его переработки отгружают в основном на железнодорожный или водный транспорт. В том или ином количестве имеет место также отгрузка на автомобильный транспорт.

Зерно и продукты его переработки перевозятся железнодорожным и водным транспортом по планам Министерства заготовок СССР.

Объем перевозок хлебных грузов очень велик. Достаточно указать, что в числе грузов, перевозившихся железнодорожным и водным транспортом в годы, предшествовавшие Великой Отечественной войне, хлебные грузы занимали одно из первых мест.

Направление потоков хлебных грузов устанавливается Министерством заготовок СССР и объединением Заготзерно на основе расчета ресурсов зерна, муки и крупы в отдельных республиках, краях и областях СССР.

Как организации, работающие на хозяйственном расчете, республиканские, краевые и областные конторы Заготзерно при организации перевозок хлебных грузов заинтересованы в снижении расходов на тариф и фрахт. Поэтому они обязаны особо тщательно разрабатывать свои планы перевозок.

Разработанные Министерством заготовок СССР планы перевозок хлебных грузов, согласованные с Министерствами путей сообщения, речного и морского флота, утверждаются правительством СССР и служат исходным материалом для составления плана помесячного отпуска хлебопродуктов с заготовительных зернохранилищ.

Суточная отпускная способность зернохранилища должна быть увязана с предполагаемыми размерами отпуска на все виды транспорта и обеспечивать в период наиболее напряженного вывоза отгрузку зерна в течение суток, не допуская простоя транспорта.

При определении суточной отпускной способности зернохранилища исходят из предполагаемого максимального месячного отпуска.

Суточная отпускная способность заготовительного зернохранилища должна быть равна:

$$Q_{сутки} \geqslant \frac{B_{max}}{30} K'_{сутки} \text{ т/сутки,} \qquad \text{(XII,2)}$$

где B_{max} — предполагаемый максимальный месячный вывоз зерна в m;
$K'_{сутки}$ — коэффициент неравномерности суточного отпуска в период наиболее напряженного вывоза зерна.

Суточная отпускная способность заготовительного зернохранилища должна обеспечить возможность отгрузки зерна маршрутами.

Предполагаемый размер максимального месячного вывоза и коэффициент неравномерности суточного отпуска должны быть установлены в процессе экономического обследования места строительства [1].

В течение суток отгрузка зерна на все виды транспорта протекает неравномерно: вагоны под погрузку подаются два, самое большее — три раза в сутки, баржи чаще всего один раз в сутки. Сроки погрузки вагонов и судов строго ограничены: вагонов — договором, заключенным директором зернохранилища с начальником железнодорожной станции, судов — судосуточными нормами погрузки.

Сроки погрузки вагонов определяются сторонами на основе тщательного анализа операций. Обычно на погрузку вагонов одной подачи устанавливается срок от 2 до 3 час.

Максимальное количество вагонов одной подачи и фронт одновременной погрузки вагонов устанавливаются сторонами в зависимости от протяженности подъездных путей, способа выполнения операций (с применением механизации или без нее) и других обстоятельств и фиксируются в договоре.

Погрузка вагонов считается законченной с момента оповещения станции о готовности вагонов для уборки с подъездных путей зернохранилища.

Продолжительность погрузки судна исчисляют с момента его установки к причалу до момента окончания операций и уборки с судна вспомогательных машин, механизмов, инвентаря.

Из сказанного следует, что часовая отпускная способность заготовительного зернохранилища должна обеспечивать соблюдение установленных в договоре сроков погрузки вагонов одной подачи или судо-суточные нормы погрузки судов. На основании этого условия определяется производительность отпускных устройств.

Произведенное бригадой ВНИИЗ обследование работы заготовительных зернохранилищ показало, что размеры отгружаемых партий зерна и периоды отгрузок в различных районах сильно разнятся друг от друга — в одном районе они протекают в период заготовок с большим напряжением, в других совершенно не производятся.

Так, в Днепропетровской области отгрузка начиналась уже в период заготовок, причем за 2 месяца заготовок составляла 32—35% годового размера и наиболее напряженная отгрузка или совпадала с месяцем наибольшего поступления, или протекала в ближайший следующий месяц.

В Омской области в период заготовок отгрузка почти не производилась, начиналась же она с ноября-декабря и достигала максимума в январе-феврале.

Выводы ВНИИЗ свидетельствуют, что при определении отпускной способности заготовительного зернохранилища необходимо основываться на тщательно собранных материалах экономического обследования района строительства.

---

[1] В Нормах технологического проектирования элеваторов Промзернопроекта коэффициент неравномерности суточного отпуска на железнодорожный транспорт принят равным 1,5÷2.

3. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА НА ЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ

Доставляемое на заготовительное зернохранилище зерно в большем или меньшем количестве содержит семена сорных растений, поврежденные и дефектные зерна основной культуры, зерна других культур, органические и минеральные примеси.

В зависимости от метеорологических условий в период уборки урожая большее или меньшее количество поступающего зерна может иметь повышенную влажность.

Засоренность и влажность принимаемого зерна не должны превышать норм, установленных ограничительными кондициями. Однако зерно, принятое по этим кондициям, все же не может быть сразу направлено на длительное хранение или отпущено потребителям, так как примеси или повышенная влажность могут вызвать при хранении самосогревание, а при отпуске потребителям — иметь более высокую норму, чем это предусмотрено отпускными кондициями.

В настоящее время на заготовительные зернохранилища поступают большие партии зерна, убранного комбайнами. В таком зерне, не прошедшем процесса послеуборочного дозревания, даже при нормальной влажности нередко возникает самосогревание вследствие присутствия отдельных зерен различной влажности, а также примесей с большим процентом содержания влаги.

При появлении вредных процессов они распространяются часто на всю партию зерна, засыпанную в хранилище и, таким образом, приходится пропускать через машины в порядке лечения большие массы зерна. Гораздо проще и дешевле принимать предварительные меры — все поступающее влажное и сырое зерно очистить и просушить, а засоренное и свежеубранное — очистить. При этом возможно срок зерносушения несколько удлинить по сравнению с периодом заготовок и принять его дней в 90—100. Очистка принимаемого зерна должна быть поточной.

Очистка и сушка зерна на заготовительных зернохранилищах, кроме того, освобождают транспорт от необходимости перевозить сорные примеси и воду, содержащиеся в зерне, т. е. способствуют лучшему использованию подвижного состава транспорта.

Таким образом, при существующих условиях хлебооборота в СССР на заготовительных зернохранилищах необходимо устанавливать не только зерноочистительные машины, но и сушилки (в районах, где наблюдается поступление сырого и влажного зерна).

Состав и производительность зерноочистительных машин и производительность зерносушилки устанавливают на основе данных о качестве ожидаемого к поступлению зерна.

Основываясь на материалах обследования работы заготовительных зернохранилищ, проф. Д. В. Шумский пришел к выводу, что суточная зерноочистительная способность заготовительного зернохранилища должна быть не менее 50% его приемной способности.

Вопрос о необходимой мощности зерносушильной установки является одним из наиболее сложных, так как количество влажного зерна весьма сильно колеблется по отдельным годам в зависимости от метеорологических условий. В среднем влажного зерна можно ожидать до 20% всего поступления, причем половина этого количества предположительно будет нуждаться в двукратном пропуске через зерносушилку. Проф. Д. В. Шумский пришел к выводу: для того чтобы основная масса зерна, принятого в заготовительный период, была просушена не позднее чем в течение 100 дней, следует сушильную суточную способность определить в 0,3% годового поступления. Зерносушилка такой мощности может

пропустить за 100 дней 30% зерна, принятого в напряженный период, что соответствует поступлению 20% влажного зерна с двукратным пропуском половины этого количества через зерносушилку.

Кроме очистки и тепловой сушки в зернохранилищах применяют другие виды улучшения качества зерна: активное вентилирование зерна, пропуск по транспортерам для снижения температуры, переборку кукурузы, обрушивание ее и т. д.

4. ЕМКОСТЬ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Емкость заготовительного зернохранилища должна соответствовать максимальному накоплению зерна в нем.

Определение требуемой емкости производят на основе изучения предполагаемого оборота заготовительного зернохранилища. Величина этой емкости находится в зависимости от темпов поступления и отгрузки зерна, так как они (темпы) имеют важное значение в образовании остатков. Эта зависимость подтверждается увеличением емкости заготовительных зернохранилищ в нашей стране.

В первые годы советской власти (до 1929 г.) зерно поступало от единоличников и сроки заготовок были продолжительными, а вывоз зерна с зернохранилищ производился интенсивно в связи с большой потребностью в нем. На зернохранилищах в эти годы не образовывались значительные остатки зерна и потому не было необходимости в строительстве на них большой емкости.

С развитием коллективизации сельского хозяйства и ростом автомобильного транспорта темпы заготовок значительно усилились, тогда как вывоз зерна с зернохранилищ изменился мало, в связи с чем увеличилось накопление зерна в зернохранилищах и возникла необходимость в увеличении их емкости.

Обследование работы заготовительных зернохранилищ, произведенное бригадой ВНИИЗ в 1935/36 г., показало, что в Днепропетровской области, в которой отпуск зерна с зернохранилищ начинался уже в период заготовок, наибольшее накопление зерна составляло 60% от годовых заготовок. В Омской области, в которой за основной период заготовок отгрузка не производилась, наибольшее накопление определилось в 80% годовых заготовок. Кроме того, необходимо предусматривать 10÷15% так называемой маневровой емкости для обеспечения перемещения зерна.

Основываясь на материалах обследований работы заготовительных зернохранилищ, произведенных бригадой ВНИИЗ в 1935/36 и 1939/40 гг., проф. Д. В. Шумский пришел к выводу, что заготовительные зернохранилища в западных и южных районах нуждаются в емкости, вмещающей 60—70% годового поступления зерна, а в северных и восточных — 90—100%. Эти величины сохраняют значение в том случае, если темпы отгрузок зерна с заготовительных зернохранилищ не будут подвергнуты значительным изменениям. Таким образом очевидно, что необходимая емкость заготовительных зернохранилищ любого района может быть установлена только после специального изучения этого района.

На основе такого изучения устанавливают предполагаемый грузооборот зернохранилища с определением остатков зерна на конец каждого месяца. Емкость зернохранилищ определяют из размера наибольшего остатка, умноженного на коэффициент маневренного резерва, принимаемого от 1,1 до 1,15.

Примерный график грузооборота заготовительного зернохранилища для южных районов приведен в табл. 46.

Как видно из таблицы, максимальный остаток зерна образуется в конце августа — в сентябре и составляет 57% от годового поступления.

Таблица 46

Ориентировочный грузооборот заготовительного зернохранилища в процентах от годового поступления зерна
(для южных районов)

Месяцы	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
Прием с автомобильного транспорта	56	25	13	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Отпуск на железнодорожный транспорт	7	18	13	10	8	8	7	5	5	8	11	—
Остаток на конец месяца . .	50	57	57	52	44	36	29	24	19	11	0	—

С учетом коэффициента маневренного резерва 1,1 емкость заготовительного зернохранилища $E_{заг}$, выраженная в процентах от годового поступления зерна $Q_{заг}$, составит:

$$E_{заг} = 0{,}57 \cdot 1{,}1 Q_{заг}\ 100\% = 62{,}7\% Q_{заг}.$$

Емкость элеватора, сооружаемого на заготовительном зернохранилище, где уже имеется большое количество простых складов, должна быть такой, чтобы он мог делать 2—3 оборота. Этого можно достичь, если все операции по приему, отгрузке, сушке, очистке будут осуществляться элеватором, а склады будут только хранить зерно.

5. СОВМЕЩЕНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩАМИ ФУНКЦИЙ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ ДРУГИХ ТИПОВ

Очень часто заготовительным зернохранилищам приходится выполнять функции других типов зернохранилищ: базисных, фондовых, производственных и перевалочных.

Осуществляя длительное хранение зерна на месте заготовок, заготовительные зернохранилища выполняют функции базисных зернохранилищ, передавая зерно на производственные и портовые зернохранилища. Поэтому особое значение может иметь подготовка на заготовительных зернохранилищах партий зерна требуемого качества.

Многие заготовительные зернохранилища хранят резервные фонды зерна, выполняя, таким образом, функции фондовых зернохранилищ.

Некоторые заготовительные зернохранилища, в районе расположения которых находятся перерабатывающие зерно предприятия, снабжают эти предприятия зерном, выполняя, следовательно, функции производственных зернохранилищ.

Заготовительные зернохранилища, расположенные в местах скрещивания железнодорожных и водных путей, занимаются перегрузкой зерна с одного вида транспорта на другой, выполняя наряду с заготовительными функции перевалочных зернохранилищ.

Из сказанного видно, что ряд заготовительных зернохранилищ, как, впрочем, и многие зернохранилища других типов, могут выполнять разнообразные функции.

6. ГОДОВАЯ РАБОТА ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Годовая работа заготовительного зернохранилища, определяемая количеством зерна, в тоннах, пропущенного через нории, может быть представлена следующей схемой:

Принять в год	Q т
Очистить все поступающее зерно, учитывая, что половина его пойдет на очистку непосредственно при приеме, половина из силосов. Часть зерна в процессе хранения будет нуждаться в перегонке для охлаждения. Перегоняемое зерно полезно пропускать через сепаратор. В данном случае предположено, что перегонке подвергается половина всего принимаемого зерна: (0,50+ +0,50 · 2+0,50 · 2)	2,5 Q „
Просушить 10% принятого зерна за 1 пропуск через сушилку и 10% за 2 пропуска (0,10 . 2+ +0,10 · 3)	0,5 Q „
Отпустить	Q „
Итого	5,0 Q т

Подсчет этот носит грубо ориентировочный характер и пригоден только для получения самых общих представлений о работе зернохранилища. Понятно, что для отдельных заготовительных зернохранилищ подобные подсчеты могут дать результаты, сильно отличающиеся от действительных, и потому их следует производить одновременно с экономическими изысканиями.

7. ТИПЫ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ

Предшественниками заготовительных элеваторов в дореволюционной России являлись механизированные склады, строившиеся у станций железных дорог и пристаней. Собственно настоящие силосные элеваторы, рассчитанные на прием зерна от производителей, начали строить земства и железные дороги с 90-х годов прошлого столетия.

Государственный банк, начавший с 1911 г. строительство элеваторов, выполнявших одновременно функции заготовительных и базисных, построил до 50 таких элеваторов. Впоследствии, в годы советской власти, они полностью стали заготовительными элеваторами.

Сооружение заготовительных элеваторов у нас началось после Октябрьской революции. Первые восемь элеваторов были построены Хлебопродуктом в 1924 г. В последующие годы (1925—1928) строительство заготовительных элеваторов наряду с Хлебопродуктом, оставшимся основной хлебозаготовительной организацией, вели и другие организации, занимавшиеся заготовкой хлеба: Госбанк, Укрхлеб, Вукопспилка, Центросоюз, Хлебоцентр и др.

С 1928 г. строительством заготовительных элеваторов занимается только Союзхлеб, преобразованный из Хлебопродукта, к которому перешла и вся сеть заготовительных элеваторов. С 1931 г. строительство элеваторов продолжают объединения Заготзерно, выделенные при преобразовании Союзхлеба.

Заготовительные элеваторы постройки 1924—1930 гг. Заготовительные элеваторы постройки 1924—1930 гг. являются первыми объектами советского элеваторостроения (см. рис. 5—9). Их схемы производственного процесса и конструкции развивались в соответствии с ростом народного хозяйства (в частности сельского хозяйства) и централизации хлебооборота нашей страны.

Характерными особенностями заготовительных элеваторов этого периода является: относительно небольшая емкость (1050—3500 *т*),

постепенно увеличивавшаяся по мере роста темпов поступления зерна на элеваторы; небольшие приемная и отпускная способности, соответствовавшие, однако, требованиям того времени, когда наибольший прием на элеваторах не превышал 100—150 *т/сутки,* а наибольшая отгрузка — 200—280 *т/сутки.*

Большинство элеваторов, построенных в 1924—1930 гг., были самотечными. Строительство элеваторов транспортерного типа началось в 1927 г., когда в связи с развитием коллективизации определилась необходимость увеличения емкости элеватора и его приемной способности.

Почти все элеваторы этого периода были построены из дерева; часть из них (элеваторы 1924 г.) была смешанной конструкции: стены нижнего этажа кирпичные на бутовом фундаменте, подсилосное перекрытие железобетонное с железобетонными воронками, силосы и надсилосное помещение деревянные, обшитые снаружи оцинкованной сталью; в небольшом количестве были построены элеваторы из железобетона.

Осуществление строительства заготовительных элеваторов в 1924—1930 гг. дало возможность советским инженерам накопить опыт, необходимый для создания более совершенных типов элеваторов, отвечающих новым, возросшим требованиям нашего народного хозяйства.

Успешное выполнение плана индустриализации и коренная перестройка сельского хозяйства изменили лицо страны. Рост социалистического сектора и технической вооруженности сельского хозяйства обеспечил дальнейшее увеличение валового сбора зерна, резко повысил товарность зернового хозяйства и сократил сроки сдачи зерна государству.

Происшедшие изменения в экономике страны потребовали создания новых типов элеваторов, которые соответствовали бы новым условиям — растущим из года в год объемам поставок зерна и темпам сдачи его государству.

В результате обобщения накопившегося опыта в 1930/31 г. был создан новый тип заготовительного элеватора, получивший широкое распространение.

Заготовительные элеваторы постройки 1931—1938 гг. В 1931 г. существовавший тип транспортерного заготовительного элеватора был подвергнут дальнейшему усовершенствованию главным образом за счет установки более мощного транспортного оборудования и увеличения приемной способности. Был создан новый тип элеватора, получивший наименование ДЛ-66, с нориями производительностью по 66 *т/час.* Элеваторы типа ДЛ-66 строились емкостью 3500 и 5000 *т.*

В 1932 г. в связи с установлением нового стандарта транспортного оборудования элеватор ДЛ-66 был перепроектирован в элеватор типа ДЛ-75 (см. рис. 10, 11), широко применявшийся в практике элеваторостроения до 1939 г.

Элеватор ДЛ-75 транспортерного типа. Силосный корпус и башня элеватора деревянные, в строительном отношении представляли одно целое сооружение, основанное на общем бутовом фундаменте. Общая емкость элеватора составляла 5000 *т.*

Силосный корпус реечной конструкции имеет 15 рядов силосов в длину и 3 ряда в ширину. Размеры силосов в плане 3,2×3,2 *м* по осям стен, высота силосов 18,5 *м.* Верхняя часть рабочей башни каркасной конструкции.

Элеватор типа ДЛ-75 оборудован двумя нориями производительностью по 75 *т/час* каждая, двумя ковшевыми весами грузоподъемностью по 5 *т,* двумя сепараторами № 5 производительностью 32 *т/час* каждый, надсилосным, подсилосным и подамбарным ленточными транспортерами.

Для приема зерна с автомобильного транспорта служит приемный амбар с поперечным проездом машин; для приема зерна с железной

дороги в башне имеется ларь, связанный самотеком с одной из норий. Отпуск зерна на железнодорожный транспорт производится из отпускных бункеров в силосном корпусе.

Отпуск зерна на автомобильный транспорт предусматривался в затаренном виде. Для этой цели к силосному корпусу со стороны, противоположной башне, пристроен тарный амбар. Отпуск зерна насыпью на автомобильный транспорт был предусмотрен только в последнем из отпускных силосов, расположенных в конце корпуса.

В случае необходимости к элеватору пристраивали зерносушильный цех с сушилкой производительностью 8 *т/час*. Для подачи зерна в здании зерносушилки установлена нория производительностью 12 *т/час*. Просушенное зерно из сушилки в элеватор передается при помощи подамбарного транспортера.

Пыль удаляют при помощи двух аспирационных сетей. Запыленный воздух от вентиляторов аспирационных сетей и сепараторов направляют в пылевую камеру, расположенную на расстоянии 20 *м* от элеватора. Отходы от сепараторов передаются в камеру отходов, расположенную рядом с силосным корпусом.

Привод всех машин элеватора трансмиссионный от двигателя мощностью 100 *л. с.*, а зерносушилки — от двигателя 35 *л. с.*

В последующем элеваторы этого типа строили в некоторых случаях с электрифицированным приводом машин от собственной электросиловой станции.

Элеваторы типа ДЛ-75 строили с некоторыми небольшими изменениями с 1932 г. вплоть до 1939 г. В результате изменений стоимость элеватора значительно возросла, удлинились сроки строительства. Это привело к тому, что Наркомат заготовок решил отказаться от строительства элеваторов типа ДЛ-75 и объявил в 1938 г. конкурс на более совершенные типы деревянных заготовительных элеваторов емкостью 2500 и 5500 *т*.

По конкурсу лучшими были признаны проекты элеваторов, составленные Промзернопроектом, которые и были утверждены Наркоматом заготовок как типовые для строительства в 1939 и 1940 гг.

Расширение емкости построенных элеваторов. В 1930—1938 гг. в связи с необходимостью в срочном порядке увеличить емкость заготовительных зернохранилищ, вызываемой быстрым развитием сельского хозяйства на базе сплошной коллективизации, наряду со строительством новых элеваторов расширялись имеющиеся элеваторы, причем увеличение элеваторной емкости производилось в большей мере путем реконструкции имеющихся элеваторов, чем строительства новых. Объясняется это тем, что тонна емкости расширяемых элеваторов обходится более чем вдвое дешевле тонны емкости вновь строящихся элеваторов. Кроме того, расширение гораздо легче выполнимо, совершается на базе уже имеющегося оборудования и производится быстрее.

В самотечных элеваторах, не имеющих отдельного силосного корпуса, пристраивался корпус емкостью до 5000 *т* с надсилосным и подсилосным транспортерами. Таким образом, бывший самотечный элеватор превращался как бы в рабочую башню нового транспортерного элеватора. Разрыв между силосным корпусом и самотечным элеватором определялся возможностью расположения фундаментов нового и старого зданий.

В транспортерных элеваторах, имевших уже силосные корпуса, пристройка новых силосов непосредственно к деревянному силосному корпусу допускалась только в том случае, когда общая площадь достраиваемого силосного корпуса и деревянного элеватора с рабочей башней не превышала установленной противопожарными нормами.

В элеваторах ДЛ-66 и ДЛ-75 пристройка новых силосных корпусов производилась или по продолжению существующего корпуса с разрывом, установленным действовавшими в то время противопожарными нормами,

или с другой стороны башни с таким же разрывом. При этом новый корпус соединялся со старым при помощи подземной галереи и надсилосного моста.

При расширении силосного корпуса элеватора в отдельных случаях возникал вопрос о реконструкции всего предприятия, если она вызывалась условиями работы данного пункта.

Повышение приемной способности элеватора достигалось заменой приемного амбара с продольным проездом амбаром с поперечными проездами. Это переустройство повышало приемную способность амбара в 3—4 раза.

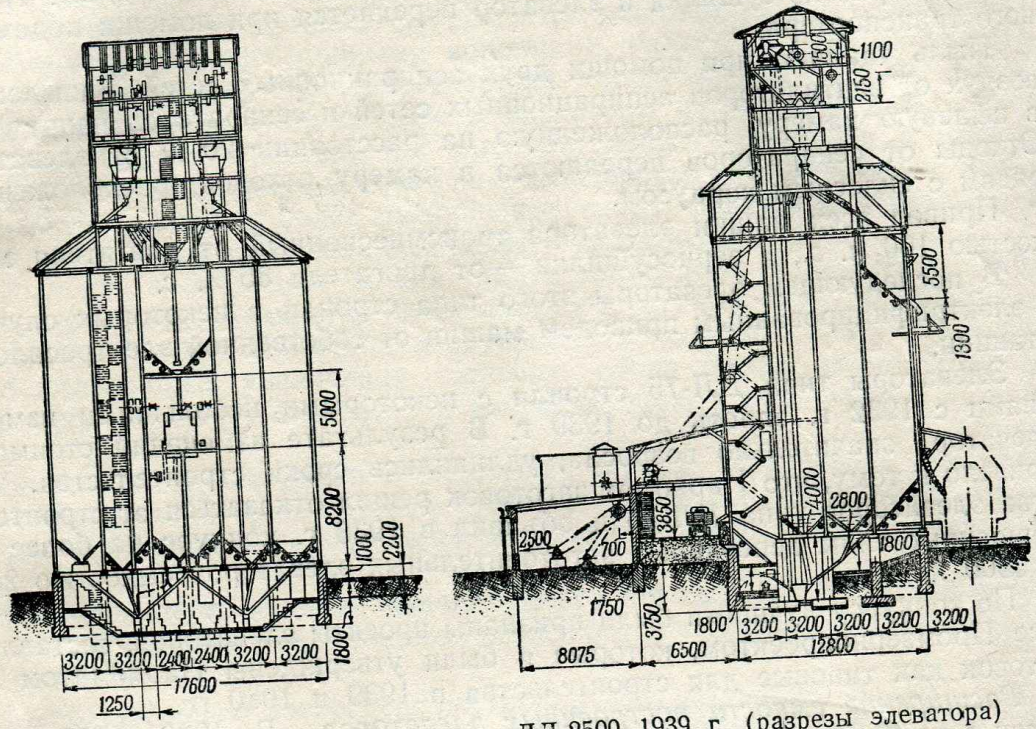


Рис. 271. Заготовительный элеватор ДЛ-2500 1939 г. (разрезы элеватора)

Более сложной являлась реконструкция башни, связанная с заменой оборудования, в том числе и двигателя. В некоторых случаях башня элеватора перестраивалась в верхней части так, что схема движения зерна устанавливалась такая же, как и на элеваторах ДЛ-75.

Заготовительные элеваторы постройки 1939—1941 гг. Обследование и изучение работы заготовительных зернохранилищ, произведенные в 1935/36 г., показали, что их работа к 1936 г. резко дифференцировалась по объему. В связи с этим была признана несостоятельной всякая попытка удовлетворить потребности весьма различных заготовительных зернохранилищ проектом элеватора одного типа.

На основании материалов этого обследования было установлено 5 типов элеваторов для зернохранилищ с оборотом 10, 20, 30, 40, 60 и более тысяч тонн в год.

Руководствуясь этими данными, Промзернопроект разработал в 1938/39 г. типовые проекты заготовительных элеваторов ДЛ-2500 для зернохранилищ с малым годовым оборотом, ДЛ-5500 — для зернохранилищ со средним годовым оборотом и ДЖЛ-2×100 — для зернохранилищ с большим годовым оборотом.

Заготовительный элеватор типа ДЛ-2500 1939 г. (рис. 271). Элеватор деревянный, емкостью 2500 *т*, самотечный, представляет собой 4-рядный силосный корпус с надсилосной башней каркасной конструкции, возвышающейся над корпусом на 15 *м*. Высота силосной кладки от цоколя

21 *м*. Общая высота элеватора от уровня земли 37 *м*, размеры в плане 17,6×12,8 *м*. В направлении, параллельном железнодорожному пути, располагается 6 рядов силосов по 4 в каждом. Один из силосов занят под лестничную клетку.

В элеваторе предусматривались (см. рис. 208): 2 нории производительностью по 45 *т/час*, 2 ковшевых весов грузоподъемностью по 5 *т*, 2 поворотные трубы для распределения зерна по силосам, сепаратор № 5 производительностью 32 *т/час*, 2 винтовых транспортера для удаления отходов из элеватора, 2 вентилятора обеспыливающих сетей. Привод в движение машин запроектирован в двух вариантах: через трансмиссию от тракторного двигателя ЧТЗ М-17 мощностью 65 *л. с.* и от электродвигателей, получающих ток от собственной электросиловой станции.

Прием зерна с автомобильного транспорта мог производиться по двум вариантам: в два ларя, прилегающих к элеватору, и в приемный амбар на два проезда.

Отпуск на железнодорожный транспорт производится из 6 отпускных бункеров, расположенных в силосах, ближайших к железнодорожному пути. Этот элеватор может принять 500 *т* зерна в сутки и отгрузить 10 вагонов в течение 2 час. Все принятое зерно может быть в тот же день очищено на сепараторе.

Существенное отличие заготовительного элеватора типа ДЛ-2500 1939 г. от самотечных заготовительных элеваторов предыдущих типов заключается в том, что весы в противоположность прежним типам самотечных элеваторов подняты наверх, благодаря чему отпадает необходимость вторично поднимать зерно после взвешивания.

Кроме того, значительно увеличена емкость элеватора путем увеличения высоты силосов и более удачного их размещения относительно норий.

Однако стоимость тонны емкости самотечного элеватора типа ДЛ-2500 оказалась более высокой, чем элеватора транспортерного типа, поэтому он не получил широкого применения в строительстве. Более широкое распространение получил заготовительный транспортерный элеватор типа ДЛ-5500 1939 г.

Заготовительный элеватор типа ДЛ-5500 1939 г. транспортерный, емкостью 5500 *т* был спроектирован с учетом возможности расширения его емкости до 11 000 *т* (5500+5500).

Проект этого элеватора был разработан в следующих вариантах:

1) с приводом всех машин от трансмиссий:

а) с 2 нориями производительностью по 100 *т/час* каждая;

б) с 2 нориями производительностью по 45 *т/час* каждая;

2) с электрифицированным приводом всех машин, с 2 нориями производительностью по 100 *т/час* каждая.

Основным является вариант с нориями производительностью 100 *т/час*. При установке норий производительностью по 45 *т/час* в проекте не предусматривалось никаких изменений за исключением мощности двигателя в силовой станции.

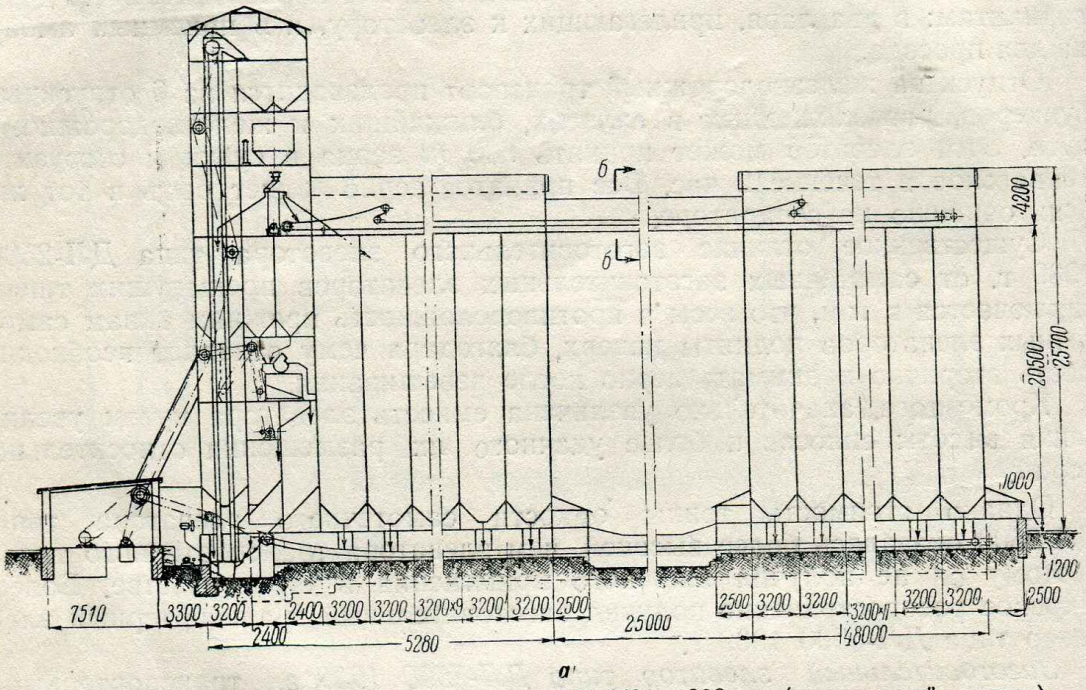
По составу и расположению оборудования в башне и первом силосном корпусе оба варианта (с трансмиссионным и электрифицированным приводами машин) не отличаются друг от друга, поэтому ниже приводится описание только одного из них — с трансмиссионным приводом машин.

Элеватор типа ДЛ-5500 (рис. 272,*а* и *б*) представляет собой деревянный трехрядный силосный корпус с надсилосной башней каркасной конструкции, возвышающейся над корпусом на 16,2 *м*. Общая высота башни 37,7 *м* над уровнем земли, силосного корпуса — 25,7 *м*; высота силосов от цоколя до надсилосного перекрытия 20,5 *м*.

Емкость элеватора 5500 *т* (точнее 5528 *т*). Распределяется она следующим образом:

в 42 силосах для хранения зерна	4829 *т*
в 14 бункерах для отпуска на железную дорогу	284 „
в 2 бункерах для отпуска на автомобильный транспорт	40 „
в башне элеватора	375 „
Итого	5528≈5500 *т*

Элеватор имеет 2 нории производительностью по 100 *т/час* (или по 45 *т/час*), 2 весов грузоподъемностью по 10 *т*, ленточные транспортеры — надсилосный производительностью 175 *т/час*, подсилосный, подамбарный, для приема с железной дороги производительностью по



а

Рис. 272а. Заготовительный элеватор ДЛ-5500 1939 г. (продольный разрез)

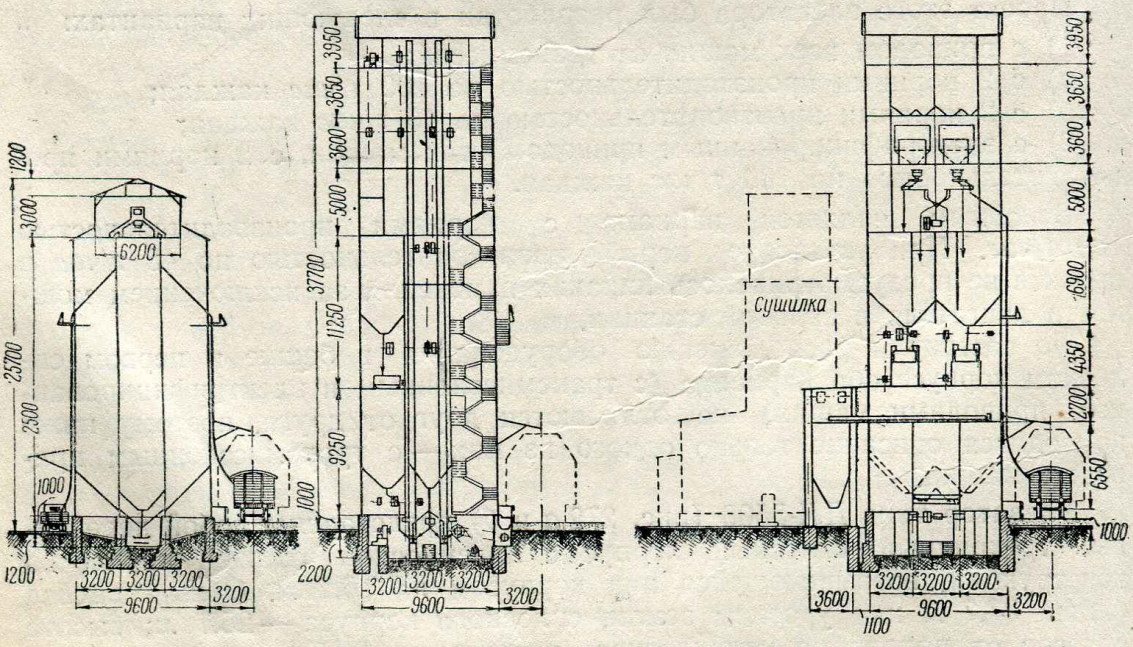


Рис. 272б. Заготовительный элеватор ДЛ-5500 1939 г. (поперечные разрезы)

100 *т/час*, 2 сепаратора № 5 производительностью по 32 *т/час* каждый, 2 шнека для вывода отходов из элеватора, дисковый однороторный триер производительностью 4 *т/час*.

Для приема зерна с автомобильного транспорта при элеваторе имеется приемный амбар с четырьмя поперечными проездами.

Предусмотрена также возможность поступления на элеватор зерна в вагонах. Прием с железной дороги обеспечен устройством возле башни приемного ларя с передачей зерна коротким ленточным транспортером в башмак нории.

Отпуск зерна на железнодорожный транспорт производится из 14 отпускных силосов емкостью по 20,3 *т* каждый, отпуск на автомобильный транспорт — из 2 силосов.

Предусмотрена возможность устройства зерносушилки производительностью 4 или 8 *т/час*.

Элеватор имеет гибкую схему движения зерна и отходов (см. рис 209).

Необходимо отметить также весьма компактное размещение всех сооружений элеватора. При полном обеспечении движения по территории значительно сокращена площадь мощения. Площадь, на которой разместились все здания и сооружения при элеваторе емкостью 5500 *т*, составляет 1,3 *га*, а при расширении элеватора до 11 000 *т* площадь увеличивается до 1,6 *га* вместо требовавшихся ранее 4 *га*.

Одновременно с составлением проекта элеватора типа ДЛ-5500 Промзернопроект разработал проект элеватора типа ДЖЛ-2×100, предназначавшийся для заготовительных зернохранилищ с большим грузооборотом.

Элеватор типа ДЖЛ-2×100 (рис. 273) двукрылый, с железобетонной башней и двумя силосными корпусами смешанной конструкции (надсилосная галерея и стенки силосов деревянные, подсилосное помещение железобетонное) общей емкостью 14 214 *т*. Железобетонная башня служит брандмауером, разделяющим силосные корпуса, расположенные по обе стороны от нее каждый на расстоянии 5,0 *м*.

Широкого применения в практике строительства элеватор типа ДЖЛ-2×100 не получил в силу того, что он не устранял недостатков элеваторов деревянной конструкции.

Заготовительные элеваторы деревянной конструкции в силу их огнеопасности не могли удовлетворять требованиям, предъявляемым к сооружениям. Конструкция деревянных элеваторов не давала возможности для широкого применения более совершенных индустриальных методов производства строительных работ, не создавала условий для сокращения сроков строительства элеваторов.

Эти соображения послужили причиной отказа от строительства деревянных элеваторов и в 1944 г. они были заменены более совершенными элеваторами железобетонной конструкции.

Восстановление элеваторов на заготовительных зернохранилищах в 1943—1946 гг.[1]. Во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. элеваторно-складскому хозяйству фашистскими захватчиками был причинен огромный ущерб. Восстановление элеваторно-складской заготовительной сети по сути дела потребовало строительства зернохранилищ заново, но уже на более высоком уровне.

Обследование показало, что деревянные элеваторы и склады разрушены полностью, а железобетонные получили тяжелые повреждения.

Наиболее стойкими являются, как и следовало ожидать, железобетонные элеваторы.

Каменные конструкции фундаментов подвергаются разрушению больше, чем железобетонные, и сохраняются только в случае не слишком

[1] Раздел написан по данным Промзернопроекта.

длительного воздействия на них огня или если при завале подвала зерном они оказались прикрытыми от прямого воздействия огня.

Соображения, принятые в основу при составлении проектов восстановления заготовительных элеваторов, пострадавших во время Великой Отечественной войны, могут быть сведены к следующему:

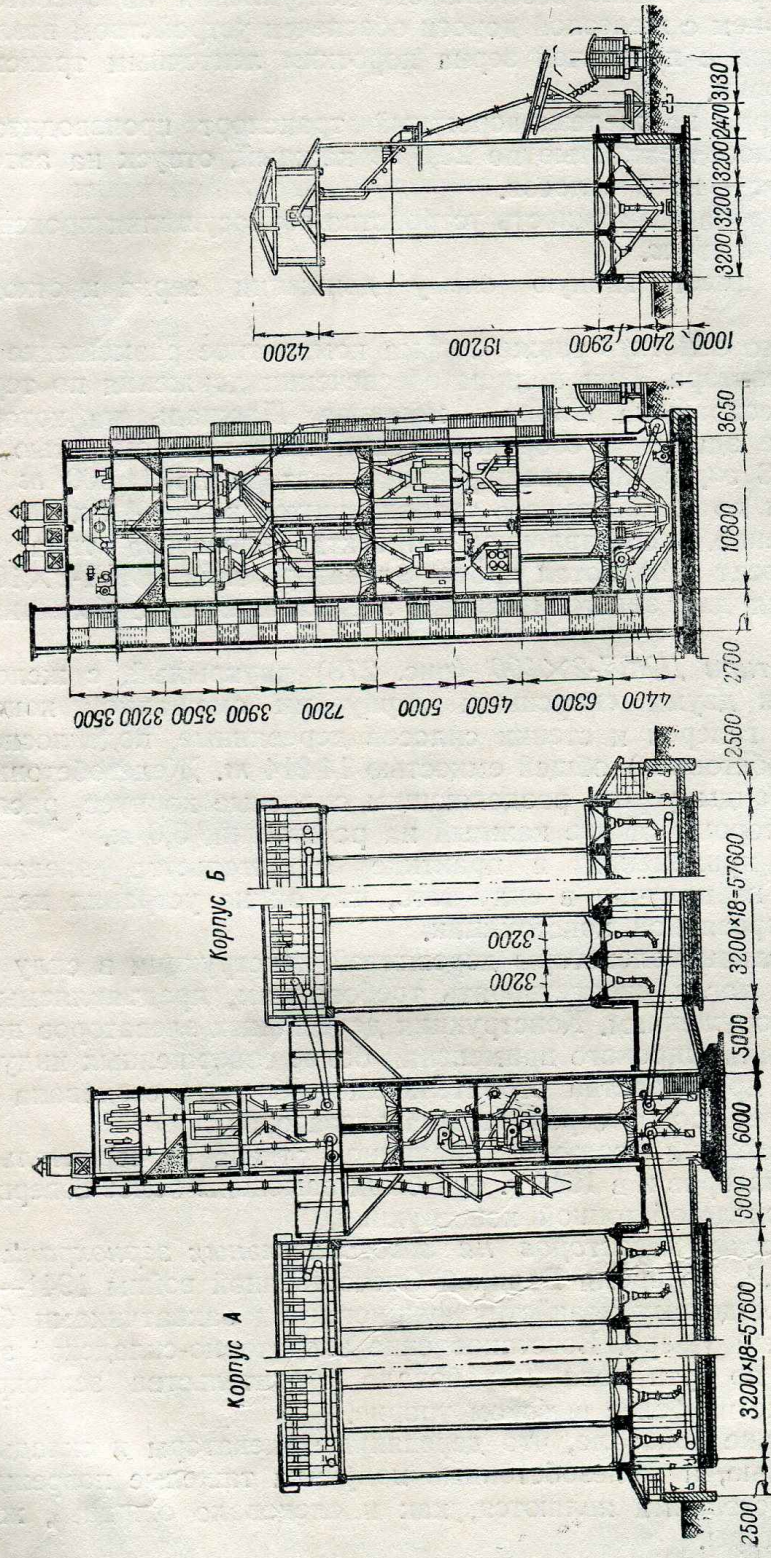


Рис. 273. Заготовительный элеватор ДЖЛ-2×100.

1. При восстановлении заготовительных элеваторов не повторять прежнюю схему движения зерна, а наоборот, применять схему, соответствующую современным требованиям и условиям хлебооборота.

2. Большинство разрушенных заготовительных элеваторов имело трансмиссионный привод. В первые годы строительства элеваторов, когда складов на заготовительных зернохранилищах было еще мало или совсем не было, применение такого привода находило оправдание. Однако по мере развития хозяйства пунктов и постройки на них ряда других сооружений и устройств, нуждающихся в энергии, такая система не удовлетворяла потребностей пункта. Часто для обеспечения энергией передвижных транспортеров, зерноочистительных машин, кукурузомолотилок приходилось строить добавочную электростанцию к существующей трансмиссионной силовой станции. В результате на пунктах стали появляться по две, а в некоторых случаях и больше силовых станций, расположенных чаще всего отдельно и потому требовавших двойного штата машинистов, двойного комплекта подсобных устройств.

Поэтому был сделан вывод о необходимости устройства только одной электростанции для снабжения энергией всех потребителей, в том числе и элеватора.

3. В практике элеваторно-складского хозяйства имелось много примеров неудачного и неудобного расположения сооружений на участках заготовительных зернохранилищ, происходивших из-за отсутствия единого генерального плана развития. Поэтому при проектировании восстановления заготовительных зернохранилищ было признано необходимым разработать для каждого из них генеральный план размещения сооружений с учетом его полного развития.

4. На некоторых старых заготовительных зернохранилищах на одной площадке было по два элеватора. Это, очевидно, явилось следствием того, что проекты старых самотечных элеваторов составлялись без учета возможности обеспечения их будущего расширения. Поэтому, когда возникла необходимость в увеличении объема элеваторных операций, приходилось строить новый элеватор.

В связи с этим при проектировании восстановления заготовительных элеваторов было признано необходимым предусматривать возможность дальнейшего расширения их в будущем.

5. Большинство разрушенных заготовительных элеваторов было построено из дерева. При восстановлении этих элеваторов широкое применение дерева оказалось неприемлемым, так как перевозка леса в южные районы Союза из-за загрузки транспорта другими перевозками сделалась затруднительной. Кроме того, опыт показал, что пожарная безопасность деревянных элеваторов даже при наличии кольцевого водопровода не всегда достаточно обеспечена. Поэтому при проектировании и строительстве восстанавливаемых элеваторов было признано необходимым самым широким образом применять огнестойкие конструкции — железобетонные и железокирпичные.

Таблица 47

Характеристика восстановленных заготовительных элеваторов в %

Материал конструкции элеваторов	До разрушения	По проекту восстановления
Деревянные	84	25
Смешанные:		
железобетонная башня и деревянный силосный корпус .	6,5	10
Железобетонные . . .	9,5	51
Железокирпичные . . .	—	14

В табл. 47 приведены данные о количестве (в процентах) восстановленных элеваторов из дерева, железобетона и железокирпича.

Из таблицы видно, что по проекту восстановления количество сгораемых деревянных элеваторов значительно сократилось — с 84 до 25%.

Необходимо отметить также, что в дальнейшем строительстве элеваторы железокирпичной конструкции не получили применения, так как они не дали ожидаемой экономии цемента и железа.

При восстановлении разрушенных заготовительных зернохранилищ широкое применение получили железобетонные транспортерные элеваторы (в основу которых была положена схема элеватора ДЛ-5500) с использованием оставшихся фундаментов, для чего высота силосов была принята 18,15 *м*.

В годы послевоенной пятилетки восстановления и дальнейшего развития народного хозяйства СССР был разработан и принят к строительству проект железобетонного заготовительного элеватора 1949 г., нашедший широкое применение в практике элеваторостроения.

Заготовительный элеватор типа 1949 г. (см. рис. 274а). Проект этого элеватора разработан в двух вариантах — с силосными корпусами емкостью по 2750 *т* и по 5500 *т* каждый. Как первый, так и второй варианты предусматривают расположение силосных корпусов по обе стороны рабочей башни. Устройство и оборудование рабочей башни в обоих вариантах одинаковые. Силосные корпуса отличаются только длиной: при емкости 2750 *т* длина силосного корпуса 19,2 *м* (6 рядов по 3,2 *м* каждый); при емкости 5500 *т* — длина силосного корпуса 38,4 *м* (12 рядов по 3,2 *м* каждый).

Стоимость элеватора по второму варианту меньше, чем по первому, поэтому второй вариант получил более широкое применение в практике строительства.

Заготовительный элеватор 1949 г. (рис. 274, 275 и 30) [1] железобетонной конструкции, однокрылый по второму варианту при емкости 5500 *т* и двукрылый — при емкости 11 000 *т*. Элеватор состоит из башни, представляющей отдельное сооружение, и одного или двух трехрядных силосных корпусов емкостью 5500 *т* каждый, расположенных по одну (при емкости элеватора 5500 *т*) либо по обе стороны башни (при емкости элеватора 11 000 *т*) на расстоянии в 4,8 *м* от нее.

Размеры башни в плане 12×6,4 *м* (по осям стен); высота от верха фундаментной плиты до крыши 45,85 *м*. Размеры одного силосного корпуса в плане 9,6×38,4 *м*; высота от верха фундаментной плиты до крыши 31,65 *м*; высота силосов 25,4 *м*; размеры силосов в плане 3,2×3,2 *м;* количество силосов в одном корпусе 3 · 12=36 (см. рис. 274а, б, в, г).

В башне имеется двухмаршевая лестничная клетка с пассажирским подъемником на 4 человека.

При элеваторе имеется железобетонный амбар приема с автомобильного транспорта с повышенной до 1500 *т/сутки* приемной способностью (учитывая короткие сроки хлебозаготовок), с 4 поперечными проездами, оборудованный 4 механическими автомобилеопрокидывателями и 2 ленточными транспортерами [2].

Возможность приема зерна с железнодорожного транспорта обеспечена устройством у башни небольшого приемного ларя с передачей зерна коротким ленточным транспортером в башмак нории. При элеваторе имеется также двухступенчатая зерносушилка производительностью 8 *т/час,* расположенная в одном из силосных корпусов (рис. 274а, б, в, г).

Топка зерносушилки (см. рис. 274в) размещена в подсилосном помещении. Сообщение между башней и зерносушилкой осуществляется при помощи мостика, примыкающего к лестничной клетке.

Отгрузка зерна на железную дорогу производится из 12 отпускных силосов емкостью по 30 *т,* расположенных в двух корпусах, а также после весов.

---

[1] Приведены чертежи элеватора второго варианта общей емкостью 11 000 *т*.

[2] При поступлении зерна на элеватор до 1000 *т/сутки* применяется приемный амбар с 2 проездами и 1 транспортером; при поступлении 1000 *т/сутки* и больше — с 4 проездами и 2 транспортерами.

Отгрузка на автомобильный транспорт производится из 2 отгрузочных силосов емкостью по 30 *m*, расположенных со стороны автомобильного подъезда.

Элеватор имеет следующее оборудование: 2 скоростные нории ТНС-100, 2 ковшевых весов грузоподъемностью по 10 *m*, 2 сепаратора № 5 производительностью по 32 *т/час*, 2 сепаратора № 4 (для сортирования отходов), дисковый триер-овсюгоотборник, дисковый триер-куко-

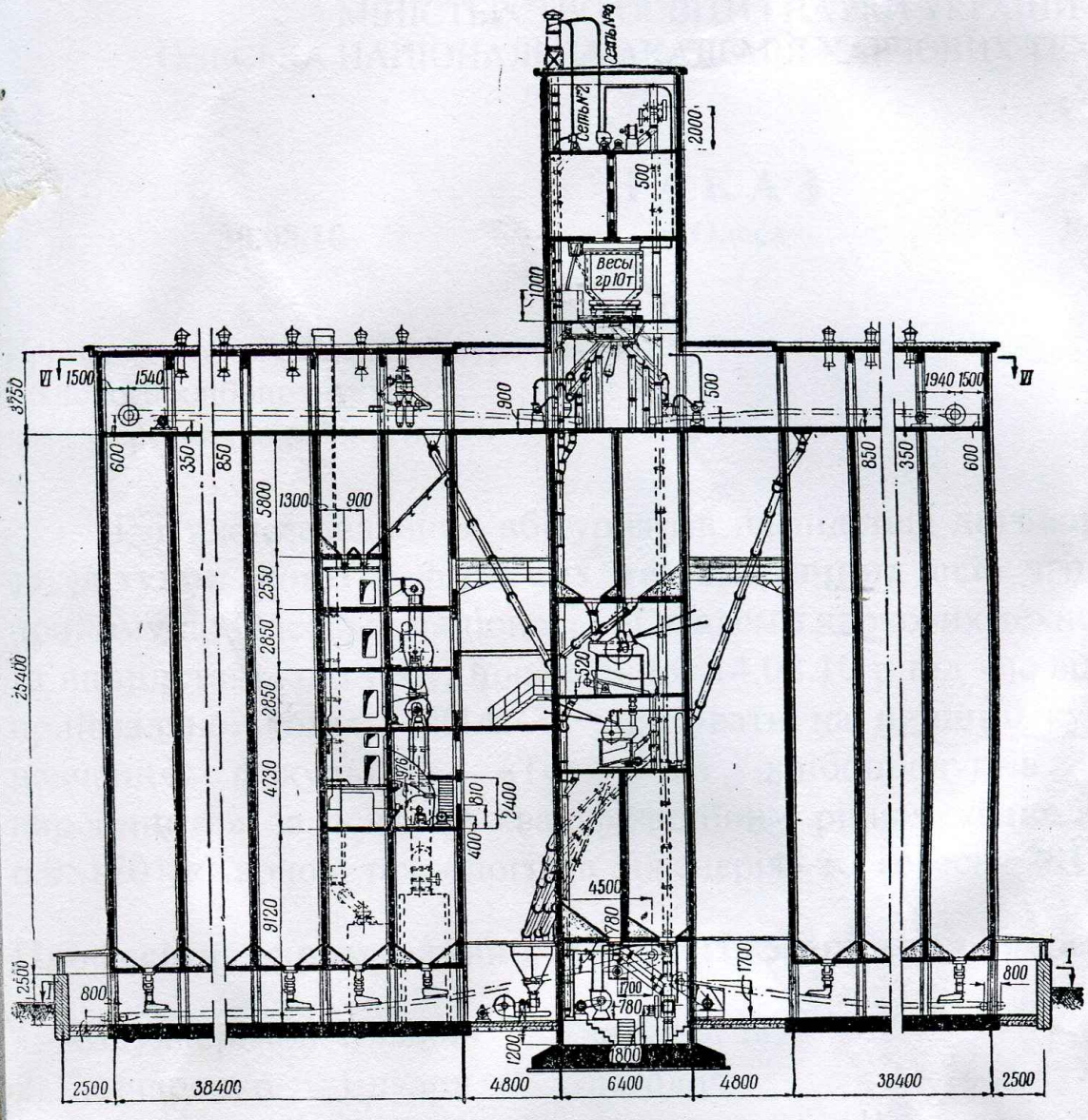


Рис. 274а. Железобетонный заготовительный элеватор 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 5500 *m* (продольный разрез по силосным корпусам сушилке и башне)

леотборник, 2 надсилосных транспортера производительностью по 175 *т/час*, 2 подсилосных, 2 подамбарных и 1 для приема с железной дороги производительностью по 100 *т/час*.

Отходы из башни удаляют при помощи пневматического транспорта.

Аспирация запроектирована из 13 сетей (включая сепараторные и пневматики отходов). Разгрузочные тележки надсилосных транспортеров обеспыливаются при помощи местного обеспыливающего агрегата с групповыми циклонами (см. рис. 274а). Аспирационная пыль и отходы направляются в циклоны, установленные на крыше цеха отходов, в котором имеются бункеры для пыли и отходов.

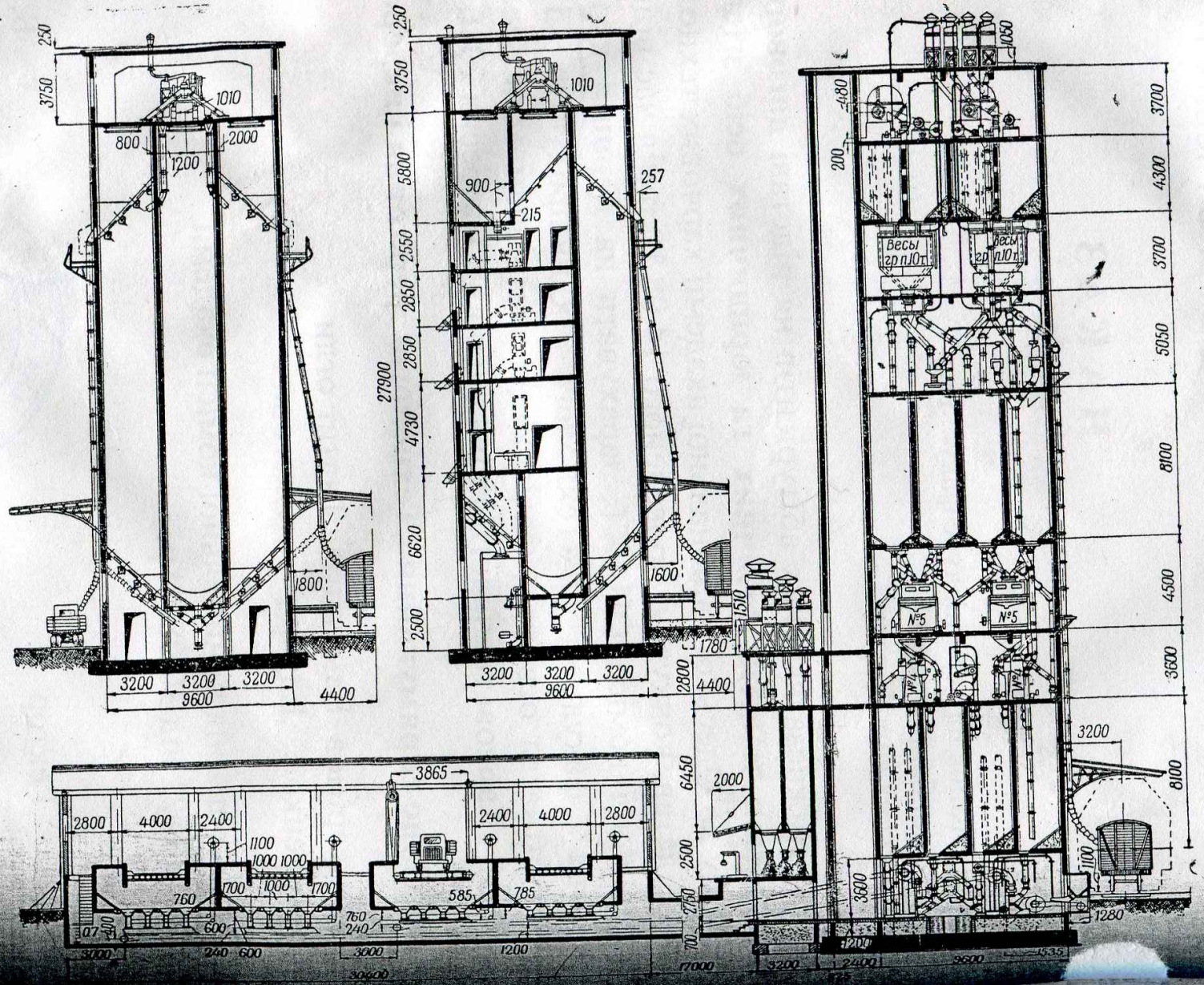


Рис. 274б. Железобетонный заготовительный элеватор 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 5500 *т* (поперечные разрезы по силосному корпусу, сушилке, башне и продольный разрез по приемному амбару)

Машины приводятся в движение при помощи индивидуальных электродвигателей, питающихся током от собственной электростанции мощностью 205 *ква*.

На элеваторе значительно улучшены условия хранения зерна. Имеются установка для дистанционного измерения температуры и передвиж-

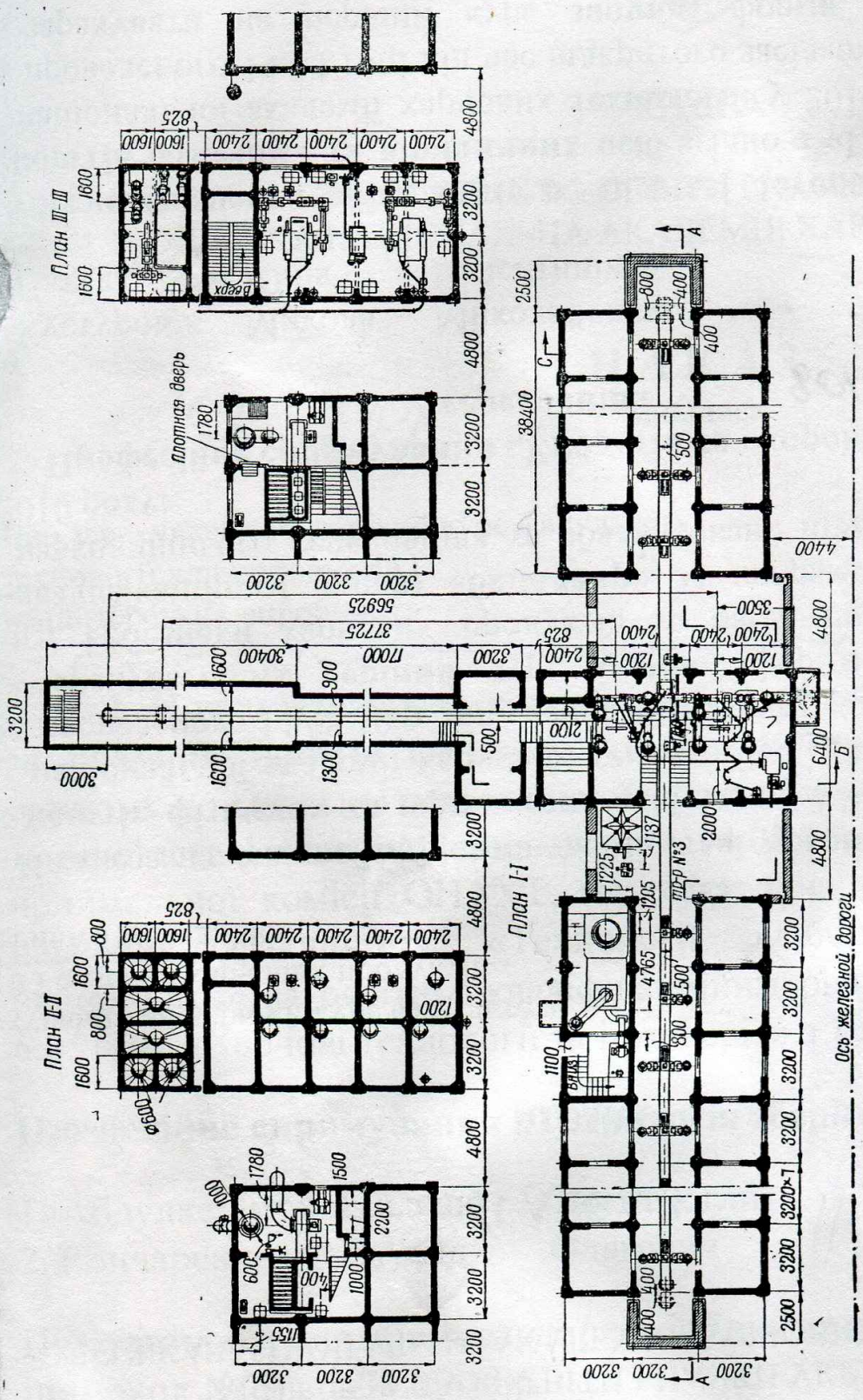


Рис. 274в. Железобетонный заготовительный элеватор 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 5500 *т* (планы)

ой агрегат для активного вентилирования зерна в силосах. Улучшена кже система управления операциями на элеваторе: применены блокиовка и световая сигнализация.

На рис. 275 приведена схема движения зерна и отходов на элеваторе, личающаяся простотой и достаточной гибкостью.

Одной из особенностей проекта заготовительного элеватора типа 949 г. явился тщательно разработанный и компактный генеральный

ного хранилища (рис. 276 и 30).

В рассматриваемом генеральном плане нашли отражение основные принципы, которые в настоящее время кладутся в основу при строительстве заготовительных зернохранилищ, а именно:

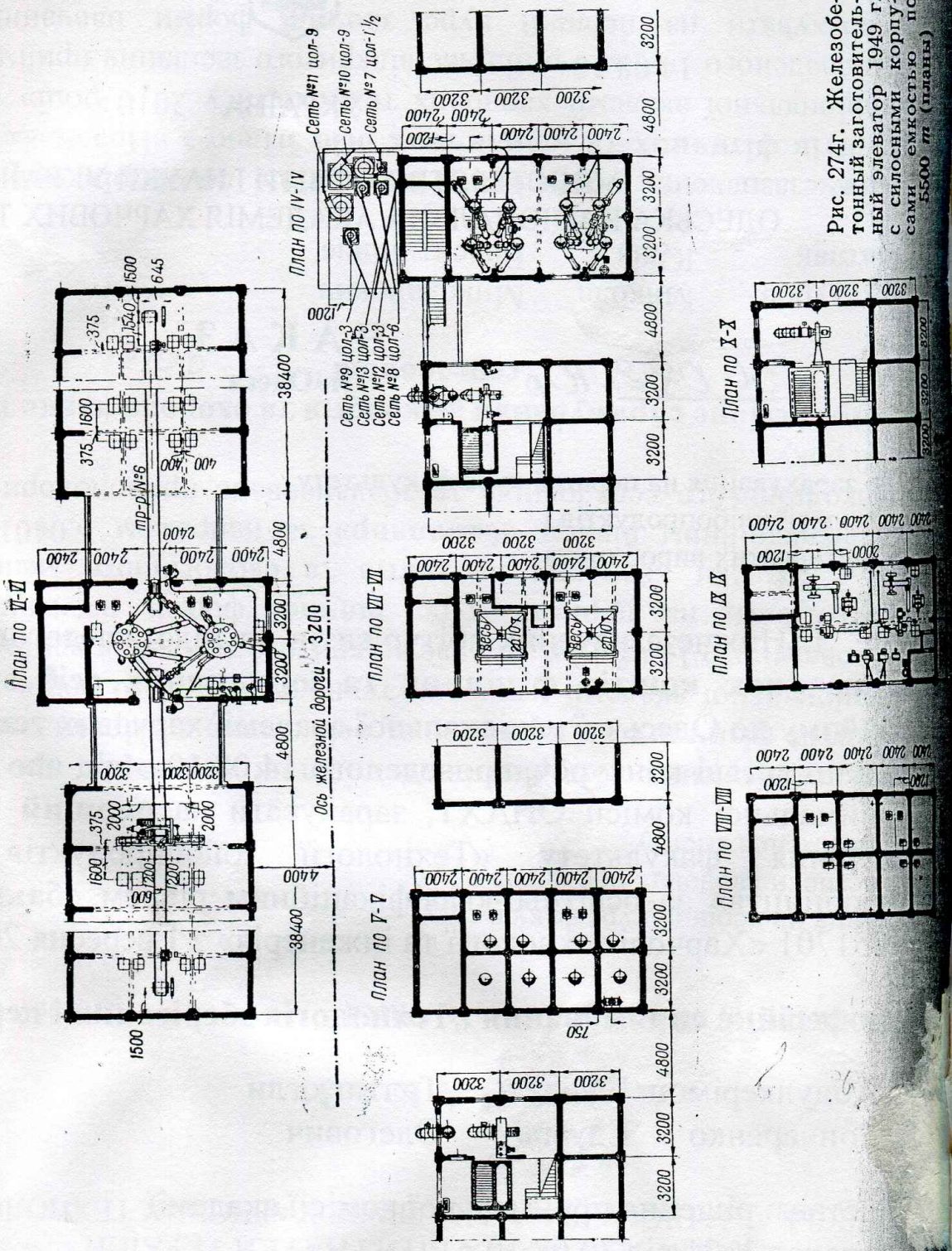


Рис. 274г. Железобетонный заготовительный элеватор 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 5500 *т* (планы)

1. По данным технико-экономических расчетов Московского технологического института инженеров пищевой промышленности строительство элеваторной емкости на заготовительном зернохранилище оправдывается с точки зрения издержек обращения на 1 *т* грузооборота лишь в том случае, когда годовой оборот элеватора будет выше 3. Только в этом случае оборудование элеватора будет в достаточной мере использовано и издержки обращения на 1 *т* зерна, прошедшего через элеватор, бу-

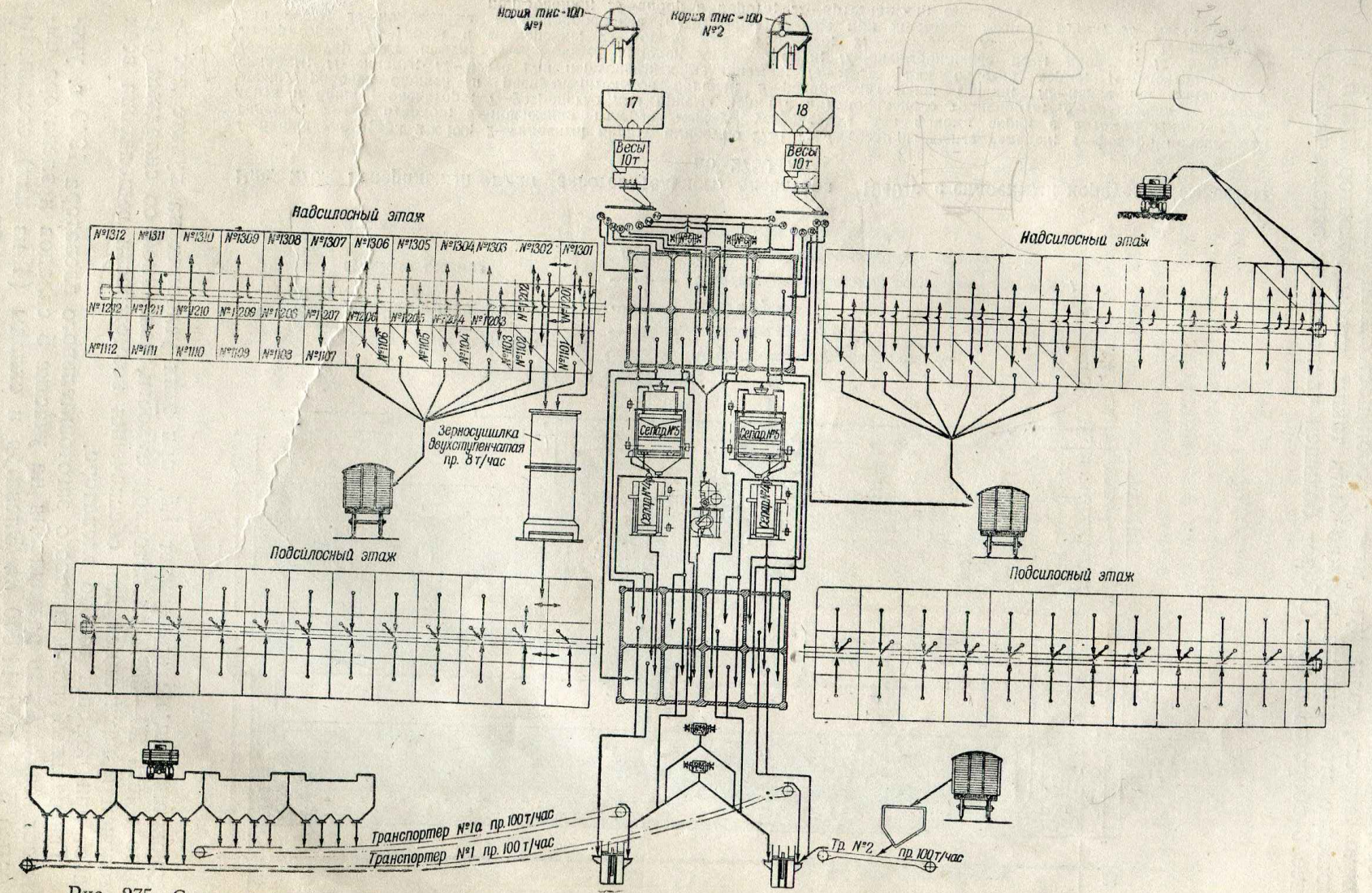


Рис. 275. Схема движения зерна в заготовительном элеваторе 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 5500 *т*

равны или даже ниже издержек обращения складов с передвижной механизацией. Исходя из этого, признано, что современное заготовительное зернохранилище должно иметь в своем составе складскую и элеваторную емкость, связанную между собой постоянной механизацией. Соотношение этой емкости должно быть таким, чтобы элеватор делал не менее 3 оборотов в год. Оборот большей части наших заготовительных

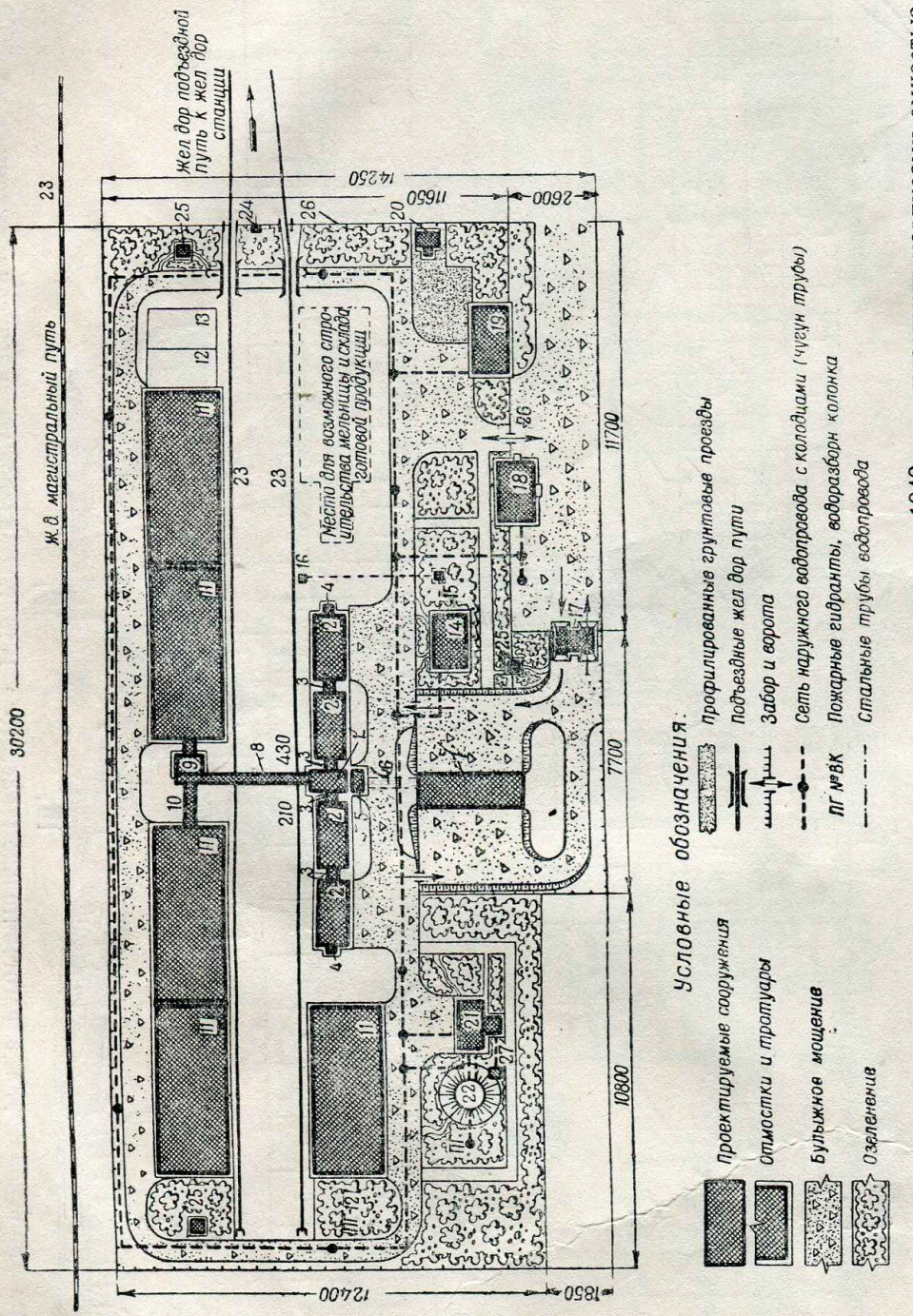


Рис. 276. Генеральный план заготовительного элеватора 1949 г. с силосными корпусами емкостью по 2750 *т*:

1—башня элеватора 2×100; *2*—силосный корпус емкостью 2750 *т*; *3*—соединительные галереи; *4*—фонарь подсилосной галереи; *5*—цех отходов; *6*—подземная галерея между устройством для приема зерна с автомобильного транспорта и башней элеватора; *7*—устройство для приема зерна с автомобильного транспорта; *8*—надземная галерея между рабочей башней и распределительной башней; *9*—распределительная башня; *10*—надземная галерея к складам; *11*—склады; *12*—место для передвижных механизмов; *13*—место для очистки зерна; *14*—электростанция; *15*—резервуар для нефти; *16*—приемный колодец для нефти; *17*—автомобильные весы двойные; *18*—контора и лаборатория; *19*—гараж и мастерские; *20*—погреб для горючего; *21*—пожарное депо и насосная; *22*—резервуар для воды; *23*—подъездные железнодорожные пути; *24*—сторожка при железнодорожных путях; *25*—места общего пользования; *26*—забор и ворота; *27*—артезианская скважина

зернохранилищ не превышает 1,5, при этих условиях на пункте достаточно иметь 20—30% элеваторной емкости, связанной со складами постоянной механизацией для обеспечения возможности выполнения всех работ при помощи только элеватора.

Генеральный план типового заготовительного элеватора 1949 г. учитывает возможность размещения на участке 5 складов и элеватора емкостью 5500 или 11 000 *т*. Элеватор и склады (4 из них) соединены между собой при помощи 2 надземных галерей и распределительной башни.

2. Заготовительные зернохранилища системы Министерства заготовок СССР, находящиеся в ведении объединения Заготзерно, представляют собой предприятия, работающие с полной нагрузкой только часть года в период хлебозаготовок и интенсивной отгрузки зерна.

Все остальное время года заготовительные зернохранилища работают сравнительно меньше, чем в период заготовок, и поэтому имеют частично неиспользованную мощность своих силовых станций, рассчитанных обычно на их максимальную работу. Эти соображения побудили Промзернопроект еще в 1940 г. выдвинуть предложение о сооружении на заготовительных зернохранилищах небольших предприятий по переработке зерна в муку и крупу и переработке зерновых отходов в кормовую муку.

Эффективность этого предложения подкрепляется еще и тем, что на заготовительных зернохранилищах имеется полностью организованное хозяйство: силовая станция, весы, контора с лабораторией и другие подсобные и вспомогательные устройства, которые одновременно с зернохранилищем могут обслуживать и мельницу.

Кроме того, на зернохранилище имеется штат служащих и рабочих, которые могут быть привлечены к одновременному обслуживанию мельницы.

Это мероприятие дает возможность полностью использовать силовые установки и в известной степени способствовать развитию местной промышленности и созданию на местах пищевых предприятий районного значения.

Предложение это, одобренное Техническим советом Министерства заготовок, было практически осуществлено во время Великой Отечественной войны, когда за период 1941—1945 гг. на заготовительных зернохранилищах было сооружено свыше 100 мельниц и крупорушек.

Исходя из изложенных выше соображений, на генеральном плане данного зернохранилища оставлено место для сооружения указанных предприятий.

3. Стремление уменьшить площадь участка зернохранилища нашло отражение в объединении ряда сооружений в общие здания, например зерносушилка встроена в силосный корпус, контора объединена с лабораторией, гараж с мастерскими, пожарное депо с насосной.

Площадь участка по первому варианту проекта (см. рис. 276) составляет 3,8 *га*.

Площадь участка (без учета территории, занятой складами) по второму варианту проекта (см. рис. 30) составляет 1,8 *га*.

Элеватор 1953 г.[1] (рис. 277). Со времени разработки проекта заготовительного элеватора 1949 г. в условиях хлебозаготовок произошли большие изменения. В связи с укрупнением колхозов и сокращением количества высеваемых сортов на заготовительные зернохранилища стали поступать большие партии однородного зерна — отпала необходимость в сооружении элеваторов с силосами небольшой емкости. Кроме того, возросшая техническая оснащенность сельского хозяйства и лучшая организация работ позволяют в настоящее время убирать урожай и сдавать зерно государству в течение 20—30 дней; заготовительные зернохранилища обязаны в такие же короткие сроки принимать его, своевременно разгружая автотранспорт, и без потерь и снижения качества сохранять заготовленный хлеб.

Учитывая новые требования, Промзернопроект разработал проект железобетонного заготовительного элеватора 1953 г. (см. рис. 277).

В зависимости от годового объема заготовок зернохранилища общая емкость элеватора может быть 13 и 17 тыс. *т* (однокрылый) или 25 и 33 тыс. *т* (двукрылый). Силосный корпус (трехрядный) состоит из круглых силосов диаметром 6 *м*, высотой 30 *м* и емкостью 600 *т* каж-

[1] П. Брунь. Элеваторы в новой пятилетке. «Мукомолье и элеваторно-складское хозяйство» № 1, 1953 и Новый тип заготовительного элеватора. «Мукомольно-элеваторная промышленность» № 1, 1953.

дый. Таким образом, все элеваторы — заготовительный, производственный и перевалочный — будут иметь одинаковые силосы.

Рабочая башня в новом элеваторе запроектирована в двух вариантах — на 2 и 3 нории производительностью по 100 *т/час* каждая, остальное оборудование остается без изменения. Габариты башни в обоих вариантах почти одинаковые. Башня с 2 нориями рассчитана на заготовительное зернохранилище с грузооборотом до 30 тыс. *т*, а с 3 — на зернохранилище с грузооборотом до 60 тыс. *т*.

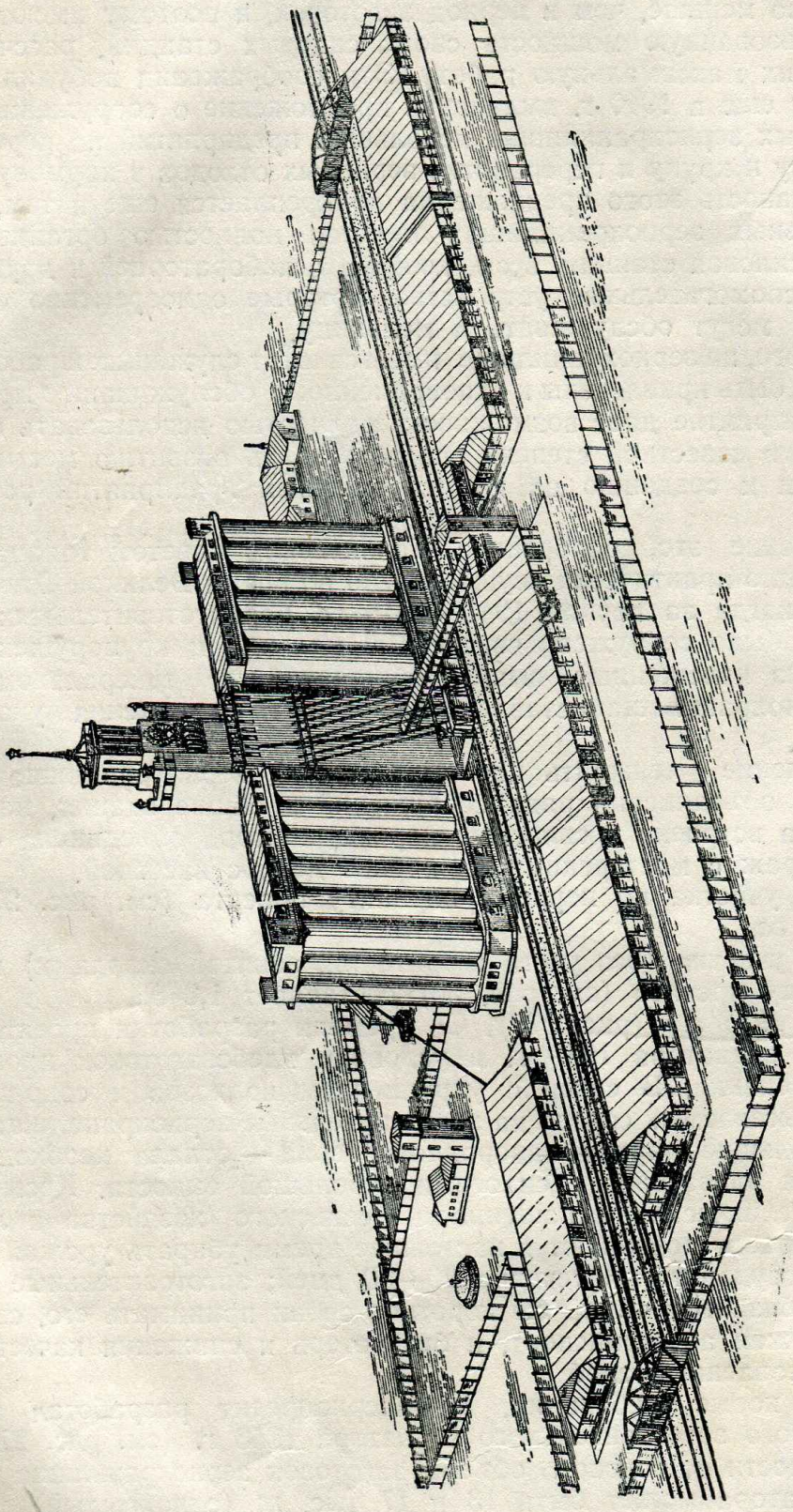


Рис. 277. Общий вид железобетонного заготовительного элеватора 1953 г.

На новых элеваторах предусмотрена поточная очистка всего принимаемого зерна в сепараторе производительностью 80 *т/час* и в отдельных случаях дополнительно в дисковых овсюго- и куколеотборниках производительностью по 5 *т/час* каждый.

В связи с тем что в складах успешно применяется активное вентилирование, зерно, нуждающееся в дозревании, после сепарирования в элеваторе направляют в склады, оборудованные установками для активного вентилирования и соединенные механизированными устройствами с элеватором.

В помещении для зерносушилки, расположенном в рабочей башне, установлен агрегат производительностью 8, 12 или 24 *т/час* в зависимости от количества влажного зерна.

Запроектирована усиленная аспирация всех источников пылевыделения. Отходы после сепарирования и аспирационная пыль будут поступать в специальные бункеры.

Предусмотрена возможность установки оборудования для газации зерна, зараженного вредителями.

Силосы оснащены термометрической установкой для дистанционного определения температуры зерна.

Элеватор нового типа рассчитан на быстрый прием зерна от сдатчиков, его приемное устройство оборудовано автомобилеопрокидывателями. Из приемных ларей зерно двумя транспортерами производительностью по 100 *т/час* каждый будет подаваться на две нории той же производительности. Это позволит при отсутствии других операций внутри элеватора принимать с автомобильного транспорта за две смены 2500 *т* зерна.

Для случайного приема зерна с железнодорожного транспорта запроектирован ларь, расположенный около рабочей башни.

В железнодорожные вагоны можно будет отпускать зерно из 8 бункеров емкостью 200 *т*, расположенных в башне, и подавать его в вагоны сразу с двух норий непосредственно после весов. За одну смену можно погрузить двумя нориями 1200 *т* зерна.

Отгружать зерно из складов намечается через элеватор, так как это даст возможность ускорять отгрузку и снижать издержки обращения на 1 *т* в связи с увеличением оборота элеватора.

При строительстве заготовительного элеватора на водных путях отпуск в баржи будет осуществляться из башенных бункеров через специальное отгрузочное устройство такой же производительности, как и при отпуске на железную дорогу.

Управление операциями и контроль исполнения распоряжений будут осуществляться в новом элеваторе при помощи двусторонней телефонной связи и радиоусилительных установок.

Все оборудование на элеваторе будет приводиться в движение от индивидуальных электродвигателей, работа транспортного оборудования сблокирована так, чтобы предотвратить возникновение завалов и россыпи зерна.

В самый напряженный период хлебозаготовок элеватор сможет в три смены выполнять одновременно следующие производственные операции:

При наличии башни с двумя нориями:

Принимать с автомобилей	1500 *т*
Сепарировать	750 „
Сушить	310 „
Отгружать в железнодорожные вагоны	1000 „

При наличии башни с тремя нориями:

Принимать с автомобилей	3000 *т*
Сепарировать	1500 „
Сушить	310 „
Отгружать в железнодорожные вагоны	1000 „

Если сравнить заготовительный элеватор типа 1953 г. с первенцем советского элеваторостроения — элеватором типа 1924 г., то со всей очевидностью выявятся те изменения, которые произошли в советских заготовительных элеваторах за 29 лет.

Приемная способность заготовительных элеваторов, в 1924 г. не превышавшая 100—150 *т/сутки,* выросла в 1953 г. до 1500—3000 *т/сутки.* Устройства для приема с автомобильного и гужевого транспорта, рассчитанные на разгрузку зерна из мешков с подвод, превратились в механизированные устройства, избавляющие рабочих от тяжелого физического труда. Производительность норий увеличилась с 2×16 до 2×100—3×100 *т/час,* производительность сепараторов — с 2×6—7 до 80 *т/час,* емкость элеватора выросла с 1050 до 13 000—33 000 *т.*

Вместо дерева на строительстве элеваторов стали применять железобетон. Техника управления операциями элеватора неизмеримо выросла, двусторонняя телефонная связь и радиоусилительная установка, автоблокировка и дистанционное определение температуры зерна в силосах, о которых не приходилось даже мечтать в 1924 г., стали неотъемлемой принадлежностью заготовительных элеваторов нового типа.

Такие изменения произошли в результате бурного развития всех отраслей нашего народного хозяйства и недалек тот день, когда управление всеми операциями заготовительного элеватора будет полностью осуществляться при помощи автоматических устройств.

ГЛАВА XIII

БАЗИСНЫЕ, ПЕРЕВАЛОЧНЫЕ, ФОНДОВЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Операции и назначения зернохранилищ этой группы достаточно разнообразны и в основном заключаются в следующем.

Зернохранилища этой группы хранят оперативные запасы и переходящие остатки зерна; улучшают качество зерна и передают его в соответствии с целевым назначением. Перегружают зерно с водного транспорта на железную дорогу или наоборот. Накапливают и хранят, в течение длительного времени запасы зерна в качестве резервов, предназначенных для планового удовлетворения потребностей народного хозяйства. Заготавливают зерно, т. е. частично выполняют функции заготовительных зернохранилищ. Снабжают непосредственно предприятия, перерабатывающие зерно, т. е. играют одновременно роль производственных зернохранилищ.

1. БАЗИСНЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Назначение базисных зернохранилищ — накапливать и хранить оперативные запасы, а также так называемые «переходящие остатки» зерна. В связи с этим емкость их должна быть довольно значительной.

Характер операций по приему и отпуску зерна определяется в зависимости от месторасположения этих зернохранилищ — на железной дороге или водных путях. Приемные и отпускные устройства обладают, как правило, большой мощностью, обеспечивающей разгрузку или погрузку транспорта в сжатые сроки.

К зерну, отгружаемому из базисных зернохранилищ, предъявляют более повышенные требования в отношении качества. Кроме того, базисные зернохранилища могут совмещать функции заготовительных. Поэтому на базисных зернохранилищах должна быть развитая схема очистки зерна. Вполне оправданным является также наличие мощного сушильного хозяйства, позволяющего производить не только сушку зерна, но осуществлять и лечебные мероприятия (борьбу с самосогреванием или обеззараживание зерна). Надо, однако, иметь в виду, что перевозки зерна повышенной влажности на базисные зернохранилища загружают транспорт перевозкой значительного количества ненужного груза в виде влаги, а дальние перевозки такого зерна не безопасны в отношении сохранения его качества.

На базисных зернохранилищах создается возможность проводить необходимые операции с зерном, доводя его качество до кондиционного состояния, отвечающего требованиям мукомольно-крупяных или иных перерабатывающих зерно производств, а также экспортных кондиций. Разумеется, при объединении в одном зернохранилище функций других типов зернохранилищ возникает необходимость в усложнении оборудования, увеличении объема операций по приему и отпуску, очистке и сушке,

корректированию емкости. Правильный учет этих обстоятельств позволяет эффективно использовать как емкость, так и оборудование элеваторов.

Выбор местоположения базисных зернохранилищ представляет особо важную задачу. Базисные зернохранилища располагают по пути массового следования зерна, например на узловых железнодорожных станциях, в местах пересечения железнодорожных и водных путей, что позволяет избежать излишних пробегов транспорта и перевозок зерна.

В то же время участие базисных зернохранилищ в хлебообороте страны создает дополнительное звено в движении зерна от производителя к потребителю. Это, естественно, вызывает дополнительные расходы на разгрузку и новую погрузку зерна и, кроме того, отрицательно сказывается и на работе транспорта, снижая оборот вагонов.

Годовой объем работы базисного элеватора ориентировочно может быть выражен следующими величинами:

Принять в год	Q *т*
Очистить все поступающее зерно, учитывая, что половина его подается на очистку непосредственно при приеме, половина—из силосов . . .	1,5 Q „
Просушить 15% за 1 пропуск через сушилку, 10%—за два пропуска (0,15·2+0,10·3)	0,6 Q „
Подсортировать, полагая, что в этом будет нуждаться 25% поступившего зерна, т. е. 0,25·2 . .	0,5 Q „
Подать зерно на сепаратор с целью его охлаждения и по другим причинам (1,0·2+1,5)	3,5 Q „
Отпустить	Q „
Итого	8,1 Q *т*

Элеватор типа Б-5×350. Примером крупного базисного зернохранилища может служить элеватор Б-5×350. Элеватор расположен на берегу магистральной реки. Общая емкость элеватора, включая и емкость бункеров башни, составляет 108 тыс. *т*. Выполняет он следующие основные операции:

принимает зерно с водного, железнодорожного и автомобильного транспорта; отгружает зерно на водный, железнодорожный, автомобильный транспорт и непосредственно на предприятие.

Место для постройки элеватора выбрано с учетом возможно более удобной связи его с железной дорогой и местными предприятиями, перерабатывающими зерно.

Размеры рабочей башни элеватора в плане: 12,4×30 *м*, высота 61,88 *м*, считая от пола подвала до верха крыши. Башня оборудована 5 нориями производительностью по 350 *т/час* (рис. 278—281). Нории принимают зерно с 2 ленточных транспортеров, идущих от приемных железнодорожных ларей.

С противоположной железнодорожным путям стороны на первый этаж введен транспортер от сушилки, подающий зерно на третью и четвертую нории.

На полу первого этажа находятся сбрасывающие коробки 3 подсилосных транспортеров, подающих зерно каждый на ближайшую норию.

В подвальном этаже у потолка подвешен реверсивный транспортер, который принимает зерно с любого подсилосного транспортера, с подсушильного, а также с одного из транспортеров приема с железной дороги и подает зерно на обе крайние нории.

В галерею промежуточного полуэтажа введен транспортер, который подает зерно, принимаемое с водного транспорта. Транспортер имеет 2 сбрасывающие станции, каждая из которых направляет зерно на 2 нории.

Высота подсилосного помещения (см. рис. 281) довольно значительная (свыше 4 *м*), вызывается наличием 3 транспортеров при ширине си-

лосного корпуса около 38 *м*. Производительность транспортеров 350 *т/час* каждый.

Зерноочистительное отделение башни оборудовано 4 сепараторами производительностью по 75 *т/час* каждый. Зерно поступает на сепаратор из надсепараторных бункеров. Отходы сепаратора выводятся в цех отходов.

На этом же этаже установлены два дисковых триера производительностью 4 *т/час* каждый. Отходы триеров остаются в башне элеватора и по мере их накопления удаляются.

В надсилосном этаже (см. рис. 278,*б*) находятся приемные воронки 3 надсилосных транспортеров, принимающих зерно из весов по универсальным поворотным трубам и по постоянному самотеку. Поворотные трубы частично механизированы: верхнее колено передвигается по кругу при помощи реверсивного электродвигателя. Производительность надсилосных транспортеров по 500 *т/час* каждый.

Имеется поперечный реверсивный транспортер производительностью 500 *т/час*, могущий принимать зерно после любых весов и передавать его на крайние надсилосные транспортеры.

На этом этаже также установлен транспортер производительностью 500 *т/час*, обслуживающий сушилку.

Для отбора проб зерна из силосов на различной глубине применяют пробоотборник.

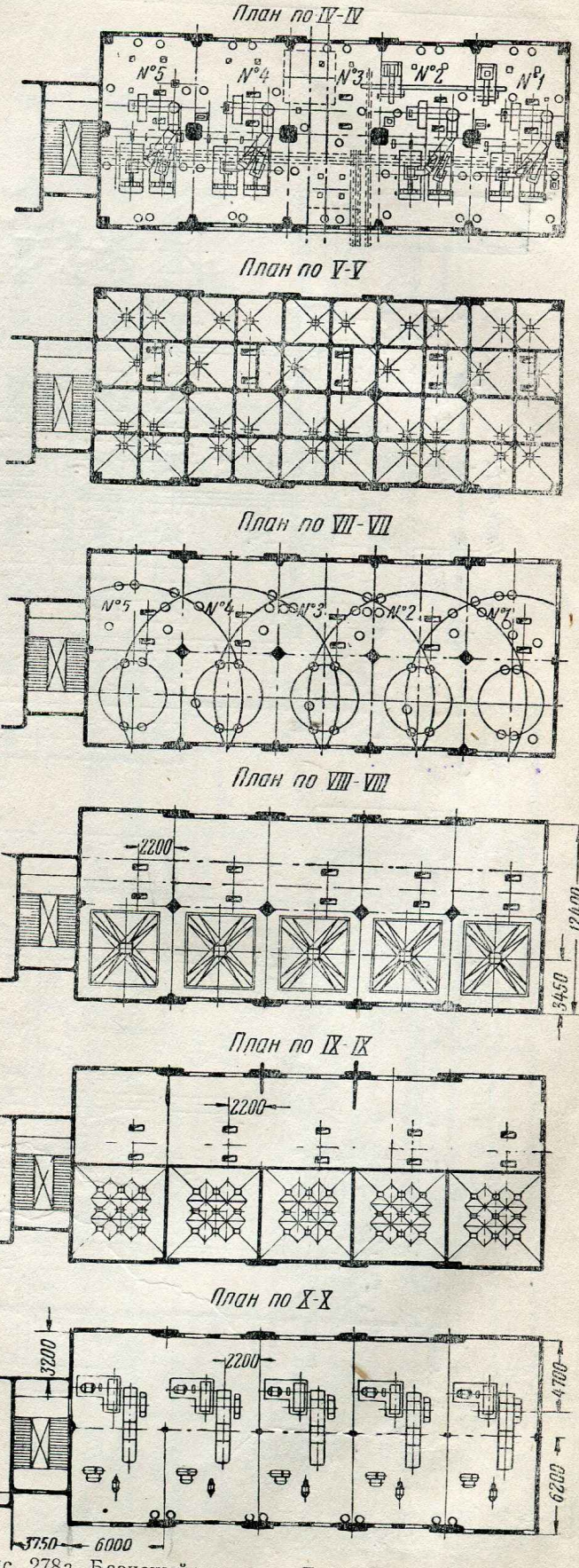


Рис. 278а. Базисный элеватор Б-5×350 (планы этажей)

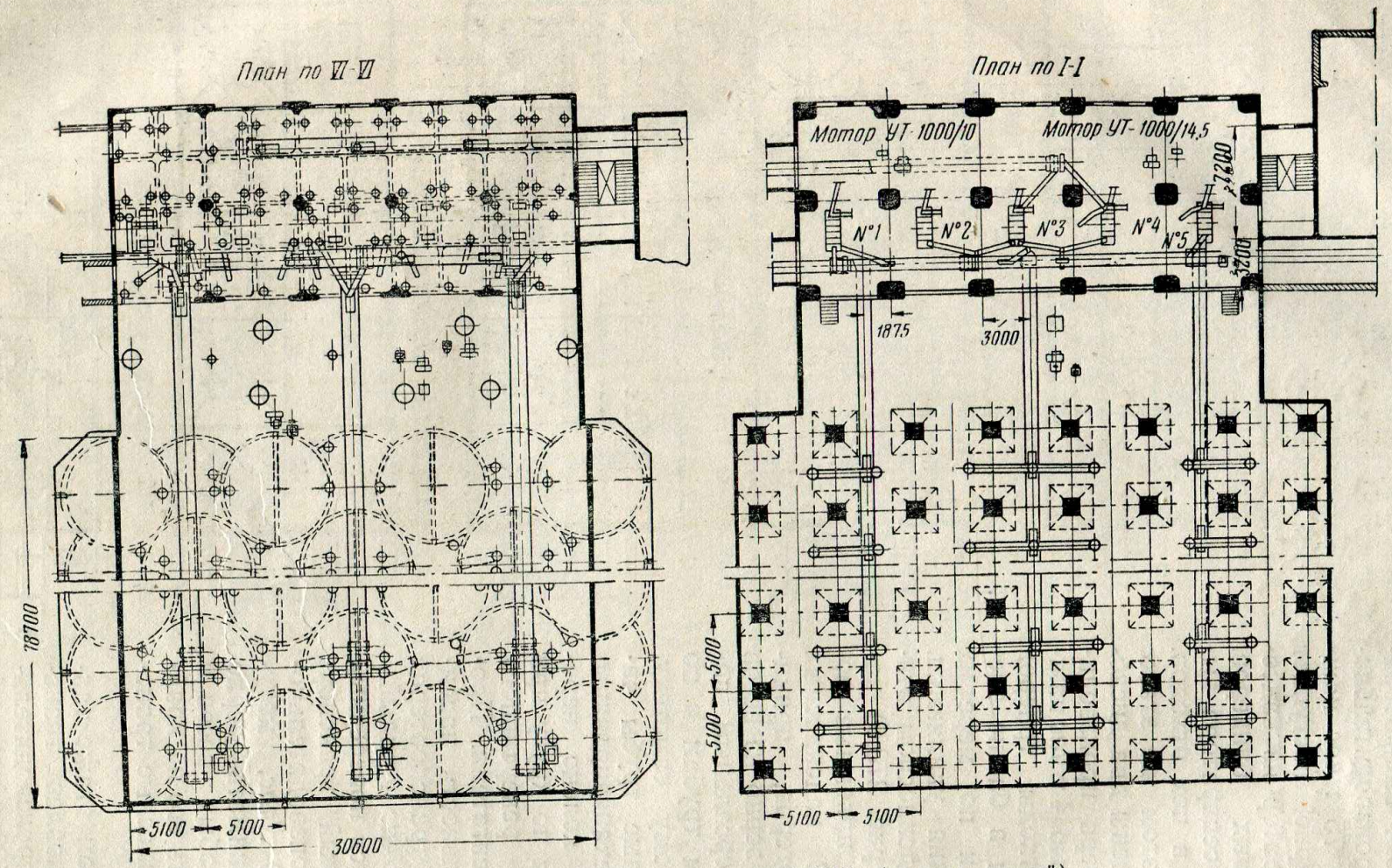


Рис. 278б. Базисный элеватор Б-5×350 (планы этажей)

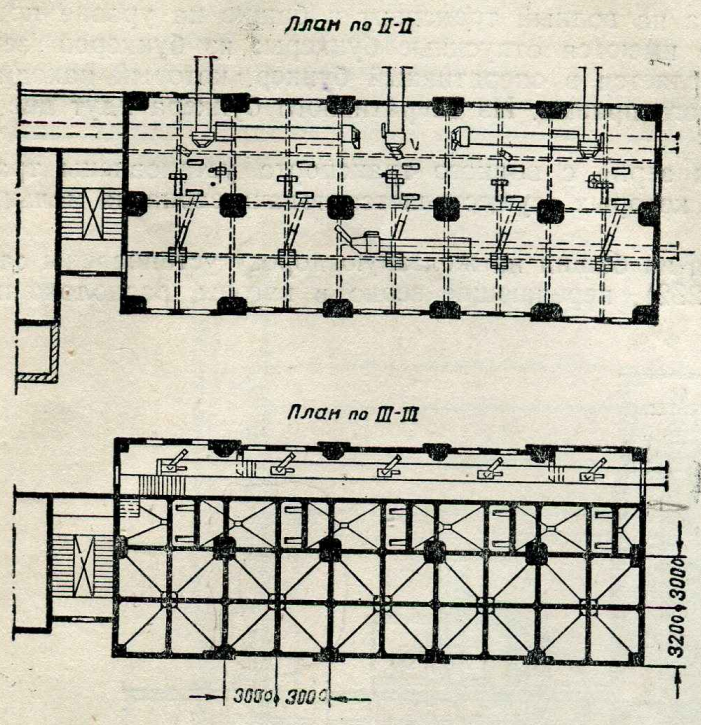


Рис. 278в. Базисный элеватор Б-5×350 (планы этажей)

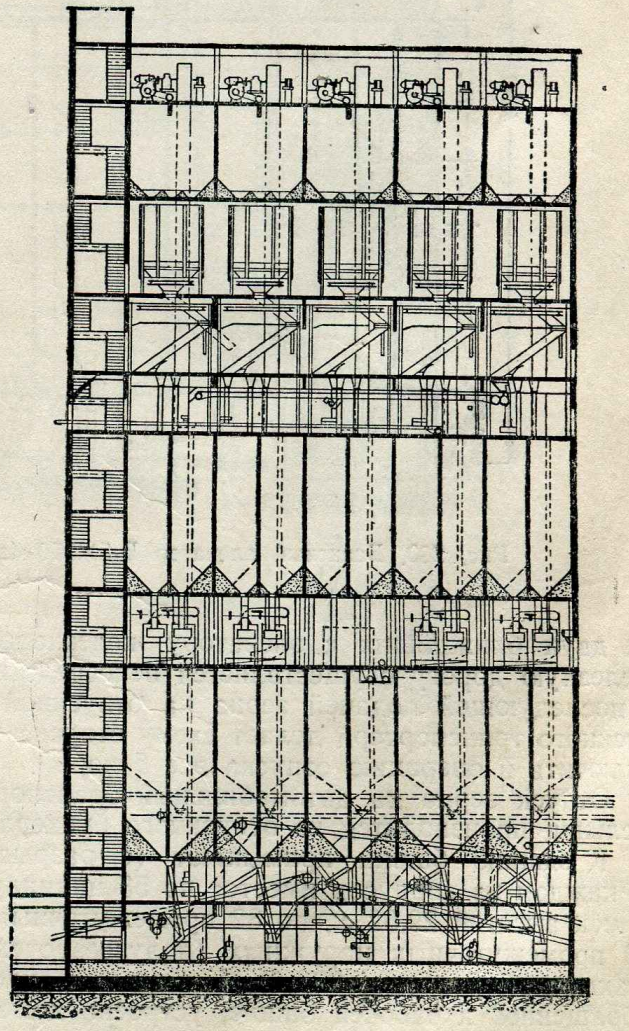


Рис. 279. Базисный элеватор Б-5×350 (поперечный разрез башни)

Для отпуска зерна на водный транспорт в башне на уровне подсепараторных бункеров имеются отпускные бункеры; из бункеров зерно транспортером направляется в оперативный бункер, который находится в первой башне водного приема. Из оперативного бункера идут две отпускные трубы.

В галерее приема зерна с водного транспорта установлены транспортеры, при помощи которых осуществляется подача зерна на мельницу и крупозавод.

Для отпуска зерна из башни на железную дорогу установлены самотечные трубы (рис. 282), передающие зерно в вагоны, расположенные

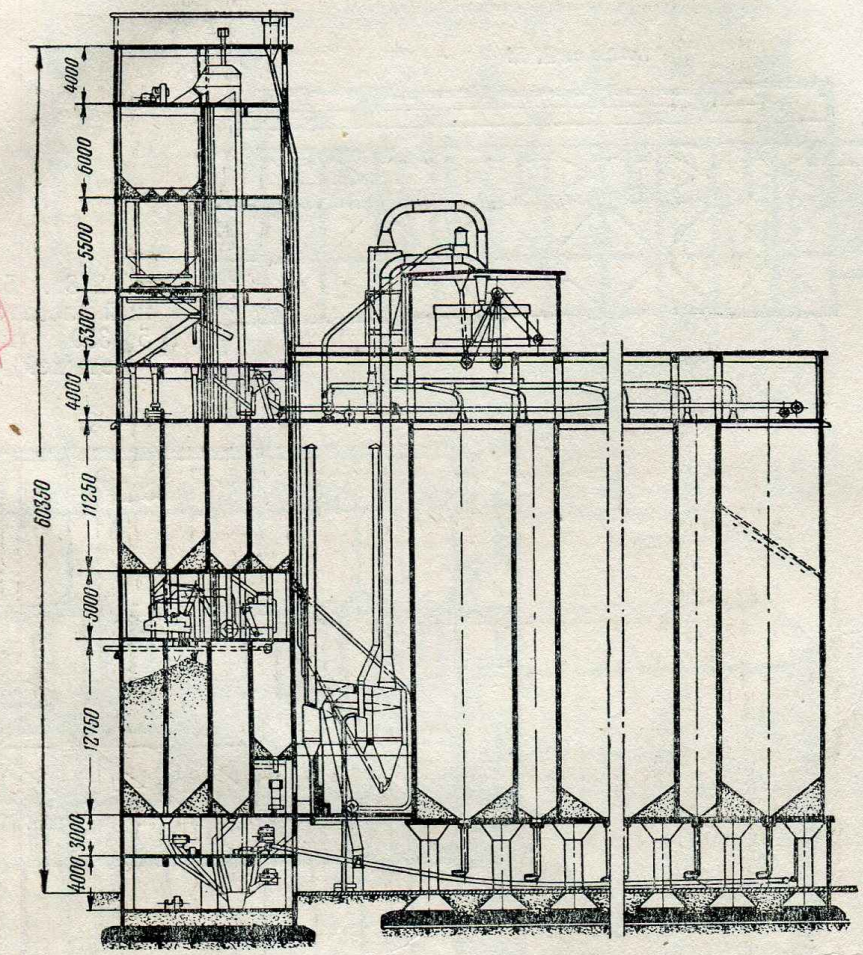


Рис. 280. Базисный элеватор Б-5×350 (продольный разрез)

на двух ближайших к элеватору железнодорожных путях. Отпуск на железную дорогу осуществляется непосредственно из поворотной трубы с последующей подачей зерна на отпускной транспортер. Наличие отпускного транспортера делает схему отпуска гибкой и дает возможность включить в операцию отпуска все 5 норий.

Отпуск зерна на автомобильный транспорт для снабжения местных мельниц производится из отпускного бункера (см. рис. 282).

К зданию башни примыкают (с разрывом) 2 силосных корпуса. В каждом из корпусов имеется по 53 цилиндрических силоса диаметром 7 *м* и высотой 29,62 *м*, по 32 промежуточных внутренних (звездочек) и 20 промежуточных наружных (полузвездочек). Расположение силосов шахматное (см рис. 278,*б*). На первом силосном корпусе со стороны, обращенной к рабочей башне, устроено помещение для нагнетательных фильтров.

С северной стороны к башне прилегает устройство для приема зерна с железной дороги. Приемных путей четыре, приемных транспортеров 2, над каждым 2 ларя для большегрузных вагонов или 4 для малогрузных. Разгружают вагоны при помощи механических лопат.

Для выемки вагонного щита применяют предложенный рационализаторами производства прибор, работающий на принципе выдергивания.

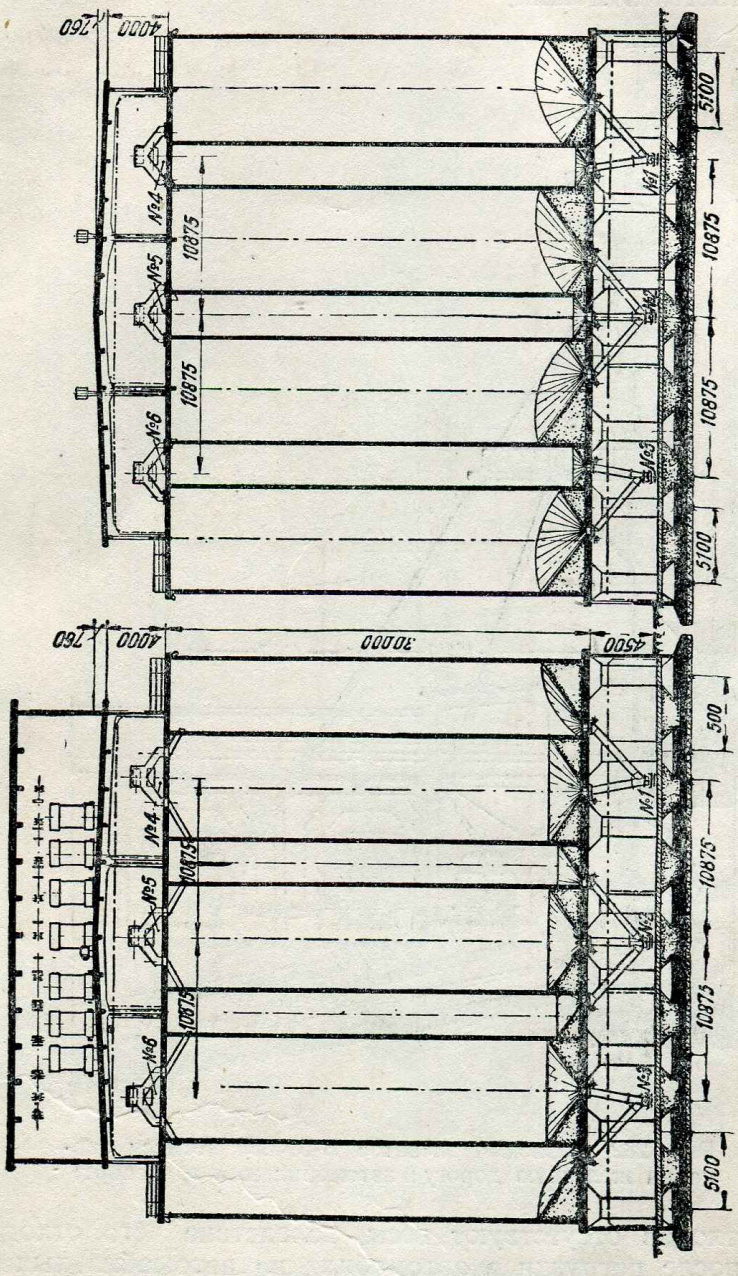


Рис. 281. Базисный элеватор Б-5×350 (поперечные разрезы силосного корпуса)

Для приема зерна с водного транспорта имеется пневматическая установка: на причале выстроены 4 башни с силосами. На каждой башне имеется по разгрузителю с 4 всасывающими трубами.

Из разгрузителей зерно поступает в бункеры береговой башни, а затем передается на транспортер и системой транспортеров доставляется к башне элеватора.

Здание зерносушилки примыкает к башне элеватора со стороны лестничной клетки, обслуживающей как этажи башни, так и зерносушилку.

Цех отходов разделен на две части. Одна часть служит для хране-

ния отходов, другая — для хранения пыли. Цех отходов располагает 2 сепараторами № 4 и 5, которые сортируют отходы по добротности. Отходы из-под сепаратора поступают в бункеры цеха отходов, откуда норией поднимаются в бункеры для хранения. Распределение отходов по бункерам производится при помощи поворотного патрубка.

Запыленный воздух от сепараторов поступает в циклон и затем в фильтры. Пыль из фильтров транспортируется в бункер для пыли, откуда и выбивается в мешки.

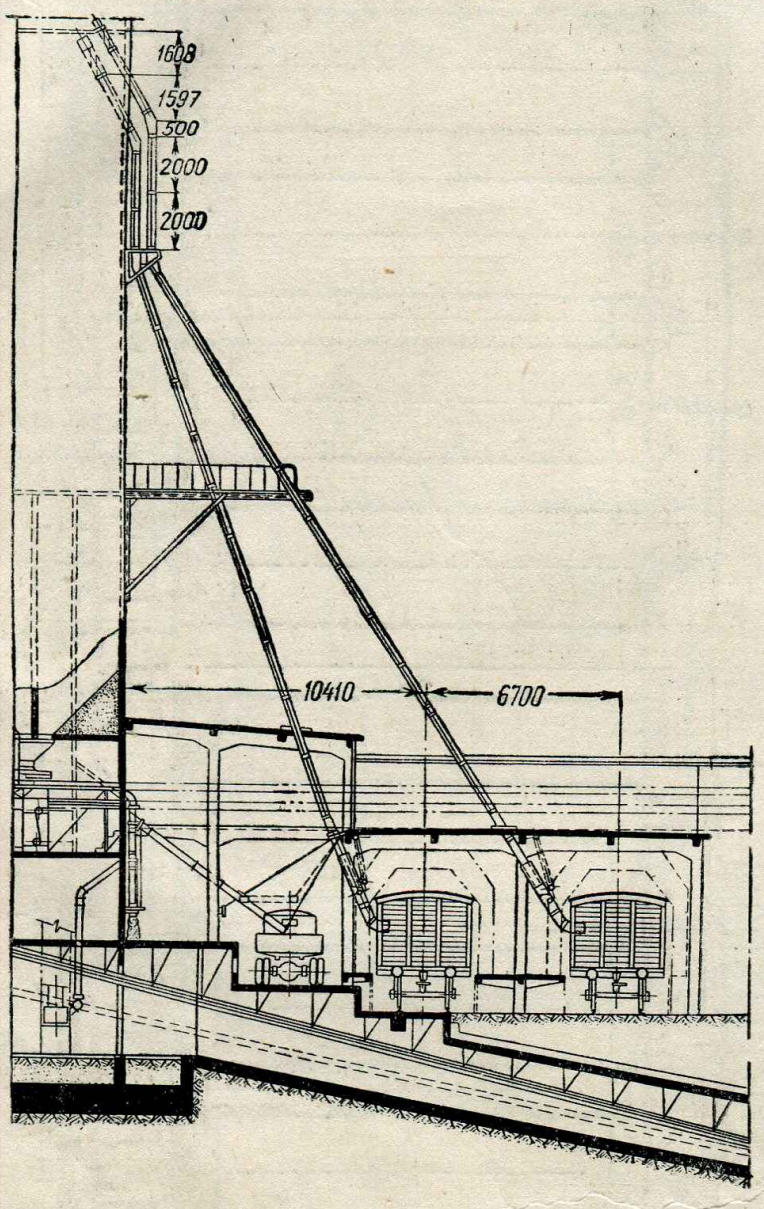


Рис. 282. Базисный элеватор Б-5×350 (отпуск зерна на железную дорогу и автомобильный транспорт)

В цехе отходов отсутствуют весы, вследствие чего отходы и пыль взвешивают после погрузки в автомобили на автомобильных весах, что надо отметить как недостаток учета отходов.

Рабочая схема базисного элеватора Б-5×350 (рис. 283), обладая большой гибкостью, позволяет наиболее полно использовать установленное оборудование. Этому способствуют также существующая на элеваторе селекторная связь и система сигнализации о степени загрузки оборудования.

Применение селекторной связи и электросигнализационной системы при одновременном улучшении общей организации работы на элеваторе позволило: добиться фактической производительности оборудования не только равной плановой, но зачастую превосходящей ее, обеспечить чет-

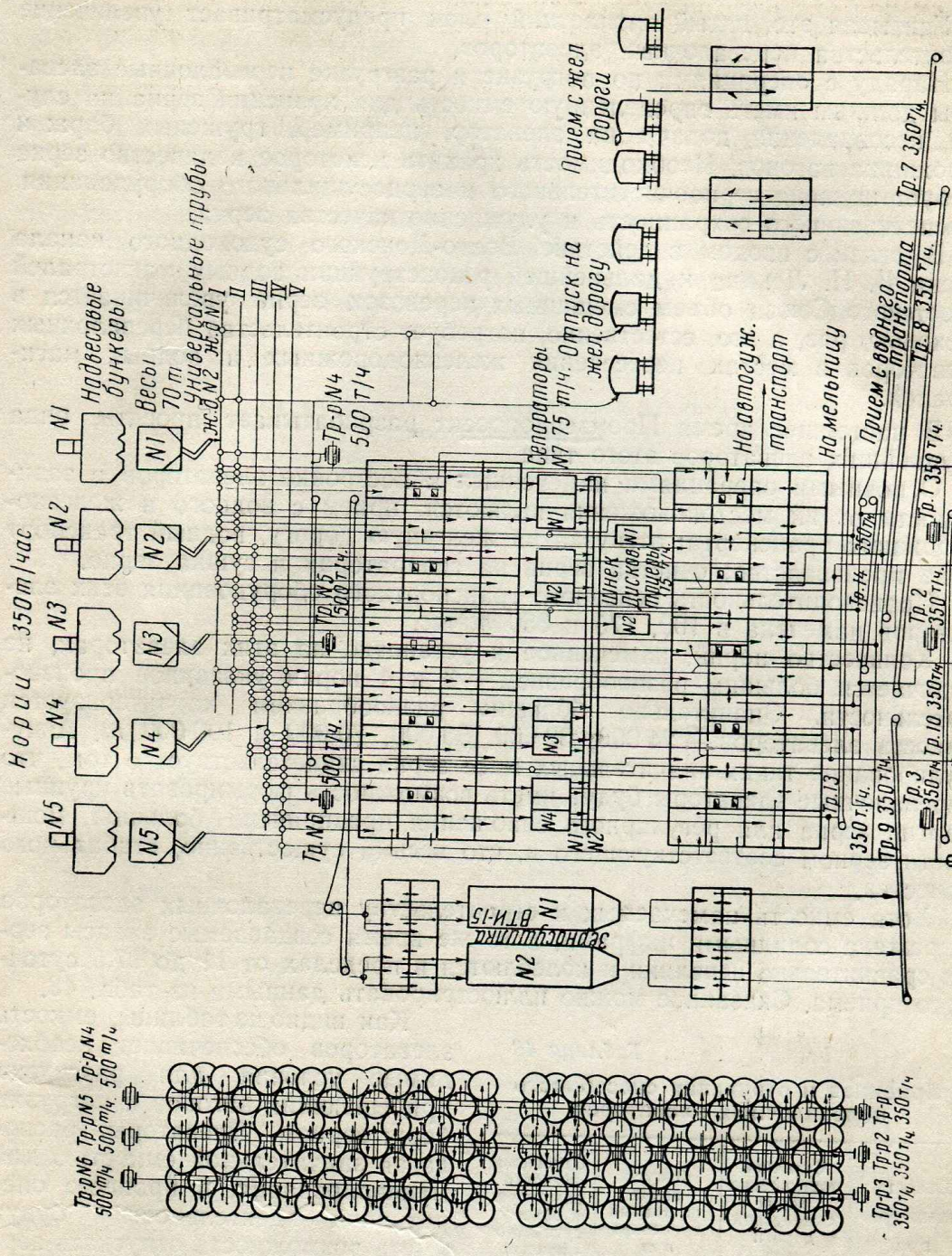


Рис. 283. Базисный элеватор Б-5×350 (рабочая схема)

кую работу отдельных участков предприятия и значительно снизить эксплуатационные расходы

2. ПЕРЕВАЛОЧНЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ

Основное назначение перевалочных элеваторов состоит в том, чтобы обеспечить перегрузку зерна с одного вида транспорта на другой (чаще всего с водного транспорта на железнодорожный или наоборот).

Растущий из года в год грузооборот речного и морского транспорта, перспективы его дальнейшего развития, намеченные в директивах XIX съезда партии, наконец, интересы народного хозяйства в целом ставят задачу по дальнейшему развитию смешанных перевозок зерна [1].

[1] Под смешанными перевозками понимают такие перевозки, при которых часть пути груз следует водным путем, часть по железной дороге.

Учитывая это, пятый пятилетний план предусматривает увеличение строительства перевалочных элеваторов.

Наряду с операциями по погрузке и разгрузке перевалочные элеваторы должны иметь определенную емкость для хранения зерна на случай несовпадения подачи на элеватор, например, груженых барж и порожняка вагонов. Необходимость хранить некоторое количество зерна требует наличия зерноочистительного и зерносушильного оборудования, обеспечивающего сохранность и улучшение качества зерна.

В связи с вводом в действие Волго-Донского судоходного канала имени В. И. Ленина и дальнейшей реконструкции водных магистралей Советского Союза объем смешанных перевозок зерна увеличивается в несколько раз, а это, естественно, потребует строительства перевалочных элеваторов в местах пересечения железнодорожных и водных магистралей.

В настоящее время Промзернопроект разрабатывает проекты ряда крупнейших элеваторов этого типа.

Основными операциями намеченных к постройке элеваторов в зависимости от их местоположения являются: прием с водного и железнодорожного транспорта; отгрузка на железную дорогу, водный транспорт и на производство; очистка зерна на сепараторах и сушка зерна.

Производительность основного транспортного оборудования этих элеваторов намечена в 100, 175 и 350 *т/час*.

Количество норий, намеченное к установке на этих элеваторах, не отличается большим разнообразием — 3 и 4 нории указанной производительности. Значительно бо́льшим разнообразием характеризуется емкость элеваторов — 24 000, 32 000, 50 000, 70 000 и 100 000 *т*. Аккумулирование таких значительных масс зерна свидетельствует о том, что перевалочные элеваторы будут иметь возможность формировать крупные партии зерна для регулярного снабжения предприятий большой мощности зерном соответствующего и, что весьма существенно, стабильного качества.

Хотя емкость намечаемых к строительству перевалочных элеваторов выражена солидными цифрами, в то же время создаваемые запасы зерна сравнительно невелики и колеблются в пределах от 11 до 17,5 суточного приема. Сказанное можно иллюстрировать данными из табл. 48.

Таблица 48

Приемная и отпускная способность перевалочных элеваторов

Емкость элеватора в *т*	Суточное поступление зерна с железной дороги в *т*	Отпуск зерна на водный транспорт в *т*	Отношение емкости элеватора к объему суточного приема
24 000	2000	1500	12,0
32 000	3000	2500	10,6
50 000	4000	3000	12,5
70 000	4000	3000	17,5
100 000	6000	5000	16,6

Как видно из таблицы, емкость элеваторов обеспечивает необходимые условия для разгрузки прибывающих вагонов и погрузки барж зерном. Элеваторы, располагая значительной емкостью для маневрирования, в процессе оперативной деятельности будут иметь возможность отпускать зерно требуемого качества и ассортимента.

Что касается числа их оборотов, то они колеблются от 3,4 до 5,7 в предположении, что навигационный период будет продолжаться 6 месяцев. В самом деле, если принять коэффициент неравномерности поступления зерна равный 3, то количество оборотов в соответствии с таблицей выразится последовательно такими величинами: 5; 5,7; 4,8; 3,4 и 3,6.

При элеваторах предусматривается достаточно мощное зерносушильное хозяйство, позволяющее просушить от 10 до 30% годового поступления зерна (однократный пропуск зерна со съемом влаги с 20 до 14%).

Устройство стационарных сушильных агрегатов на таких элеваторах может быть оправдано возможностью поступления влажного зерна, прибывшего водой или даже по железной дороге.

Производительность очистки на сепараторах колеблется от 800 *т/сутки* (элеватор емкостью 24 000 *т*) до 3000 *т/сутки* (элеватор емкостью 100 000 *т*) и составляет 40÷50% от суточного поступления.

Операции элеваторов по приему и отпуску зерна предусматривают не только прием с железной дороги и перевалку его на водный транспорт, но и вариант приема зерна одновременно с железной дороги и водного транспорта, с перевалкой его только на железную дорогу.

Полная характеристика перевалочных элеваторов приведена в табл. 49.

Таблица 49

Характеристика перевалочных элеваторов
(по данным Промзернопроекта)

Тип элеваторов	I вариант							II вариант						
	Размер суточных операций в *т/сутки*							Размер суточных операций в *т/сутки*						
	прием		отпуск			очистка на сепараторе	сушка в плановых тоннах	прием		отпуск			очистка на сепараторе	сушка в плановых тоннах
	с ж. д.	с водного транспорта	на ж. д.	на водный транспорт	на производство			с ж. д.	с водного транспорта	на ж. д.	на водный транспорт	на производство		
3 × 100, емкость 24 000 *т*	2000	—	—	1500	80	800	430	—	2000	1500	—	80	800	430
3 × 175, емкость 32 000 *т*	3000	—	—	2500	110	1500	430	1000	2000	3000	—	110	1500	430
4 × 175, емкость 50 000 *т*	4000	—	—	3000	130	2000	860	2000	2000	4000	—	130	2000	860
4 × 175, емкость 70 000 *т*	4000	—	—	3000	170	2000	860	1000	3000	4000	—	170	2000	860
4 × 350, емкость 100 000 *т*	6000	—	—	5000	230	3000	1720	3000	3000	6000	—	230	3000	1720

Учитывая необходимость улучшать качество зерна, поступающего на перевалочный элеватор, а также исходя из приведенных данных Промзернопроекта, можно ориентировочно принять количество зерна, подлежащего очистке, 50% и сушке — 15% от годового поступления.

Предполагаем, что в период прекращения навигации потребуется один раз освежить хранящееся зерно, тогда количество зерна, подлежащее перемещению, составит 25% от годового поступления (если принять число оборотов, совершаемое элеватором, равное 4).

После этих предварительных замечаний нетрудно наметить ориентировочный объем годовой работы элеватора:

Принять	*Q т*
Очистить на сепараторе 50% поступления зерна, учитывая, что половина его пойдет на очистку непосредственно при приеме, половина из силосов 0,25+(0,25·2)	0,75 *Q* „
Просушить 15% поступления 0,15·2	0,30 *Q* „
Переместить зерно с целью проветривания с пропуском через сепаратор 0,25·2	0,50 *Q* „
Отгрузить	*Q* „
Итого	3,55 *Q т*

В том случае, когда перевалочный элеватор выполняет те или иные совмещенные функции, объем работы его определяется с учетом последних.

3. ФОНДОВЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

В связи с тем, что в директивах XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 гг. предусмотрено «...увеличить вдвое государственные материальные и продовольственные резервы, могущие обеспечить страну от всяких случайностей», строительство фондовых зернохранилищ приобретает исключительно важное значение.

Фондовые зернохранилища служат для накапливания и хранения государственных запасов, обновление которых совершается обычно через несколько лет.

Зерно, предназначенное для фондового хранения, приводится в такое состояние, при котором исключалась бы его порча. Для обеспечения стойкости зерна при хранении фондовые зернохранилища оборудуются зерноочистительными и сушильными установками, несмотря на то, что поступающее зерно обладает высокими качественными показателями.

Учитывая особую важность обеспечения сохранности зерна государственных резервов, фондовые зернохранилища оборудуются современной аппаратурой по контролю за состоянием хранящегося зерна.

Обороты, совершаемые фондовыми зернохранилищами, в силу специфики их деятельности сравнительно невелики.

Если принять, что обновление запасов на фондовых зернохранилищах совершается 1 раз в 3 года, его работа ориентировочно может быть представлена в следующем виде:

Принять	Q *m*
Очистить все поступающее зерно, считая, что половина его будет подана на очистку непосредственно при приеме, половина — из силосов; при хранении необходимо пропустить еще раз все хранящееся зерно через сепаратор, т. е. $0{,}5+(0{,}5\cdot 2)+(2\cdot 2)$	5,5 Q „
Просушить 20% принятого зерна $0{,}2\cdot 2$	0,4 Q „
Отгрузить	Q „
Итого	7,9 Q *m*

Таблица 50

Распределение емкости фондового зернохранилища

Тип зернохранилища	Количество	Емкость зернохранилища в % от общей емкости базы
Силосные корпуса	2	16,0
Зерновые механизированные склады	16 секций	82,3
Оперативная емкость в рабочей башне элеватора	—	1,7

Величина годового приема зерна Q, для фондовых зернохранилищ, принимается равной $^1/_3$ емкости элеватора, т. е. число оборотов зернохранилища составит $^1/_3$ в год. Число оборотов возрастает, если фондовые зернохранилища так же, как и обычные заготовительные, состоят из комбинированной емкости — элеваторной и складской. В этом случае элеватор, обслуживая склады, может намного повысить число оборотов и таким образом снизить издержки обращения.

На рис. 284 показано возможное размещение фондового зернохранилища — элеватора и складов.

Емкость зернохранилища распределяется следующим образом (табл. 50).

Норийные башни двух крайних зерноскладов и средний зерносклад свя-

заны с башней элеватора над- и подземными транспортерными галереями, позволяющими осуществлять прямую и обратную связи элеватора со всеми складами.

Основными операциями зернохранилища (рис. 285) являются: 1) прием зерна с железной дороги; 2) отгрузка зерна на железную дорогу; 3) очистка на сепараторах всего принятого зерна; 4) сушка зерна в течение трех смен; 5) перемещение зерна из силосного корпуса в зерновые склады для подготовки партий зерна требуемых кондиций.

Приемное устройство с железной дороги с продольным расположением ларей. Емкость ларя (полезная) принята равной 25 *т*, глубина заложения 4 *м*.

Схема приема гибкая — подача зерна с железнодорожных транспортеров возможна на все три нории.

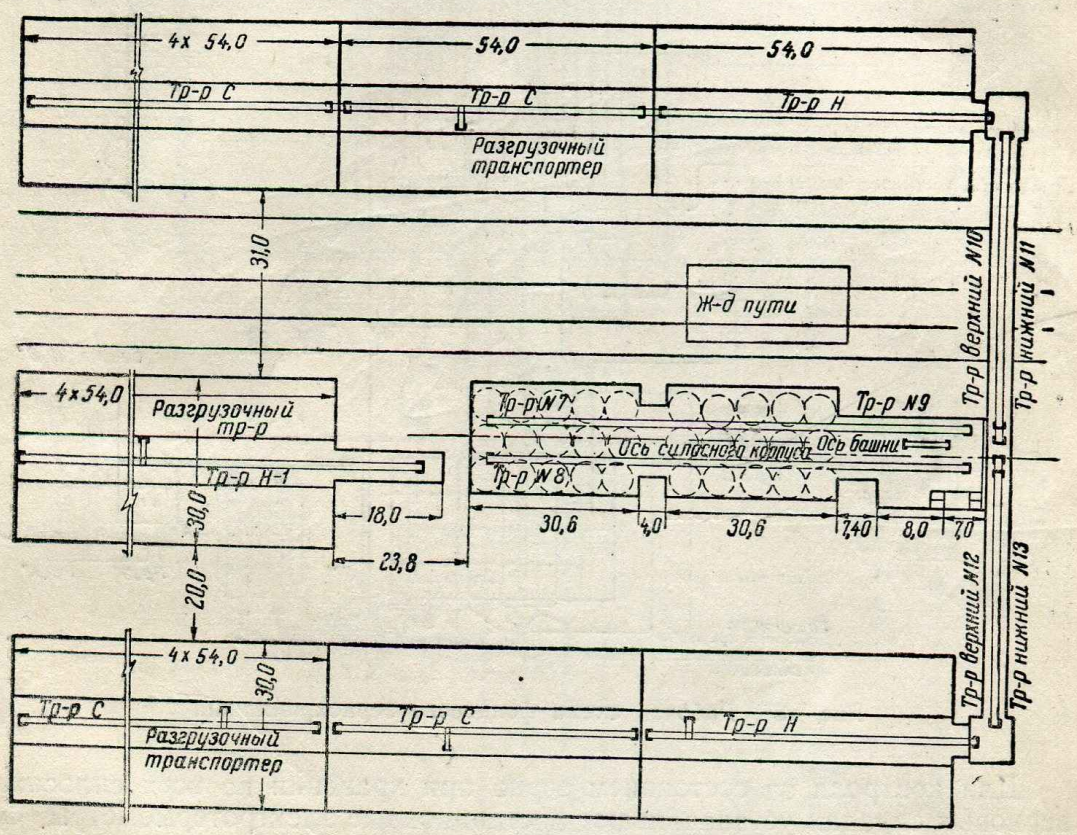


Рис. 284. Схема размещения хранилищ фондовой базы

Для приема зерна предусмотрено четыре железнодорожных пути. На двух средних путях устанавливают вагоны под разгрузку, на двух крайних — порожняк (см. рис. 284).

Производство маневров предусмотрено при помощи мотовоза. Вагоны разгружают механическими лопатами.

Зерно, поступающее с железной дороги, взвешивают дважды: первый раз на вагонных весах, второй раз — на автоматических весах в башне.

Приемная с железной дороги способность элеватора определяется следующими факторами:

— условиями подачи зерна в башню: раздельно, повагонно или общим потоком;

— производительностью разгрузки вагонов; если считать количество однородных партий в маршруте небольшое (3—4), а количественный учет зерна производить на вагонных весах, то необходимость в обязательном раздельном транспортировании зерна в элеваторе отпадает.

Отпуск зерна на железную дорогу намечается из башни при помощи отпускных труб — 3 трубы направлены на I железнодорожный путь, 1 труба — на II путь. Таким образом, под погрузку можно поставить одновременно 4 малогрузных или 3 большегрузных вагона.

В этом случае эффективность отпуска определяется производительностью норий, пропускной способностью отпускных труб и грузоподъемностью вагонов.

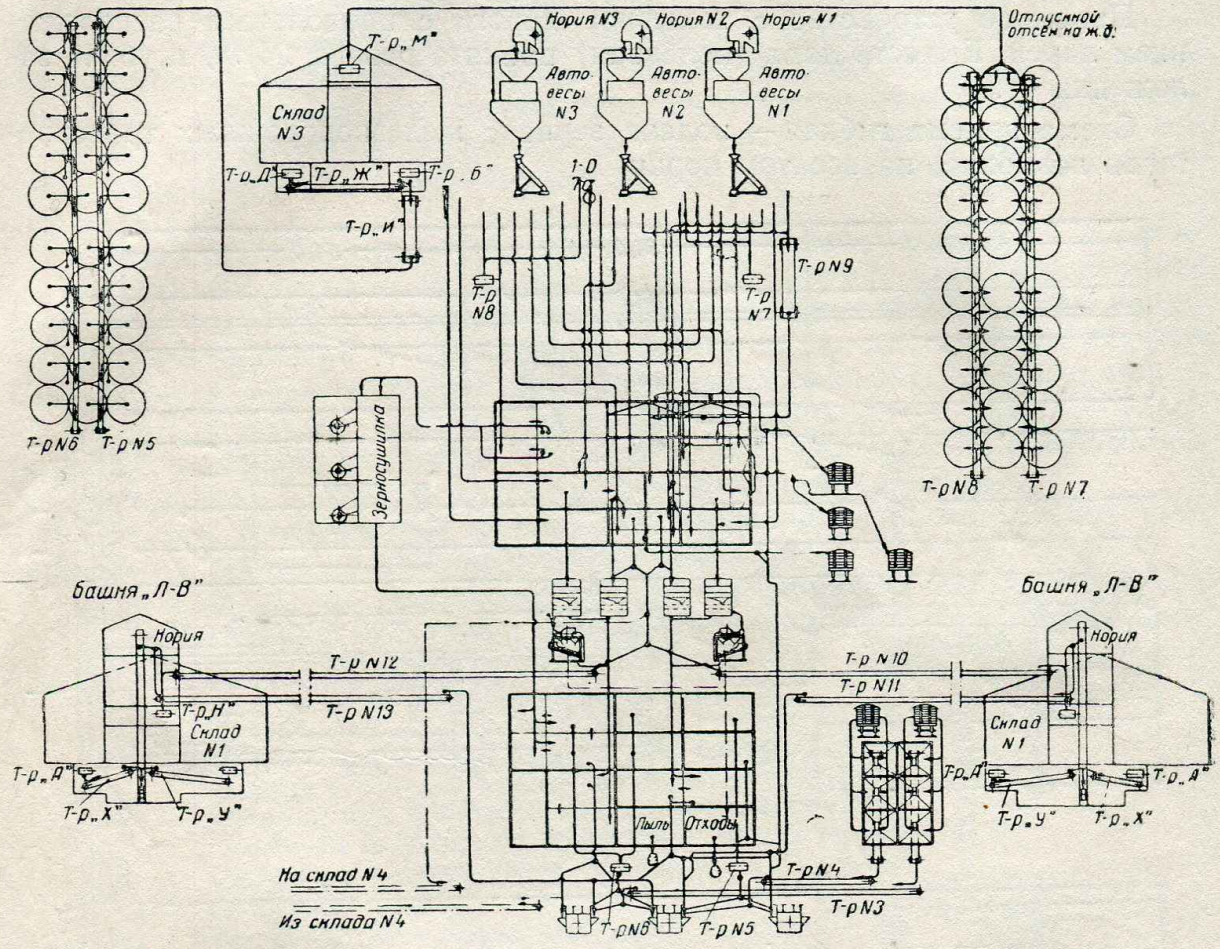


Рис. 285. Рабочая схема фондового зернохранилища

Для контроля за состоянием зерна при хранении во всех силосах и зерновых складах устанавливают дистанционные электротермометры. Система электротермометров дополняется специальной системой сигнализации, извещающей о критических моментах температурного состояния зерна. Постоянная регистрация динамики температуры зерна, дополненная автоматической сигнализацией критической температуры его, на фондовых элеваторах особенно необходима.

Для обеззараживания зерна в специальных герметизированных силосах смонтирована специальная установка для газации зерна.

Рассмотренная схема фондового зернохранилища характеризуется следующими особенностями:

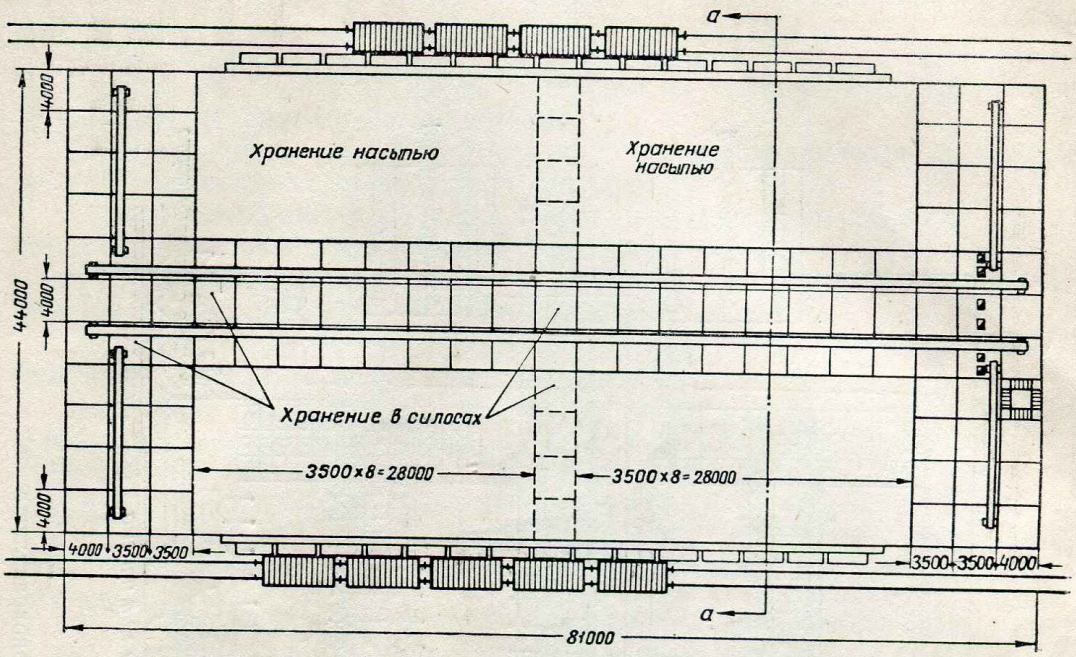
— расположение на генеральном плане основных сооружений в три линии — элеватора посредине и двух складов по краям — повышает использование территории, улучшает связь между ними;

— наличие значительной емкости зерновых складов приводит к сокращению штата рабочих, уменьшает эксплуатационные расходы;

— полная механизация загрузки складов;

— установка автоматических весов, от которых почти полностью отказались в последние годы; автоматические весы уменьшают погрешности по вине весовщика и одновременно облегчают условия его труда;

— применение сепараторов повышенной производительности;
— возможность одновременного участия в работе по отпуску зерна на железную дорогу всех норий.



Разрез по а-а

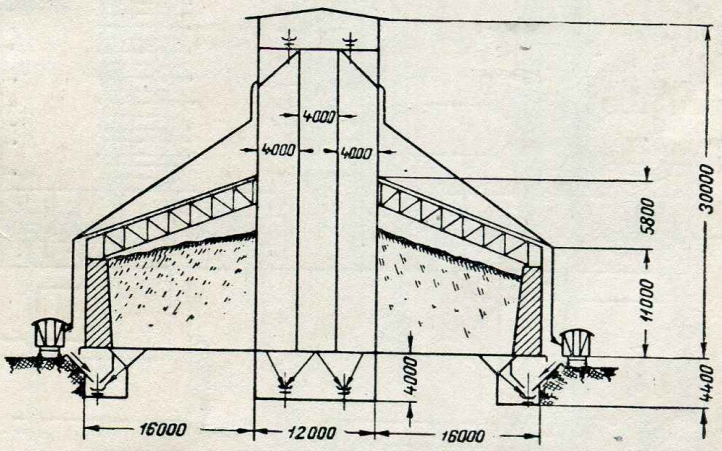


Рис. 286. Фондовое зернохранилище смешанного типа

На рис. 286 приведен тип хранилища, в котором зерно хранится в силосах и насыпью. Основные составные части хранилища: рабочая башня обычного типа с примыкающими к ней по обеим сторонам двумя силосными корпусами, в левом (по фасаду) корпусе располагаются лестничная клетка и зерносушилка; основной корпус, состоящий из силосов квадратной формы; задний корпус, состоящий из силосов квадратной формы; четыре хранилища напольного типа, расположенные по два с обеих сторон основного силосного корпуса.

Общая емкость этого комбинированного хранилища распределяется следующим образом (в процентах):

Емкость силосов двух прибашенных корпусов	10
Емкость силосов основного корпуса	31
Емкость силосов заднего корпуса	20
Емкость напольных хранилищ	30
Оперативная емкость	9

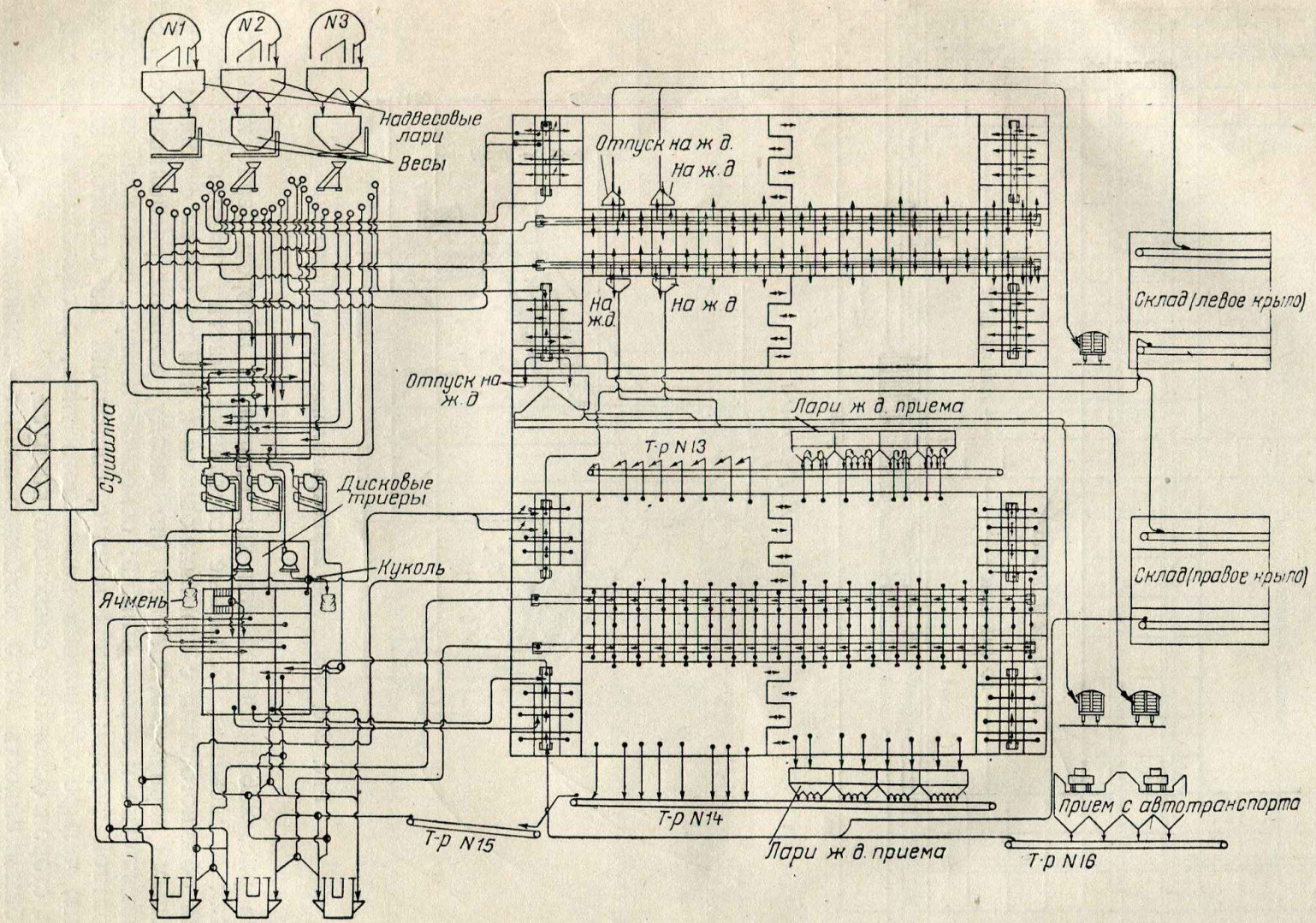


Рис. 287. Рабочая схема фондового зернохранилища

Зернохранилище выполняет следующие операции (рис. 287): прием зерна с автомобильного и железнодорожного транспорта; отпуск на железную дорогу; очистка зерна на сепараторах и дисковых триерах; сушка зерна.

Прием зерна с железной дороги производится в лари емкостью по 25 *т* каждый. Зерно из ларей поступает на крайние транспортеры, обслуживающие напольные хранилища.

Отгрузка зерна производится с двух сторон хранилища из отгрузочных бункеров емкостью по 25 *т* каждый.

Очищается зерно на 3 сепараторах и 2 дисковых триерах, один из которых куколеотборник, другой — ячменеотборник.

Отходы сепараторов удаляются из башни, а куколь и ячмень собираются в мешки на нижнем этаже башни.

Заполнение хранилищ напольного типа осуществляется из бункеров основного корпуса при помощи самотечных труб.

Благодаря достаточному количеству погрузочных точек и удачному расположению их заполнение складов полностью механизировано. Разгружаются хранилища напольного типа самотеком. Остаток зерна подгребается к выпускным отверстиям над нижними транспортерами.

Высота засыпки зерна в напольные хранилища значительная, вследствие чего условия хранения зерна в этих складах приближаются к силосному.

К достоинствам описываемого хранилища следует отнести экономию в расходе строительных материалов, удобную связь между силосной и напольной емкостями, рациональное использование территории под основными сооружениями.

Как недостаток надо отметить необходимость в искусственном освещении помещения под основным корпусом.

ГЛАВА XIV

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ПОРТОВЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Производственные и портовые зернохранилища выполняют различные функции: производственные — снабжение зерном перерабатывающих предприятий (мельницы, крупяные, комбикормовые, крахмало-паточные заводы и т. д.); портовые — отгрузку зерна на суда морского и речного флота.

Производственные и портовые зернохранилища, принадлежащие к третьему звену общего хлебооборота страны, как бы завершают процесс перемещения зерна внутри страны. Производственные зернохранилища завершают этот процесс, направляя зерно на переработку, портовые — направляя зерно на экспорт.

1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Основное назначение производственных зернохранилищ — обеспечивать зерном соответствующего качества перерабатывающие предприятия. Эти зернохранилища обычно строят при мельницах, крупозаводах, комбикормовых, крахмало-паточных, спиртовых, пивоваренных и других заводах.

Производственные зернохранилища различных отраслей зерноперерабатывающей промышленности обычно имеют в своей основе общую схему производства и в силу этого очень много общего в конструкции.

Наличие общих схем производства и конструктивных решений позволяет свести изучение большого числа типов производственных зернохранилищ к одному наиболее распространенному — мельничному зернохранилищу.

МЕЛЬНИЧНЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Основное развитие строительство мельничных зернохранилищ, как и других типов производственных зернохранилищ, получило в период советской власти.

В дореволюционной России мельницы, как правило, имели обычные немеханизированные зернохранилища. В некоторых зернохранилищах устраивали механизированные прием и отпуск зерна, но эта механизация была примитивной. Удельный вес таких механизированных мельничных зернохранилищ до 1917 г. составлял не свыше 10% всей их емкости.

Одним из крупных мельничных элеваторов, сооруженных в начале их строительства в СССР, является элеватор при мельничном комбинате им. Цюрупы в Москве.

После непродолжительного строительства одиночных элеваторов, были разработаны проекты, которые определяли типы зернохранилищ постройки всех последующих лет.

Прежде чем начать изучение как отдельных, так и типовых мельничных зернохранилищ необходимо определить основные параметры, характеризующие мельничное зернохранилище.

К числу таких параметров относятся емкость и объем основных операций (прием, очистка, подготовка зерна к помолу и т. д.).

Емкость мельничных зернохранилищ

Емкость мельничных зернохранилищ зависит от производительности мельницы. Чем больше запасов зерна содержат при мельнице, тем больше возможности составлять различные помольные партии, тем спокойнее и увереннее ведется производственный процесс переработки зерна в муку.

Емкость мельничного зернохранилища зависит от расположения мельницы относительно районов производства зерна и от способов доставки зерна из этих районов на мельницу.

При расположении мельницы в районе производства зерна емкость мельничного зернохранилища должна быть весьма близкой к годовому потреблению зерна мельницей, что обусловливается сезонностью заготовок.

При расположении мельницы вдали от районов производства зерна емкость мельничного зернохранилища определяется в зависимости от способа доставки зерна на мельницу. Так, при расположении мельницы на железнодорожных путях теоретическая емкость мельничного зернохранилища должна быть равна величине, обусловленной неравномерностью подвоза зерна по железной дороге. При расположении мельницы на водных путях теоретическая емкость мельничного зернохранилища исчисляется, исходя из необходимости обеспечить мельницу зерном на время прекращения навигации.

На основании длительного опыта работы минимальная емкость мельничных зернохранилищ определяется размером трех-четырехмесячной потребности мельницы в зерне.

Следовательно, емкость мельничного зернохранилища, как и вся его работа, зависит от производительности мельницы.

Суточная производительность мельницы может быть исчислена либо из расчета на зерно $q_з$, либо из расчета на муку $\alpha q_м$, где q — суточная производительность мельницы в зерне либо в муке.

Если обозначить время работы мельницы в год, в сутках через T, то годовая потребность мельницы в зерне равна:

$$Q = \alpha q_м T = q_з T \ т/год, \qquad (XIV, 1)$$

где α — коэффициент перевода суточной производительности мельницы в муке в суточную производительность в зерне $\left(\alpha = \frac{1}{a}\right.$, где a — выход муки из зерна при различных схемах помола: для обойного 98%-ного помола $a = 1{,}02$, для сортового 80%-ного помола $a = 1{,}25$ и т. д.).

Для мельниц, расположенных в районах производства зерна и перерабатывающих только местное зерно, емкость зернохранилищ (E) определяется как разность между годовой потребностью в зерне (Q) и количеством зерна, перерабатываемого в период заготовки (Q_1), следовательно:

$$E = Q - Q_1 = q_з T - q_з T_1 = \alpha q_м T - \alpha q_м T_1 = q_з (T - T_1) = \alpha q_м (T - T_1), \qquad (XIV, 2)$$

где T_1 — длительность периода заготовок в днях.

Для мельничного зернохранилища, расположенного вдали от районов производства зерна, на водных путях подвоза, емкость хранилищ определяется, исходя из продолжительности времени прекращения навигации (T_2), т. е.

$$E = q_з T_2 = \alpha q_м T_2, \qquad (XIV, 3)$$

где T_2 — время прекращения навигации в днях.

Для мельничного зернохранилища, расположенного вне района производства зерна, на железнодорожных путях, емкость хранилищ опре-

деляется, исходя из необходимости иметь запас зерна, обеспечивающий бесперебойную работу мельницы на время перерыва в подвозе:

$$E = q_з T_з = \alpha q_м T_з, \qquad \text{(XIV, 4)}$$

где $T_з$ — количество дней, в течение которых работа мельниц обеспечивается за счет запасов зерна в хранилищах.

Величины T_1, T_2 и T_3, входящие в уравнения (XIV, 2, XIV, 3 и XIV, 4), не являются постоянными.

Так, величина T_1 из года в год в связи с ростом механизации сельского хозяйства имеет тенденцию к уменьшению и достигла в последние годы для южных районов страны 30—35 дней; величина T_2 зависит от расположения мельницы и выбирается на основании данных о времени прекращения навигации, но не менее 90÷120 дней; величина T_3, как уже указывалось ранее, выбирается в пределах $T_3 = 90 \div 120$ дней.

Приведенный метод сугубо ориентировочный и может служить только для предварительного определения емкости мельничного зернохранилища.

Более точно емкость мельничного зернохранилища может быть определена методом максимальных остатков зерна на данном предприятии.

На основании материалов экономических изысканий выявляются темпы и объемы поступления зерна из различных источников (заготовки, завоз из других районов).

Затем в зависимости от производительности мельницы устанавливают размер остатка зерна, требующий складской емкости для его хранения.

Для определения максимального остатка зерна составляют график поступления зерна на предприятие в течение года. Примерные данные об остатках зерна для мельницы, расположенной на юге СССР, приведены в табл. 51.

Таблица 51

Примерные данные об остатках зерна для мельницы с местной заготовкой 18,5 тыс. *т* (юг СССР)[1]

(в тыс. тонн)

Месяцы	Остаток на начало июля	Поступление			Отгрузка на мельницу	Остаток на конец месяца
		с автомобильного транспорта	по железной дороге	всего		
Июль	3,0	2,0	1,2	3,2	4,1	2,1
Август	—	7,5	3,7	11,2	4,1	9,2
Сентябрь	—	8,0	3,5	11,5	4,1	16,6
Октябрь	—	1,0	2,8	3,8	4,1	16,3
Ноябрь	—	—	2,8	2,8	4,1	15,0
Декабрь	—	—	2,4	2,4	4,1	13,3
Январь	—	—	2,4	2,4	4,1	11,6
Февраль	—	—	2,4	2,4	4,1	9,9
Март	—	—	1,8	1,8	4,1	7,6
Апрель	—	—	1,8	1,8	4,1	5,3
Май	—	—	1,8	1,8	4,1	3,0
Июнь	—	—	—	—	Ремонт	3,0
Итого	—	18,5	26,6	45,1	45,1	—

[1] Л. А. Бороховский. Основы проектирования мельниц, стр. 11. Заготиздат, 1948.

Из приведенной таблицы видно, что максимальный остаток зерна на мельнице бывает в сентябре и составляет 16,6 тыс. *т*.

Емкость мельничного зернохранилища на основании данных о максимальных остатках ($E_{ост}$) определяется из уравнения:

$$E = KE_{ост},$$

где K — коэффициент маневрового резерва емкости (величина K принимается равной 1,1—1,15);

$E_{ост}$ — максимальный остаток зерна.

Для каждого конкретного случая окончательная емкость мельничного зернохранилища устанавливается на основании тщательного экономического обследования места строительства. При этом принимают во внимание не только работу мельницы, но и возможность совмещения мельничным зернохранилищем функций заготовительного и перевалочного зернохранилища, а также имеющуюся емкость зернохранилищ в районе строительства.

Приемная способность мельничного зернохранилища

Приемная способность мельничного зернохранилища так же, как и его емкость, зависит в основном от производительности мельницы и его расположения относительно районов производства зерна.

При расположении мельницы в производящем районе бо́льшая часть зерна в зернохранилище поступает непосредственно с полей. Следовательно, основными средствами подвоза зерна будет автомобильный транспорт, а водный и железнодорожный транспорт в этом случае выполняют второстепенную роль.

При определении приемной способности мельничного зернохранилища, расположенного в районах производства зерна, нельзя принимать во внимание поступление зерна, которое необходимо только для снабжения мельницы. Наличие механизированного зернохранилища обязывает совмещать в нем производственные и заготовительные функции.

В силу этого приемная способность мельничного элеватора должна определяться методом, принятым для заготовительных зернохранилищ (см. главу XII).

При расположении мельницы вдали от производящих районов зерно подвозится в основном водным и железнодорожным транспортом, а на автомобильный приходится незначительная доля из общего поступления зерна, главным образом за счет подвоза с зернохранилищ, расположенных вблизи мельницы.

Приемная способность мельничных зернохранилищ, расположенных в потребляющих районах, определяется в зависимости от вида подвоза зерна (железнодорожным или водным транспортом) и суточной производительности мельницы.

Для того чтобы обеспечить бесперебойную работу мельницы, необходимо ежесуточно принимать в зернохранилище зерно в количестве не менее $q_э$ или $\alpha q_м$ *т/сутки*.

Однако неравномерность подвоза зерна железнодорожным транспортом, необходимость разгружать прибывающий подвижной состав в определенные сроки и создавать запасы зерна для бесперебойной работы мельницы требуют значительно повышенной приемной способности зернохранилища.

На основании опыта эксплуатации мельничных зернохранилищ минимальная приемная суточная способность может быть определена по формуле:

$$Q_{сутки} = (3 \div 5)\, q_э = (3 \div 5)\, \alpha q_м,\ т/сутки, \qquad (XIV, 5)$$

где коэффициент (3÷5) учитывает неравномерность подачи подвижного состава под разгрузку и необходимость создания запасов зерна.

При условии равномерного поступления зерна в течение суток такая производительность приема не потребовала бы установки на элеваторе мощного транспортного оборудования. Однако учитывая, что в течение суток вагоны подаются на элеватор отдельными партиями (подачами), разгружать которые необходимо в течение 2—3 час., производительность транспортного оборудования должна выбираться значительно выше среднесуточной.

При исчислении производительности и числа основных транспортных машин, участвующих в приеме зерна с железнодорожного транспорта, принимается число подач (n) и количество вагонов в подаче (i), так, чтобы

$$niQ_в = (3 \div 5)\, q_з = (3 \div 5)\, \alpha q_м \ т/сутки, \qquad (XIV,6)$$

где $Q_в$ — средняя грузоподъемность вагона.

Тогда производительность ($Q_п$) транспортного оборудования при времени разгрузки одной подачи $t_{часов}$ будет равна:

$$Q_п = \frac{iQ_в}{t} = \frac{(3 \div 5)\, q_з}{nt} \ т/час. \qquad (XIV,7)$$

При расположении мельницы у водных путей производительность приема должна выбираться равно или несколько большей судо-суточной нормы выгрузки зерна из судов (см. табл. 10 на стр. 123).

Для повышения приемной способности мельничного зернохранилища с железнодорожного и водного транспорта без дополнительной установки оборудования необходимо предусмотреть максимальную возможность переключения основного оборудования зернохранилища на прием при условии обеспечения его неотложных операций (подача зерна на мельницу и сушка его), работа на которых не может быть прервана.

Приведенный метод определения приемной способности мельничного зернохранилища дает представление о решении этого вопроса в общем виде. Для каждого конкретного случая вопрос о приемной способности зернохранилища решается на основе материалов изысканий с учетом всех особенностей, присущих месту строительства.

Подготовка зерна к помолу на мельничных зернохранилищах

Улучшение качества зерна на мельничном зернохранилище тесно связано с его подготовкой к помолу.

Под операциями подготовки зерна к помолу подразумевается: очистка, сушка зерна с целью снижения его влажности до величины, требуемой производственным процессом выработки муки, либо с целью обеззараживания его от вредителей, составление помольных партий зерна в соответствии с требованием производственного процесса.

Очистка зерна. Наличие на мельнице и зернохранилище самостоятельных зерноочистительных отделений на первый взгляд кажется нерациональным. Их объединение и размещение либо на мельнице, либо на зернохранилище решается в каждом отдельном случае в зависимости от местных условий.

При решении этих вопросов возможны следующие варианты:

1. На зернохранилище зерно только принимают, взвешивают и хранят; вся очистка зерна сосредоточена в зерноочистительном отделении мельницы.

2. На зернохранилище происходит предварительная очистка зерна; окончательная очистка в соответствии с требованием производственного процесса мельницы осуществляется в зерноочистительном отделении последней.

3. Очистка зерна в соответствии с требованием производственного процесса мельницы производится в зернохранилище; в зерноочиститель-

ном отделении мельницы производственный процесс начинается с первого обоечного прохода.

Выбор рационального варианта расположения зерноочистительного отделения может быть решен на основании сравнения эксплуатационных и технико-экономических показателей.

Устройство зерноочистительного отделения на мельнице не вызывает какого-либо заметного снижения стоимости зернохранилища и незначительно удорожает стоимость мельницы. Количество обслуживающего персонала остается без изменения, но условия его работы улучшаются (отапливаемые помещения на мельнице создают более благоприятные условия для персонала, чем неотапливаемые помещения зернохранилища).

Однако несмотря на кажущиеся преимущества, рассматриваемый вариант не находит применения в практике по той простой причине, что наличие зерносушилки в зернохранилище требует обязательной очистки всего зерна, поступающего на сушку, что приводит к созданию двух зерноочистительных отделений. Кроме того, для повышения стойкости зерна при хранении необходимо предварительно очищать его перед засыпкой в силос.

Предварительная очистка зерна в зернохранилище и окончательная на мельнице устраняет необходимость в устройстве двух зерноочистительных отделений. При этом не увеличиваются первоначальные капитальные затраты, так как размеры зданий зернохранилища остаются неизменными, неизменным остается также и эксплуатационный штат.

Устройство окончательной очистки зерна в зерноочистительном отделении мельницы с предварительной очисткой на зернохранилище имеет ряд преимуществ, а именно: отсутствует разрыв в процессе подготовки зерна к помолу и возможен раздельный количественный учет предварительной и окончательной очистки зерна, что создает условия для контроля режима работы отдельных машин в соответствии с требованием процесса размола.

Устройство предварительной и окончательной очистки зерна на зернохранилище имеет положительные и отрицательные стороны.

Положительным является размещение всей очистки зерна в одном месте, что при незначительном увеличении строительных объемов упрощает эксплуатацию, улучшает санитарно-гигиенические условия, так как зерноочистительные машины, служащие источниками загрязнения помещения, выносятся из мельницы в помещение зернохранилища.

Отрицательная сторона такого решения — разрыв процесса подготовки зерна к помолу, что не дает возможности регулировать и контролировать этот процесс на всех участках.

Сравнивая рассмотренные варианты решения вопроса очистки зерна на мельничных элеваторах, можно сделать следующие выводы.

Вариант, предусматривающий устройство очистки зерна на мельнице, не может быть принят, так как он неизбежно вызывает необходимость организации на зернохранилище очистки зерна для сушилки, что сводит на нет его преимущества.

Варианты, предусматривающие предварительную очистку на зернохранилище и окончательную на мельнице, а также размещения предварительной и окончательной очистки на зернохранилище, почти равноценны. Однако практика работы зернохранилищ, имеющих предварительную и окончательную очистку, не подтвердила целесообразности такого решения вопроса, в силу чего этот вариант не получил широкого распространения.

Вариант устройства предварительной очистки зерна на зернохранилище и окончательной на мельнице наиболее распространенный, что объясняется стремлением сохранить непрерывность технологического процесса подготовки зерна к помолу.

Сушка зерна. В зависимости от назначения зерносушильное отделение располагается в непосредственной связи с зернохранилищем либо изолированно от него.

В том случае, когда зерносушилка предназначена только для сушки зерна, она размещается в силосном корпусе или в рабочей башне либо впритык к последней.

В тех же случаях, когда зерносушилка обслуживает карантинное отделение для зараженного зерна и преследует цель наряду с сушкой зерна и его обеззараживание, она располагается отдельно от хранилища.

Составление помольных партий зерна в соответствии с требованием производственного процесса — одна из основных операций мельничного зернохранилища.

Подготовка партий зерна заключается в составлении зерновых смесей в определенной пропорции, обусловленной процессом выработки муки. Для этой цели на зернохранилище смешивают зерно по определенным физико-химическим признакам и составленную таким образом партию передают в зерноочистительное отделение мельницы.

Смешивание зерна на зернохранилище обычно осуществляется путем выпуска на транспортерную ленту из емкостей определенного количества зерна, которое затем, попадая на нории, перемешивается. Этот способ в силу неточности и ненадежности в работе не может обеспечить равномерное смешивание зерна.

Более надежный способ — установка под емкостями дозирующих аппаратов, которые дают возможность получить смесь в определенной, заранее заданной пропорции.

Подготовленную заранее зерновую смесь засыпают в хранилище, откуда она при помощи транспортных механизмов поступает на мельницу.

ОТГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ МЕЛЬНИЧНОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Отгрузочная способность мельничного зернохранилища определяется в зависимости от производительности мельницы.

Обычно принято, что зернохранилище в течение 2—3 час., но не более чем на протяжении одной смены должно передать на мельницу зерно в количестве, равном суточной ее производительности.

Время отпуска ограничивается в силу того, что мельничное зернохранилище работает обычно в одну смену при круглосуточной работе мельницы.

Наряду с отпуском зерна на мельницу, который является основной операцией, зернохранилище должно иметь отпускные устройства на железную дорогу и автомобильный транспорт, так как всегда может возникнуть необходимость в отпуске зерна на один из указанных видов транспорта. Операции по отпуску зерна на железнодорожный и автомобильный транспорт в этих случаях носят случайный характер.

СОВМЕЩЕНИЕ МЕЛЬНИЧНЫМ ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕМ ФУНКЦИЙ ДРУГИХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Как уже указывалось, при расположении мельничного зернохранилища в районе производства зерна оно помимо производственных функций выполняет также функции заготовительного зернохранилища.

В силу совмещения этих функций приемная способность определяется тем же способом, что и для заготовительных зернохранилищ.

Необходимость в хранении и отгрузке зерна, проходящего транзитом через зернохранилище, может вызывать увеличение его емкости и требует наличия соответствующего отгрузочного устройства.

Мельничные зернохранилища, расположенные на водных путях и оборудованные приемными устройствами большой мощности, в силу спе-

цифических условий приема зерна с водного транспорта очень часто совмещают функции производственных и перевалочных зернохранилищ. Такое совмещение объясняется желанием добиться большего коэффициента использования дорогостоящего приемного устройства.

При совмещении производственных и перевалочных функций в одном зернохранилище необходимо несколько увеличивать его емкость для того, чтобы обеспечить хранение принятого зерна в случае возможных перебоев в подаче транспорта под погрузку.

Отпускная способность такого зернохранилища на железнодорожный и автомобильный транспорт определяется так же, как и для перевалочного зернохранилища.

ГОДОВАЯ РАБОТА МЕЛЬНИЧНОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Ввиду того что операции мельничного зернохранилища при выполнении им основных производственных функций являются определенными, можно ориентировочно подсчитать объем годовой работы, выполняемой основными машинами — нориями, выраженный в годовой производительности мельницы в зерне [1]:

Принять	1,0 Q m
Подать зерно на сепараторы и убрать с них (0,5+ + 0,5·2+0,4·2)	2,3 Q „
Подать зерно на сушилку и убрать с нее (0,4.2) .	0,8 Q „
Перегнать зерно для проветривания (0,3·2)	0,6 Q „
Передать зерно на приготовление зерновой смеси (0,5·2)	1,0 Q „
Передать зерно на мельницу	1,0 Q „
Итого	6,7 Q m

При определении объема операций принято, что 50% зерна направляется на очистку в момент приема и 50% подается из хранилищ. Кроме того, здесь же учтена очистка 40% зерна, подлежащего просушиванию.

При совмещении производственных функций с заготовительными или перевалочными объем годовой работы мельничного зернохранилища соответственно увеличивается.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МЕЛЬНИЧНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

При проектировании мельничного зернохранилища весьма важным является правильное решение вопроса о его связи с мельницей. Такая связь может быть обеспечена только в том случае, когда основные хранилища располагают в непосредственной близости от мельницы.

Наиболее широко распространен вариант расположения основных зернохранилищ и мельницы в одну линию (см. рис. 31). При таком расположении создается поточность движения зерна в комплексном производственном процессе. Зерно, принятое в хранилище, подается на мельницу для переработки, мука — в склад готовой продукции, расположенный у линии железной дороги. Легко решается также вопрос о расположение железнодорожных путей.

Наряду с преимуществами этот вариант обладает недостатками. Основной из них — необходимость иметь для размещения строений весьма вытянутый участок территории, который не всегда может быть подобран в месте строительства.

---

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II, стр. 217. Заготиздат, 1941.

В случае, когда подобрать участок требуемого размера невозможно, хранилища располагают параллельно зданию мельницы, а между ними размещают железнодорожные подъездные пути (рис. 288).

В этом случае связь хранилищ с мельницей осуществляется при помощи транспортерной галереи, проходящей над железнодорожными путями.

Этот вариант расположения мельницы и хранилищ дает возможность наряду с уменьшением длины участка разделить производственные территории зернохранилища и мельницы. Такое разделение в период хлебозаготовок устраняет встречное движение автомобилей, подвозящих зерно и вывозящих с мельницы готовую продукцию.

Недостатками параллельного расположения производственных зданий на участке являются: увеличение протяженности железнодорожных путей, вызванное раздельным обслуживанием зернохранилища и мельницы;

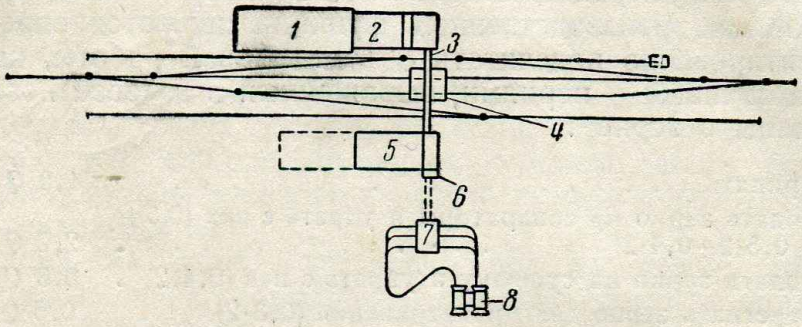


Рис. 288. Схема параллельного размещения элеватора и мельницы:

1—склад продукции; *2*—мельница; *3*—соединительная галерея; *4*—приемное устройство с железной дороги; *5*—элеватор; *6*—сушилка; *7*—устройство для приема зерна с автомобилей; *8*—автомобильные весы

территориальный разрыв, требующий организации отдельной лаборатории, обслуживающей зернохранилище (особенно в период заготовок); увеличенный состав охраны вследствие наличия дополнительного въезда на территорию со стороны зернохранилища; повышенная опасность для жизни обслуживающего персонала при переходе через железнодорожные пути.

Вопрос о выборе варианта расположения производственных зданий на территории в каждом отдельном случае должен решаться в зависимости от местных условий с учетом всех особенностей выбранной под строительство площадки.

ТИПЫ МЕЛЬНИЧНЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Основными типами мельничных зернохранилищ являются элеваторы. Поэтому для изучения рассмотрим основные типы мельничных элеваторов, построенных в СССР за последние 20 лет и принятых к строительству в настоящее время.

Элеватор М-3×200+2×100, один из первых крупных мельничных элеваторов постройки 1928/29 г.

Особенностью рабочей схемы этого элеватора (рис. 289) является очистка всего принятого зерна при его приеме. В случае же направления принятого зерна непосредственно в силосы, минуя сепараторы, производительность приема снижается вдвое.

Приемное устройство с железной дороги с поперечного типа связано с рабочей башней двумя транспортерами.

Производительность оборудования приемного устройства и норий, связанных с приемом (нории № 1, № 2, № 3), 200 *т/час*, производительность остального оборудования 100 *т/час*.

но подается на транспортер производительностью 350 *т/час*. Для разгрузки зерна из вагонов в приемные лари установлены механические лопаты.

Сушильный цех элеватора, примыкающий непосредственно к его башне со стороны лестничной клетки (см. рис. 291), оборудован тремя зерносушилками производительностью 15 *т/час* каждая.

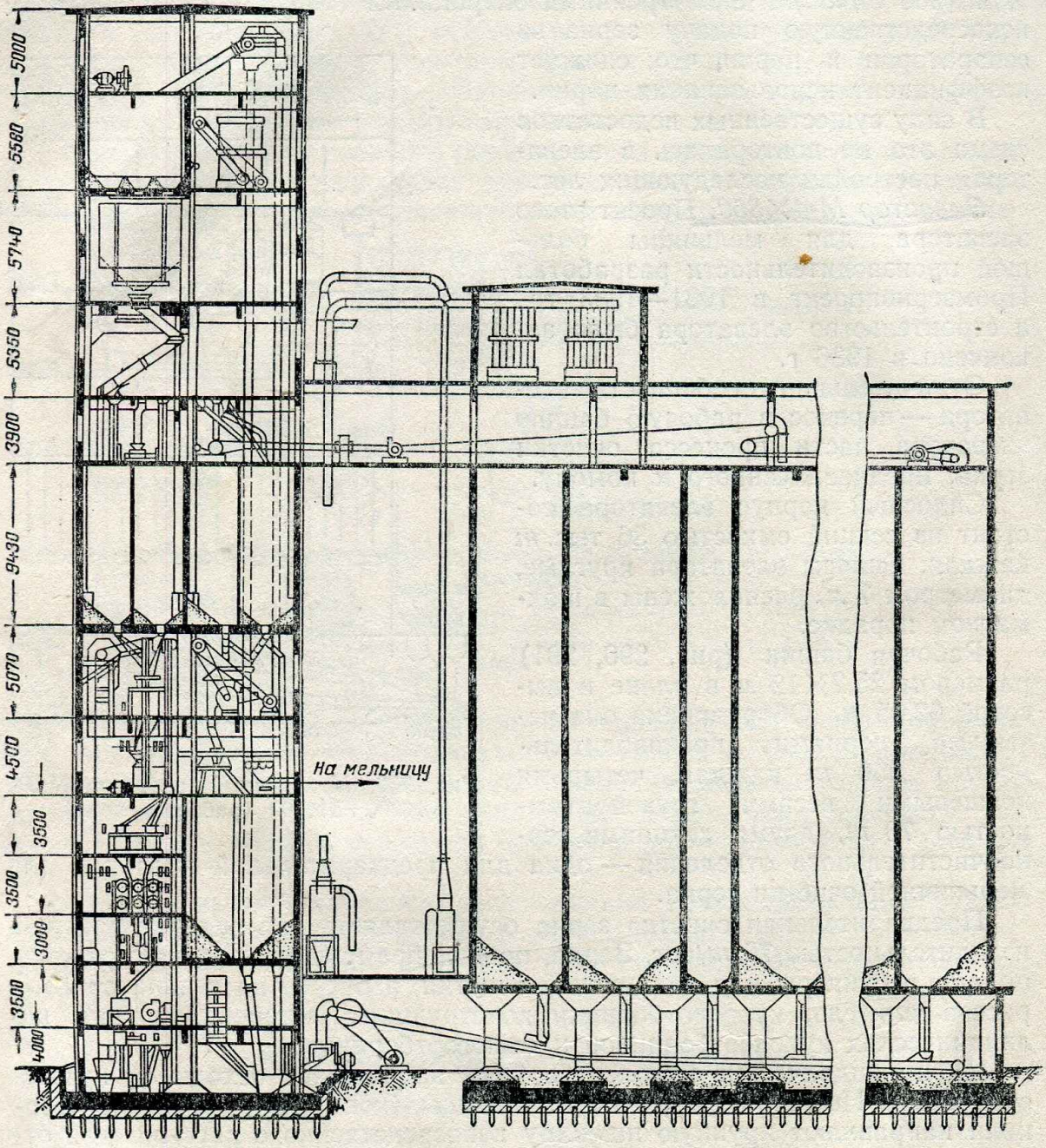


Рис. 290. Мельничный элеватор М-4×350 (разрезы по башне и силосному корпусу)

Заслуживает внимания устройство аспирации на элеваторе. Все 22 аспирационные сети элеватора подают воздух после очистки его в циклонах для вторичной очистки в нагнетательные фильтры, установленные в специальном помещении на крыше надсилосной галереи.

Элеватор М-2×175. В 1938—1940 гг. Промзернопроект, обобщив накопившийся опыт строительства мельничных элеваторов, разработал применительно к мельницам различной производительности типовые проекты элеваторов М-2×100 и М-2×175.

В качестве примера рассмотрим мельничный элеватор М-2×175 1938—1940 гг. Элеватор имеет две секции силосного корпуса емкостью

12 000 *т* каждая, состоящие из круглых силосов диаметром 6 *м*, высотой 30 *м* при расположении их по три в ряд (рис. 292—293).

Транспортное оборудование элеватора состоит из двух норий производительностью 175 *т/час* каждая, двух надсилосных и двух подсилосных транспортеров, транспортера для отпуска на предприятие и транспортера для подачи зерна на зерносушилку.

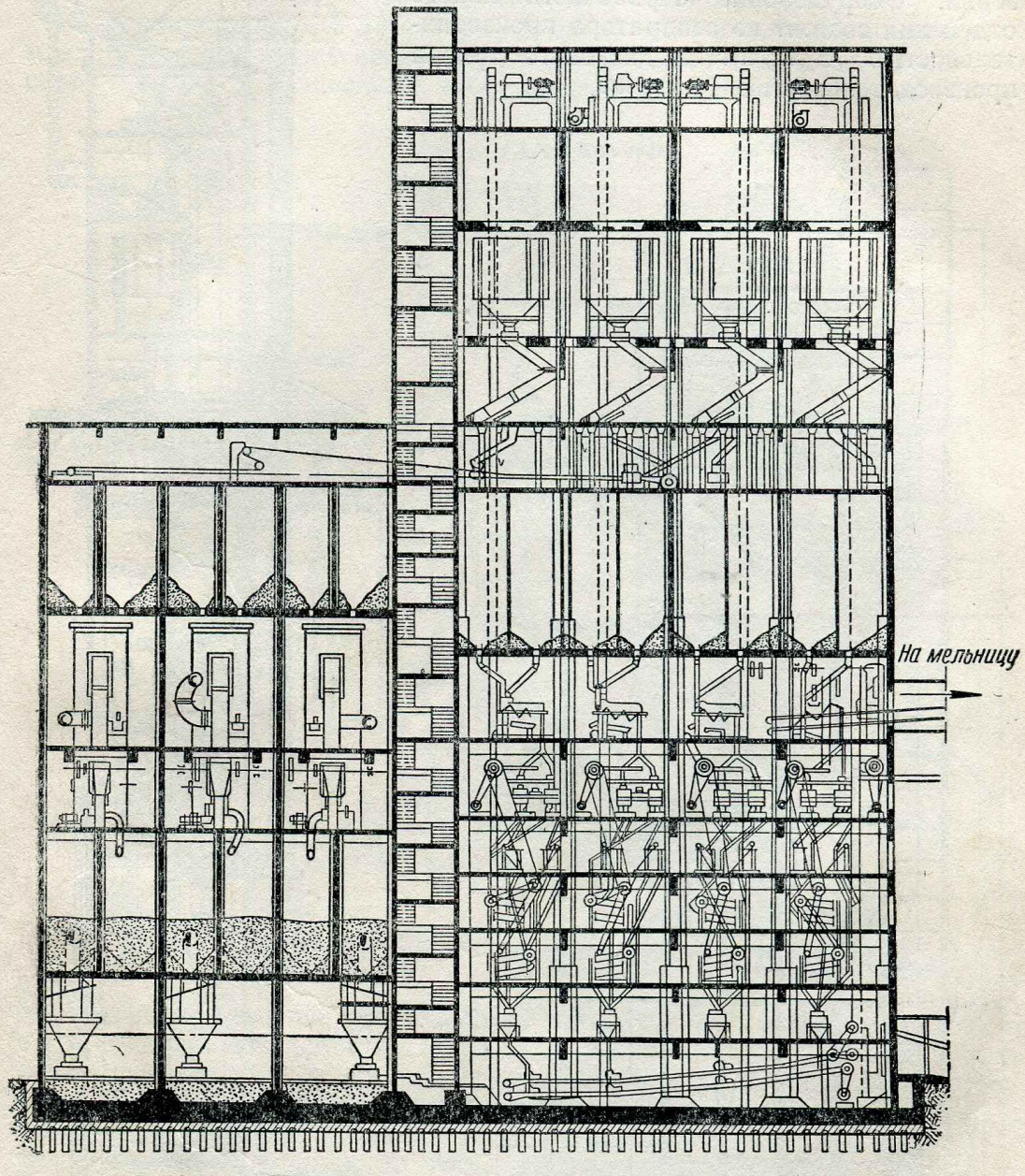


Рис. 291. Мельничный элеватор М-4×350 (продольный разрез по башне и зерносушилки)

Прием зерна на элеватор предусмотрен с железной дороги и автомобильного транспорта. Для приема зерна с железной дороги имеется приемное устройство поперечного типа с четырьмя путями и двумя приемными транспортерами; каждый путь дает возможность разгружать в приемные лари один четырехосный или два двухосных вагона. Приемные лари с двух путей (четыре ларя) разгружаются на отдельный ленточный транспортер. Для приема с автомобильного транспорта предусмотрен типовой приемный амбар на шесть проездов.

порт при помощи отпускной трубы; отпуск на автомобильный транспорт из ларя подсепараторного этажа.

Зерноочистительное отделение предназначено только для предварительной очистки зерна. Оборудование зерноочистительного отделения состоит из сепаратора производительностью 75 *т/час* и дискового триера производительностью 16 *т/час*.

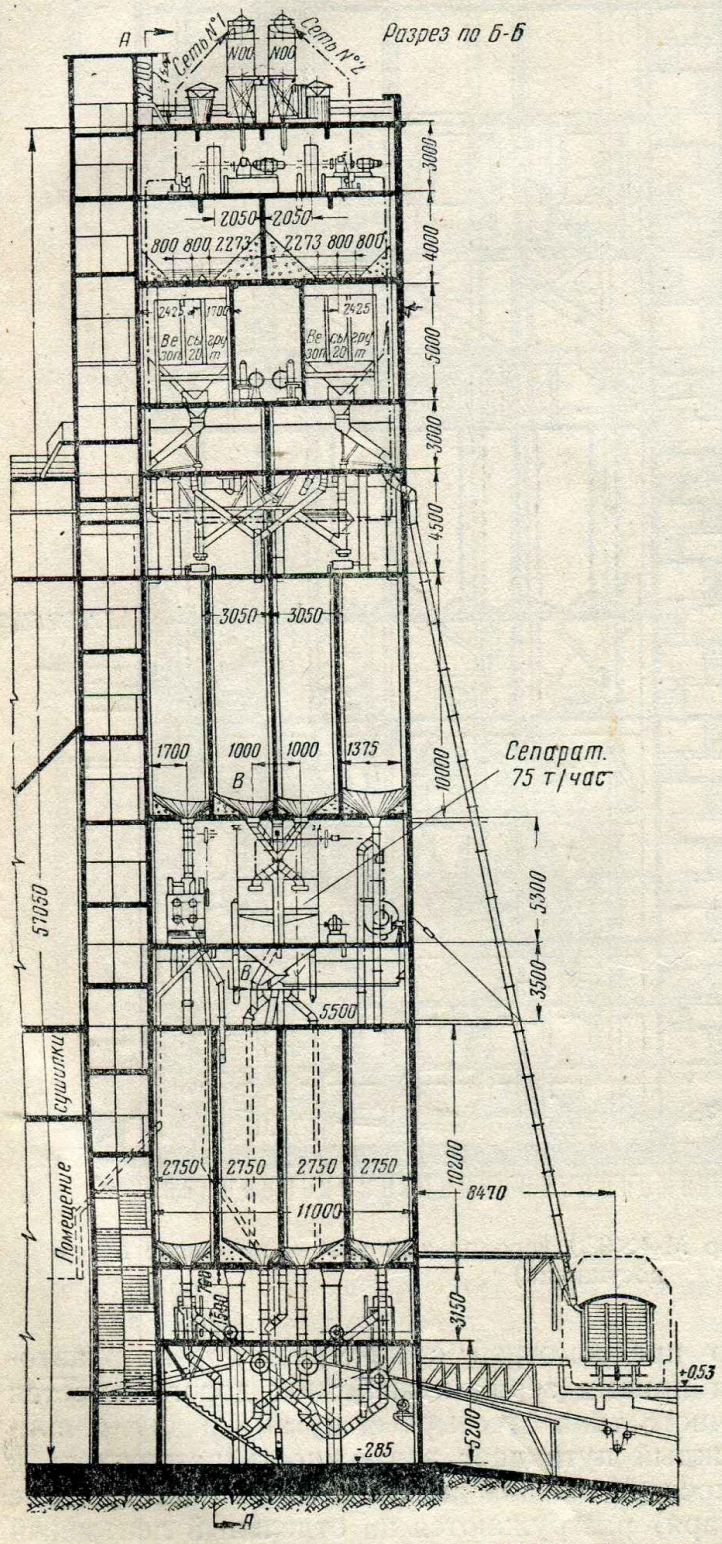


Рис. 292. Мельничный элеватор М-2×175 1938—1940 гг. (продольный разрез по башне)

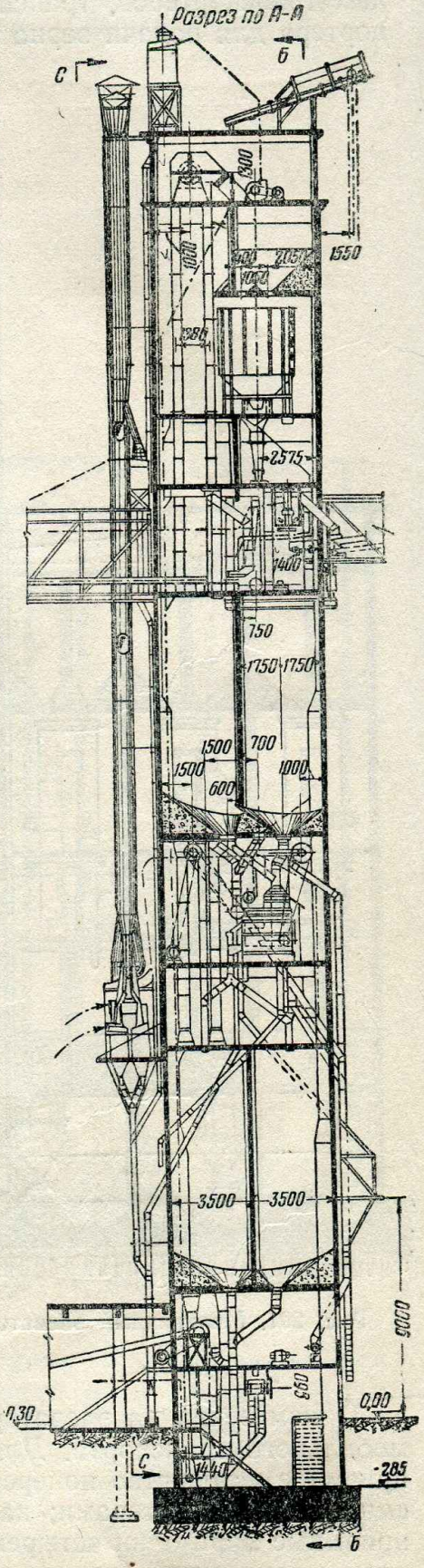


Рис. 293. Мельничный элеватор М-2×175 1938—1940 гг. (поперечный разрез по башне)

На элеваторе предусмотрена установка зерносушилки производительностью 8 или 15 *т/час* в зависимости от местных условий. Зерносушилка располагается в специальном здании, примыкающем к башне элеватора со стороны лестничной клетки.

Подача зерна на сушилку осуществляется специальным ленточным транспортером; убирают просушенное зерно транспортером для приема с автомобильного транспорта, проходящим под сушилкой.

Аспирационные сети элеватора типа М-2×175 построены по принципу максимальной увязки с аспирируемым оборудованием. Такая компоновка сетей привела к разделению всей системы аспирации на три основные

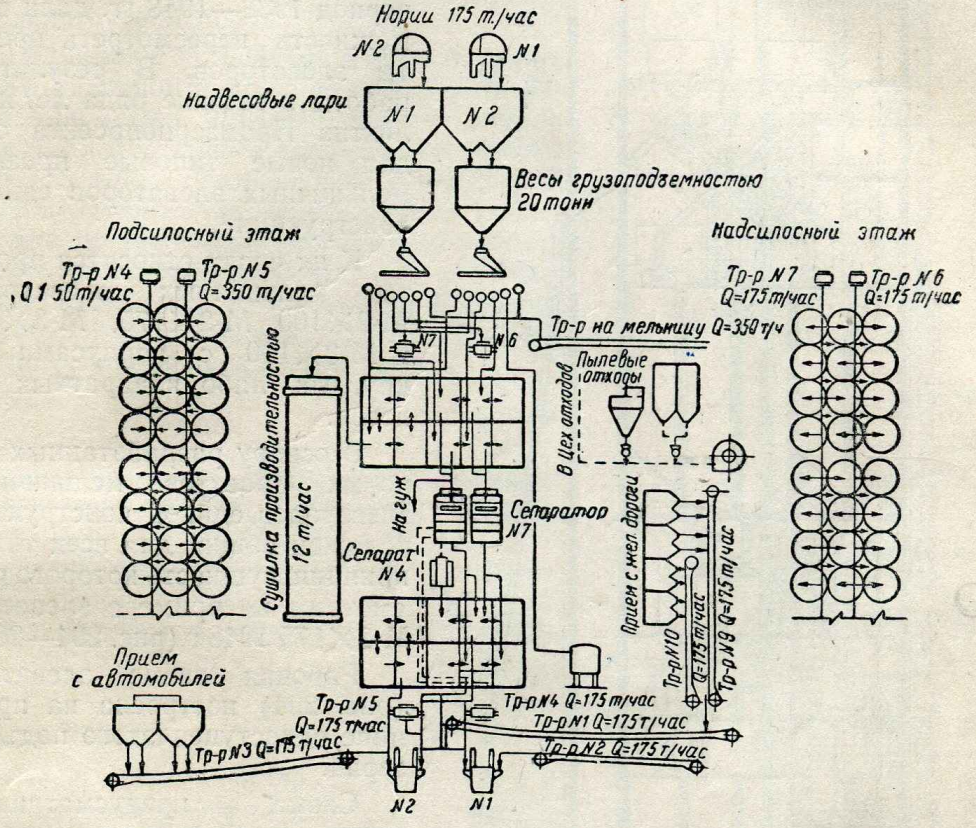


Рис. 294. Мельничный элеватор М-2×175 1948 г. (рабочая схема)

группы: первая группа, состоящая из четырех сетей, аспирирует силосы и оборудование надсилосного этажа и верхнюю часть рабочей башни (трубы, весы, нории); вторая группа аспирирует оборудование зерноочистительного отделения; третья группа, состоящая из четырех сетей, аспирирует питающие башмаки и оборудование подсилосного этажа. Такая разбивка аспирации на сети, обслуживающие либо одну машину, либо машины, включаемые в маршрут, обеспечивает максимальное использование установленных вентиляторов при минимальном расходе энергии на аспирацию.

Отходы, получаемые в зерноочистительном отделении и в циклонах аспирации, собираются внизу элеватора в небольшие бункеры, установленные над эжекторами пневматической сети; из бункеров отходы и пыль подаются пневматическим транспортом в цех отходов для их дальнейшего сортирования.

Рассматриваемый тип элеватора при довольно хорошем решении общих вопросов обладает одним существенным недостатком — отсутствием возможности для составления помольных партий зерна.

Оборудование элеватора позволяет производить смешивание партий зерна только в относительно точной пропорции, что ограничивает его возможности при выполнении требований, предъявляемых производственным процессом мельницы.

Мельничные элеваторы единой конструкции 1948 г. Изучение и обобщение накопившегося опыта эксплуатации мельничных элеваторов в СССР за период 1938—1948 гг. дали возможность пересмотреть проекты элеваторов. В результате работы в течение ряда лет коллектив Промзернопроекта создал новые типовые проекты мельничных элеваторов единой конструкции [1].

К их числу относятся проекты мельничных элеваторов М-2×100, М-2×175, М-3×175 и М-3×100 с корпусами из круглых либо квадратных силосов.

В основу разработанных типовых проектов мельничных элеваторов единой конструкции положен общий для всех типов принцип, сущность которого рассмотрим на примере элеватора М-2×175 1948 г. (рис. 294—297).

Рабочая схема элеватора (рис. 294) построена на принципе одноступенчатого подъема зерна.

Схема предусматривает прием зерна с железнодорож-



Рис. 295. Мельничный элеватор М-2×175 1948 г. (продольный разрез по башне)

ного и автомобильного транспорта, очистку, сушку и отпуск зерна на мельницу, железнодорожный и автомобильный транспорт.

[1] Название «единая конструкция» принято потому, что во всех элеваторах строительные конструкции решены однотипно, различие заключается только в числе силосов, числе пролетов башни и т. д.

Силосный корпус элеватора состоит из отдельных секций, емкость каждой из них равна для круглых силосов 8000 *т*, для квадратных силосов 8300 *т*. Размеры силосов (в плане: круглых — диаметр 6 *м*, квадратных — 3,2×3,2 *м*; высота силосов: круглых — 30 *м*, квадратных — 31 *м*.

Характеристика основного транспортного и технологического оборудования приведена в табл. 52.

Для приема зерна, поступающего в элеватор, предусмотрены приемные устройства с железнодорожного и автомобильного транспорта.

Приемное устройство с железнодорожного транспорта продольного типа с двумя приемными путями и двумя приемными транспортерами производительностью по 175 *т/час* каждый. Для разгрузки вагонов установлены механические лопаты, а для производства маневровых работ на железнодорожных путях — два кабестана. Для приема с автомобильного транспорта предусмотрен типовой приемный амбар с автомобилеопрокидывателями.

Таблица 52

Характеристика основного оборудования элеватора единой конструкции М-2×175 1948 г.

Наименование оборудования	Производительность в *т/час*	Количество
Нории ТНС-175	175	2
Подсилосный транспортер	175	2
Надсилосный транспортер	350	2
Транспортер для отпуска на мельницу	350	1
Транспортер для приема с железной дороги	175	2
Транспортер для приема с автомобильного транспорта	175	1
Сепаратор № 7	75	1
Сепаратор № 4 для сортирования отходов	7	1
Зерносушилка (двухступенчатая) .	12	1

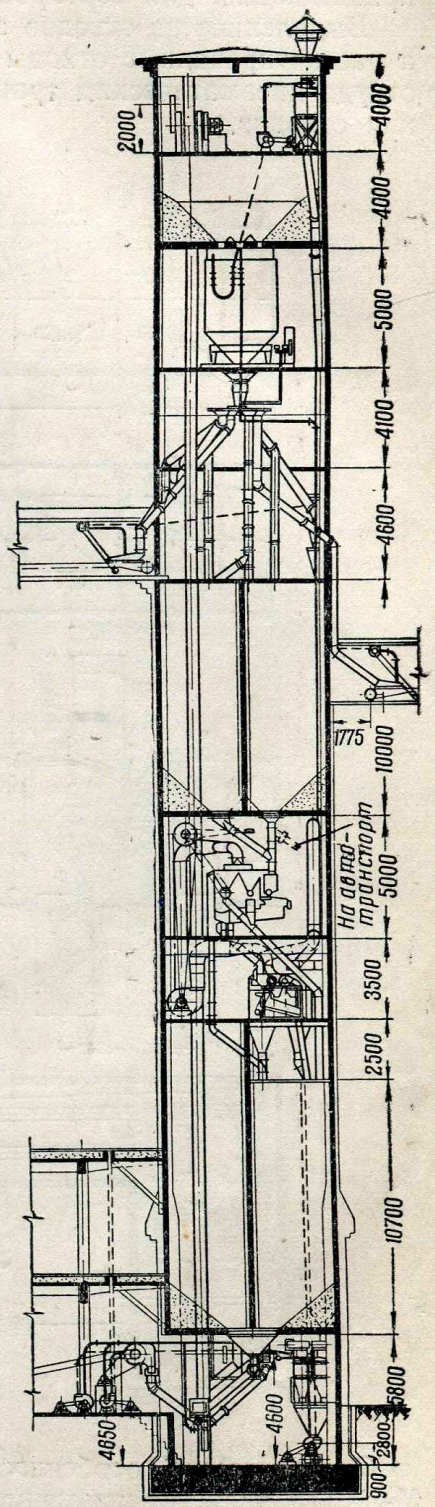


Рис. 296. Мельничный элеватор М-2×175 1948 г. (поперечный разрез по башне).

Погрузка зерна в вагоны осуществляется на первом железнодорожном пути при помощи отпускной трубы, принимающей зерно после весов.

Зерноочистительное отделение, оборудованное сепаратором № 7 производительностью 75 *т/час*, предназначено только для предварительной очистки зерна.

Особенностью зерноочистительного отделения элеватора М-2×175 1948 г. является наличие в нем оборудования для сортирования отходов. Для этой цели на подсепараторном этаже установлен сепаратор № 4, принимающий для сортирования отходы от сепаратора № 7.

Выделенное из отходов зерно поступает в подсепараторные бункеры, а рассортированные отходы направляют самотеком в подвальный этаж, откуда пневматическим транспортом подают их в помещение для хранения отходов.

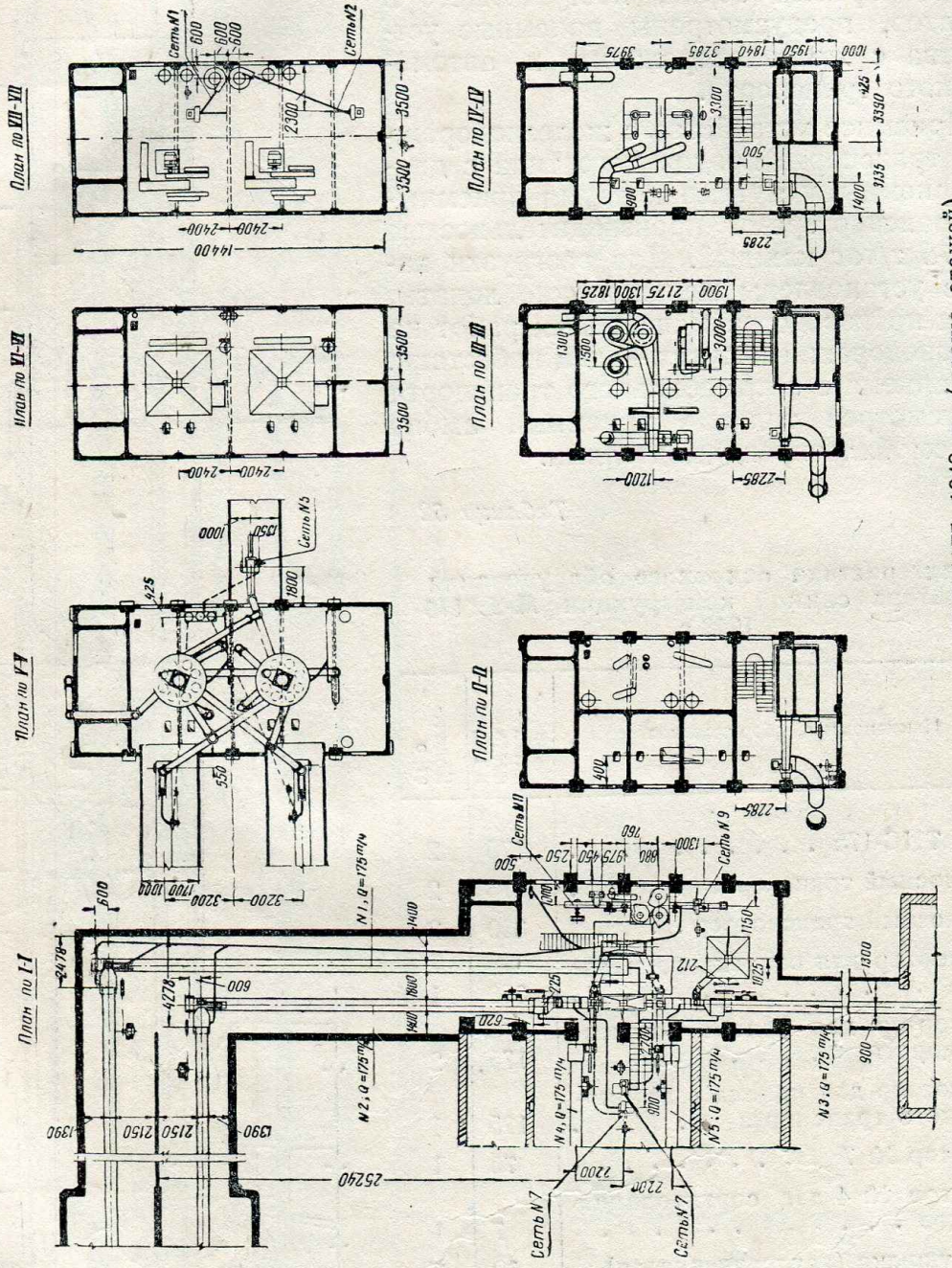


Рис. 297. Мельничный элеватор М-2×175 1948 г. (планы этажей)

Отличительной особенностью проекта элеватора единой конструкции М-2×175 является размещение зерносушильного отделения. Здесь сушильное отделение в отличие от всех ранее разработанных конструкций расположено непосредственно в рабочей башне элеватора. Это в значительной степени упростило, с одной стороны, строительную конструкцию (отпала необходимость в строительстве отдельного здания), а с другой стороны,— связь сушильного отделения с рабочей башней элеватора (отпала необходимость в специальном оборудовании для подачи и уборки зерна из сушилки).

Аспирационные сети элеватора единой конструкции М-2×175 1948 г. в основном решены по тому же принципу, что и в элеваторе М-2×175 1938—1940 гг. Аспирационные системы обслуживают либо отдельные машины, либо ряд машин, связанных воедино производственным процессом. Такое решение вопроса позволяет максимально использовать аспирационное оборудование при минимальном расходе энергии на аспирацию.

В отличие от всех предыдущих типов в элеваторах единой конструкции очистка воздуха от пыли производится в групповых циклонах, что дает возможность повысить степень очистки воздуха от пыли. Для удобства обслуживания циклоны размещены в рабочей башне элеватора. Наружные выхлопные трубы, выводящие воздух из циклонов, заменены железобетонной шахтой, в которую вводятся все выхлопные трубы циклонов.

Аспирационные относы циклонов всех аспирационных сетей направляют самотеком на нижний этаж рабочей башни, откуда пневматическим транспортом они подаются к месту хранения.

Элеватор М-2×175 1948 г. оборудован установкой для дистанционного управления и измерения температуры зерна, имеет предупредительную сигнализацию о пуске и блокировку моторов по отдельным потокам, телефонную связь между отдельными рабочими местами и диспетчером.

Несмотря на то что элеватор единой конструкции удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к этому типу зернохранилища, все же составление помольных смесей здесь также не нашло полного решения.

2. ПОРТОВЫЕ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Основная задача портовых зернохранилищ — погрузка зерна в суда. Поэтому портовые зернохранилища строят на пересечении железнодорожных и речных транспортных коммуникаций с морскими транспортными путями. Для выполнения этой задачи производственные схемы портовых зернохранилищ строят, исходя из необходимости обеспечить быстрые темпы погрузки зерна. Отсюда понятно, что зернохранилища этого типа должны располагать большой приемной и отпускной способностями, а также мощным транспортным оборудованием.

Кроме того, необходимость подготовки к отгрузке партии зерна определенного качества, создание запасов, устраняющих зависимость отгрузки от поступления зерна, требуют, как правило, значительной емкости зернохранилища.

Необходимость подготовки однородных по качеству партий зерна обусловливает наличие в зернохранилище зерноочистительного и зерносушильного оборудования, позволяющего доводить качество зерна до требуемых кондиций.

При расположении портового зернохранилища в производящем зерно районе ему придают функции заготовительного, а в случае нахождения портового зернохранилища в районе расположения предприятий, перерабатывающих зерно, оно снабжает последние, выполняя функции производственного зернохранилища.

Перечисленные особенности работы портового зернохранилища определяют его производственную схему, которая уточняется для конкретных условий необходимой емкостью, характером и объемом основных операций.

ЕМКОСТЬ ПОРТОВЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Для бесперебойной отгрузки зерна в суда на зернохранилище всегда должны храниться партии зерна, превышающие тоннаж подаваемых под погрузку судов. Это требование диктуется несовпадением сроков прибытия зерна на зернохранилище с подачей под погрузку судов. Для хра-

нения этих запасов зернохранилище должно располагать соответствующей емкостью, которая устраняет простои как подвижного состава, привозящего зерно, так и простои судов при погрузке. Совмещение основных операций портового зернохранилища с операциями заготовительного и производственного зернохранилищ также требует наличия дополнительной емкости.

Однако в связи с особенностями работы портовых зернохранилищ определить расчетом их емкость не представляется возможным. Поэтому емкость портового зернохранилища назначается в зависимости от его грузооборота и может быть определена из условия:

$$E = \frac{Q}{n}, \qquad \text{(XIV, 8)}$$

где E — емкость зернохранилища портового элеватора в m;

Q — годовой грузооборот в m;

n — число оборотов элеватора в год.

Годовой грузооборот портового зернохранилища определяют на основании общего планирования поступления зерна в данный порт. Число оборотов зернохранилища в год должно выбираться на основании тщательного изучения особенностей работы того или иного порта. Ориентировочно число оборотов находится в пределах 4÷8 в год.

ПРИЕМНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОРТОВОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Приемную способность зернохранилища в целом определяют, исходя из производительности каждого типа приемного устройства, включенного в схему.

Приемную способность с железнодорожного транспорта определяют, исходя из возможности разгрузки маршрутного поезда из 30—60 вагонов в течение 2,5—3 час.

Разгрузка маршрутных поездов определяет протяженность приемных подъездных путей. Протяженность путей должна выбираться с учетом расположения на них двух маршрутных поездов.

Приемную способность с водного транспорта определяют на основании судо-суточных норм разгрузки судов (см. табл. 10 на стр. 123).

Приемную способность с автомобильного транспорта при выполнении им заготовительных операций определяют так же, как и для заготовительного зернохранилища (см. главу XII).

ОТГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОРТОВОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Отпускная способность портового зернохранилища по основной операции — отгрузке зерна на судно — определяется требованием закончить погрузку судна обычного для данного порта тоннажа в течение 10—20 час.

Кроме основной отгрузки зерна в суда, на зернохранилище должна быть предусмотрена отгрузка на железную дорогу, для чего используется только первый маневровый железнодорожный путь. Отгрузка в железнодорожные вагоны осуществляется при помощи одной либо двух отпускных труб непосредственно после весов.

В случае выполнения портовым зернохранилищем функций и производственного, предусматривается отпуск зерна на мельницу.

ОЧИСТКА И СУШКА ЗЕРНА НА ПОРТОВОМ ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ

Необходимость подготовки на портовых зернохранилищах партий зерна определенных кондиций требует установки зерноочистительного и зерносушильного оборудования.

Зерноочистительное оборудование выбирают с таким расчетом, чтобы его производительность была равна 40—50% производительности основного оборудования (норий). При этом производительность сепараторов выбирают из расчета 40—50%, а производительность триеров — 2—2,5% производительности основного оборудования. В каждом отдельном случае эти данные должны быть уточнены.

Производительность зерносушилки принимают из расчета сушки 8—16 *т/час* сырого зерна.

ГОДОВАЯ РАБОТА ПОРТОВОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Значительные колебания в грузообороте портовых элеваторов делают весьма затруднительным даже ориентировочное определение возможной работы их в течение года.

С определенной погрешностью годовую работу элеватора можно представить в следующем виде:

Принять с железной дороги	Q *m*
Отгрузить на водный транспорт	Q „
Очистить на сепараторе (30% при приеме и 70% из силоса) [0,30+(0,7·2)]	1,7 Q „
Просушить 5% принятого зерна (0,05·3)	0,15 Q „
Очистить на триерах 2,5% (0,025·2)	0,05 Q „
Перегнать зерно для проветривания 20% принятого (0,2·1)	0,2 Q „
Специальная вторичная очистка зерна на сепараторах, в том числе и для сушки 20% от поступления [(0,2·2) Q]	0,4 Q „
Итого	4,5 Q *m*

При совмещении портовым зернохранилищем функций заготовительного или производственного объем его годовой работы увеличивается за счет выполнения дополнительных функций.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПОРТОВОГО ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Расположение портовых зернохранилищ в непосредственной близости от причальной линии порта вносит особенности в общую планировку расположения зданий и сооружений на территории.

Основными требованиями, которые должны быть учтены при решении генерального плана портового зернохранилища, являются: минимальная протяженность территории вдоль причальной линии; возможность одновременной пришвартовки двух судов; минимальная общая площадь территории портового элеватора.

Сокращение длины причальной линии диктуется, с одной стороны, необходимостью уменьшить расходы на содержание причала (дноуглубительные работы и т. д.) и с другой,— в большей степени использовать причальную линию для погрузки и разгрузки других незерновых грузов.

Однако минимальная длина причальных линий не должна тормозить непрерывную погрузку судов. Это может быть обеспечено только в том случае, когда имеется возможность устанавливать у причальной линии, которая для портовых элеваторов определяет погрузочный фронт, одновременно два судна.

При возможности установки у причала двух судов одновременно максимально используются отпускные устройства, так как во время погрузки одного судна подготавливается зерно для второго.

Использование причальной линии, а следовательно, и погрузочного фронта может быть решено в двух вариантах: а) при отсутствии ограничения длины причальной линии и отсутствия необходимости в дноуглубительных работах причальная линия устраивается вдоль берега; при

этом отгрузочная галерея размещается по всей длине причальной линии (рис. 298); б) при ограниченной длине причальной линии или необходимости в систематическом производстве дноуглубительных работ причальная линия требуемой длины создается путем сооружения специального пирса с установкой по всей его длине отгрузочной галереи, позволяющей производить погрузку судов с двух сторон (рис. 299).

Для сокращения площади территории портового зернохранилища приемные устройства с железной дороги обычно применяются продольного типа, что дает возможность сократить число приемных путей, а следовательно, и ширину территории.

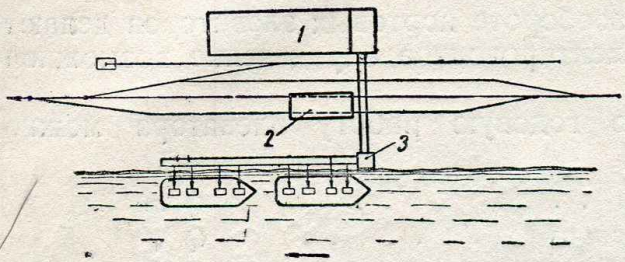


Рис. 298. Схема расположения отгрузочного устройства портового элеватора при установке судов вдоль берега:

1—элеватор; *2*—устройство для приема зерна из вагонов; *3*—отгрузочное устройство на водный транспорт.

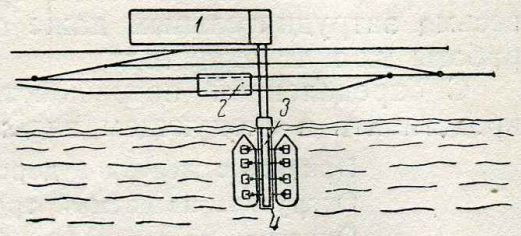


Рис. 299. Схема расположения отгрузочного устройства портового элеватора при установке судов у пирса:

1—элеватор; *2*—устройство для приема зерна из вагонов; *3*—отгрузочное устройство на водный транспорт; *4*—пирс.

С целью максимального сокращения площади, занимаемой портовым зернохранилищем, бытовые строения обычно выносятся за пределы производственной территории порта.

ТИПЫ ПОРТОВЫХ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ

Основные операции по приему, хранению и отгрузке зерна на портовых зернохранилищах выполняют, как правило, элеваторы.

Таблица 53

Емкость портовых элеваторов в России [1]

Наименование порта	Емкость в *т*
Новороссийск	117900
Ростов на Дону	10600
Одесса	24600
Николаев	24600
Петербург	41000
Ревель	7000
Рига	12000
Виндава	39000
Итого . . .	276700

До 1914 г. портовые элеваторы в России были построены почти во всех портах, через которые вывозилось зерно на экспорт (табл. 53).

Однако участие существовавших элеваторов в общем объеме экспорта зерна из того или иного порта было крайне незначительным (по Одесскому порту около 5%, по Николаевскому — около 18% от общего объема экспортных операций). Незначительное участие портовых элеваторов в экспортных операциях объясняется нежеланием капиталистов-экспортеров обращаться к услугам элеватора, так как наличие в достаточном количестве дешевой рабочей силы позволяло им с большей для себя выгодой производить очистку и отгрузку зерна на экспорт без применения механизации.

Кроме того, незначительная, как правило, мощность оборудования (33 *т/час*) портовых элеваторов не могла удовлетворить потребность в

[1] Д. В. Шумский. Элеваторно-складское хозяйство, ч. II, стр. 248. Заготиздат, 1941.

механизированной очистке и отгрузке зерна в морские суда, так как экспортные операции в основном совершались в течение 2—3 месяцев.

После Октябрьской социалистической революции, с введением монополии на внешнюю торговлю, вопросы экспорта хлеба были подчинены определенному государственному плану.

Отгрузки на экспорт и увеличившиеся морские перевозки зерна внутри страны повлекли за собой, с одной стороны, реконструкцию существующих портовых элеваторов с целью увеличения отгрузочной способности их и, с другой,— потребовали строительства новых портовых элеваторов, отвечающих возросшим требованиям народного хозяйства.

Строительство портовых элеваторов в СССР вначале шло по пути увеличения производительности оборудования. После накопления опыта эксплуатации портовых элеваторов производительность устанавливаемого оборудования была снижена при одновременном росте отпускной способности элеватора. Это явилось следствием повышения использования оборудования и применения более гибкой схемы, позволяющей переключить на отгрузку не одну, а несколько норий одновременно.

Пути развития строительства портовых элеваторов проследим на конкретных примерах.

Портовый элеватор П-6×200+9×100. Портовый элеватор П-6×200+9×100 является первенцем советского портового элеваторостроения (см. рис. 12).

В отличие от портовых элеваторов дореволюционной постройки этот элеватор имеет более мощные приемные (100 *т/час*) и отгрузочные (200 *т/час*) нории. Емкость силосного корпуса элеватора 34 000 *т*.

Рабочая схема элеватора (рис. 300) построена по принципу многоступенчатого подъема зерна. Отдельные производственные процессы на элеваторе решены следующим образом.

Прием зерна. Основная операция элеватора — прием зерна с железной дороги. Зерно из вагонов разгружается в приемные лари у норий производительностью 100 *т/час* каждая и подается на автоматические весы для взвешивания. После весов зерно при помощи вспомогательных норий *Б* направляется на надсилосные транспортеры. Для увеличения гибкости схемы установлены транспортеры с двумя рабочими ветвями — один на втором этаже, принимающий зерно после весов и подающий его на любую норию группы *Б, В* или *Г*, и второй на пятом этаже для передачи поднятого нориями зерна на любой из надсилосных транспортеров.

Отгрузка зерна. На водный транспорт зерно отпускается в основном при помощи норий *Г, Ж*, в случае необходимости могут быть включены нории *Б*.

Процесс выполняется в следующей последовательности. Зерно из силосного корпуса элеватора подается подсилосными транспортерами на нории *В*, которые поднимают его на весовой этаж для взвешивания. После взвешивания зерно поступает на нории *Г* или *Б*, которыми подается или непосредственно в отпускные трубы, или на норию *Ж*. Последняя поднимает зерно в отпускные лари общей емкостью 7200 *т*, расположенные в верхнем этаже элеватора. Из отпускных ларей зерно самотеком при помощи системы отпускных труб подается в трюмы пароходов.

Очистка зерна. Очистка зерна осуществляется на четырех сепараторах производительностью по 100 *т/час* каждый и двойном дисковом триере производительностью 12 *т/час*.

Зерно для очистки на сепараторах подается или нориями *Д*, или из отпускных бункеров. Очищенное зерно направляется на автоматические весы, а затем на одну из норий группы *Б* или *Г* самотеком или при помощи нижнего реверсивного транспортера.

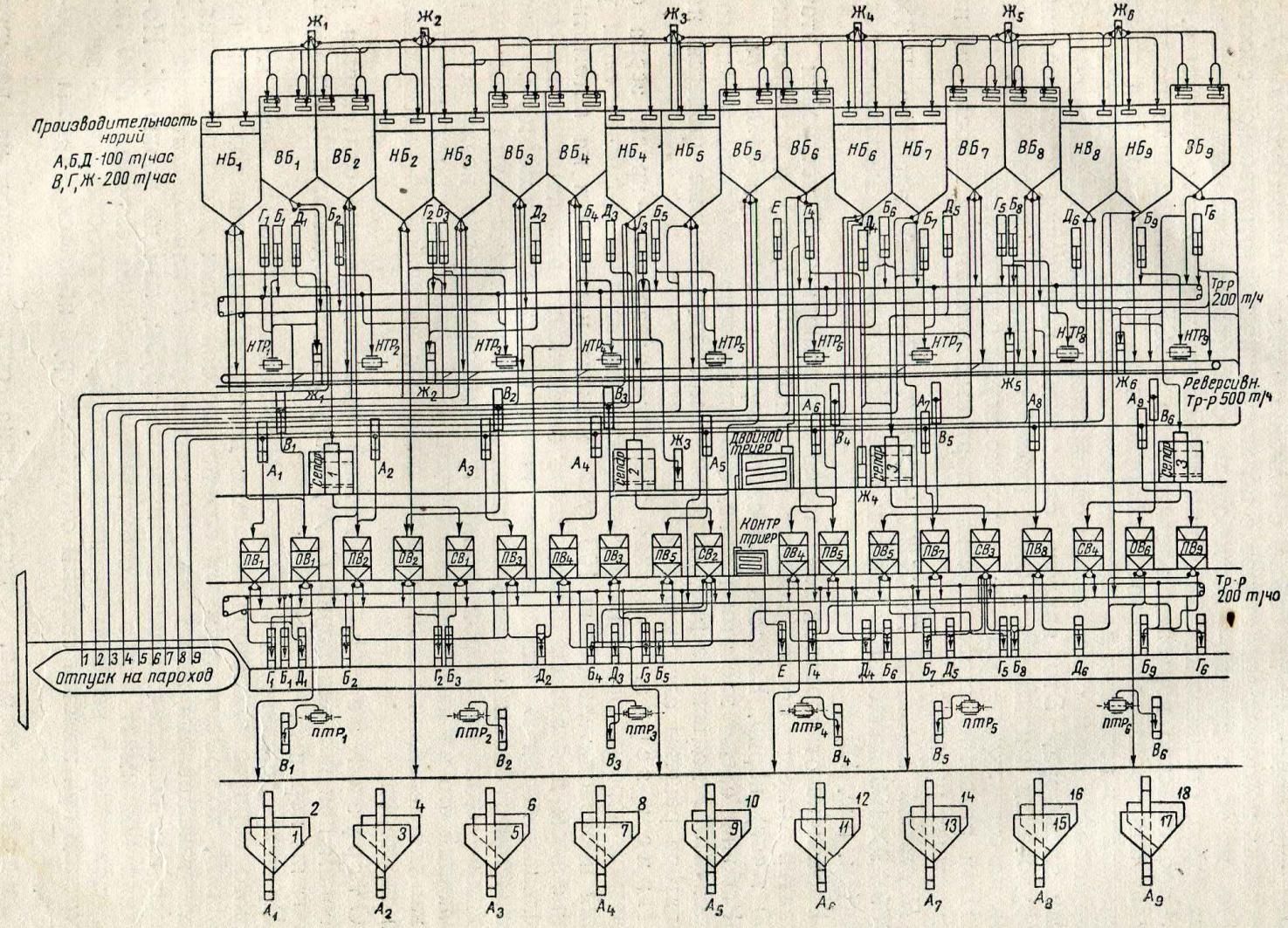


Рис. 300. Рабочая схема элеватора П-6×200+9×100

Для очистки на триере зерно подается в отпускной бункер *ВБ*, откуда самотеком поступает на триер. После триера зерно направляется на специальную норию *Е*, которая и подает его на автоматические весы, откуда зерно может быть направлено по одному из указанных ранее направлений.

Характеристика основного транспортного и технологического оборудования, установленного на элеваторе, приведена в табл. 54.

Примененная при строительстве элеватора П-6×200+9×100 рабочая схема была в то время шагом вперед по сравнению с существовавшими схемами портовых элеваторов и отличалась от них значительным повышением производительности оборудования и большой гибкостью.

Однако несмотря на такую гибкость схемы, все же недостаточная производительность оборудования привела к ряду принципиальных недостатков.

Примененная ступенчатая подача зерна потребовала значительного увеличения числа норий. Это вызвало в свою очередь увеличение расхода энергии, усложнение эксплуатации и увеличение размеров рабочей башни элеватора.

Производительность норий (на приеме и внутренних операциях 100 *т/час* и на отпуске 200 *т/час*) оказалась недостаточной. Для повышения производительности потребовалось увеличить число норий и удлинить приемный фронт, что также сказалось на размерах рабочей башни элеватора.

Таблица 54

Характеристика основного оборудования элеватора П-6×200+9×100

Наименование оборудования	Производительность в *т/час*	Количество
Нории группы *А*	100	9
„ „ *Б*	100	9
„ „ *В*	200	6
„ „ *Г*	200	6
„ „ *Д*	100	6
„ „ *Ж*	200	6
„ „ *Е*	100	1
Надсилосные транспортеры .	200	6
Подсилосные транспортеры	200	6
Поперечный транспортер с двумя рабочими лентами .	200	2
Реверсивный транспортер для отгрузки на воду	500	1
Сепаратор	100	2
Дисковые триеры	12	1
Контрольный цилиндрический триер	2	1

Применение специализированных норий на приеме и отпуске, кроме увеличения общего числа норий, значительно уменьшило коэффициент их использования, а включение в схему автоматических весов отрицательно отразилось на общем коэффициенте использования основного оборудования элеватора.

Перечисленные основные недостатки рабочей схемы элеватора послужили причиной отказа от применения ее в дальнейшем. В практике портового элеваторостроения эта схема не была больше повторена.

Наряду с отмеченными недостатками в рабочую схему элеватора П-6×200+9×100 было введено много ценных усовершенствований, отражающих развитие элеваторной техники в СССР. К числу этих усовершенствований необходимо отнести диспетчеризацию и централизацию управления всеми технологическими процессами, осуществляемые специальным диспетчером. В помещении диспетчера были сосредоточены все средства управления: сигнализация и отчасти пуск и остановка отдельных машин, полная механизация управления отдельными устройствами, в частности отпускными трубами. Достигнуто также значительное обеспыливание машин элеватора путем осуществления весьма разветвленной аспирационной системы.

Построенный в 1930 г. элеватор П-6×200+9×100 по своим размерам и технической оснащенности не имел себе равного в Европе.

Портовый элеватор П-6×500. В рабочей схеме и конструкции элеватора П-6×500 обобщен опыт эксплуатации существующих в СССР портовых элеваторов (рис. 301, 302).

Отход от специализированных норий, от ступенчатого подъема зерна в башне и от небольшой производительности оборудования позволял создать более компактное сооружение при значительной производительности как приемных, так и отгрузочных устройств.

Рабочая схема элеватора (рис. 303) построена на принципе одноступенчатого подъема зерна.

Отдельные производственные процессы решены следующим образом.

Прием зерна. В основном зерно на элеватор поступает с железнодорожного и водного транспорта. Как вспомогательная операция существует прием с автомобильного транспорта.

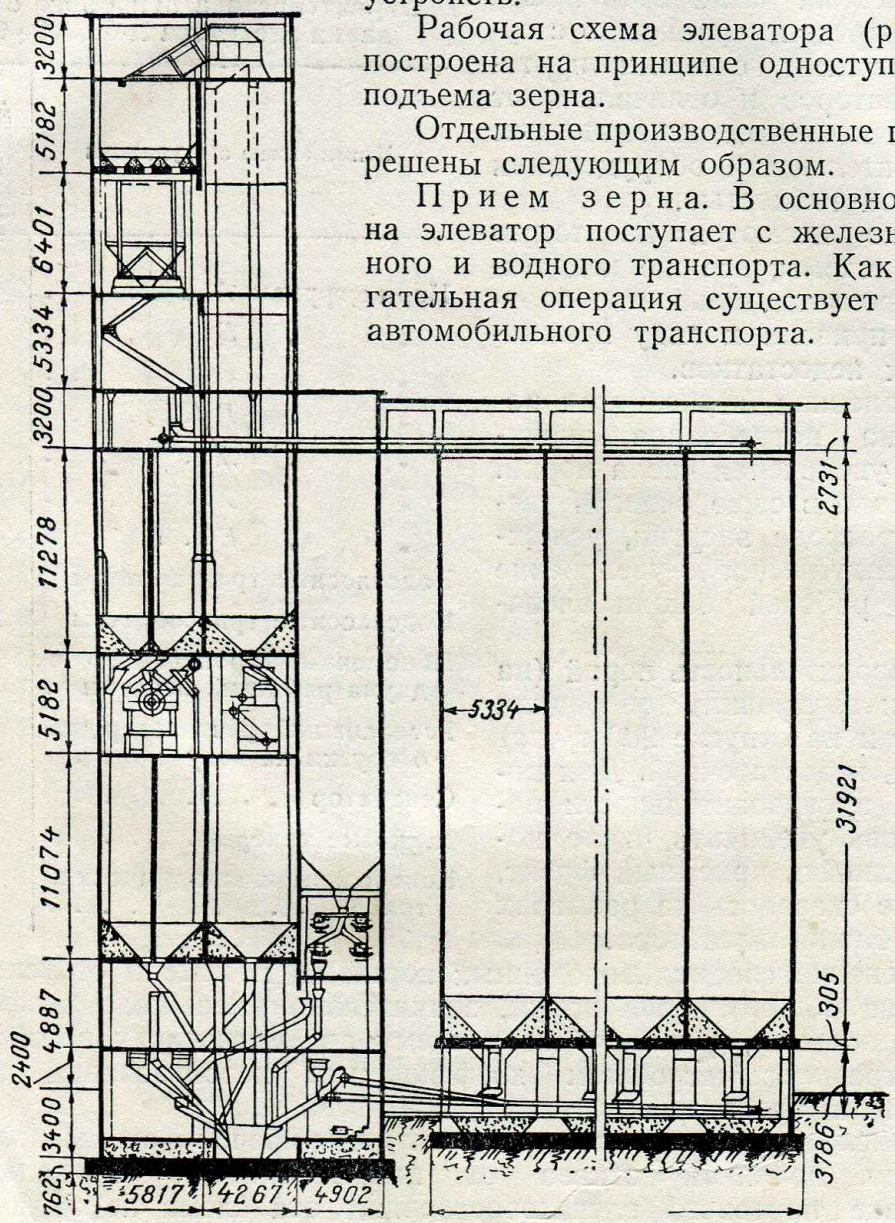


Рис. 301. Портовый элеватор П-6×500 (продольный разрез).

Устройство для приема с железнодорожного транспорта с продольным расположением транспортеров имеет два пути с шестью приемными ларями емкостью по 25 *т* каждый.

Зерно из приемных ларей поступает на транспортеры № 15—13 и № 4—12, обслуживающие прием с железной дороги (производительностью по 500 *т/час* каждый). С транспортеров зерно поступает на нории (№ 2, 3 и 4) и затем после подачи его на весы и взвешивания направляется в силосы или в надсепараторные бункеры для последующей очистки либо в бункеры для отгрузки на воду.

Зерно с водного транспорта выгружается пневматическими перегружателями, которые подают его в береговые емкости. Отсюда транспортеры № 24 и 23 передают зерно в нории № 3 и 4.

Для приема зерна с автомобильного транспорта имеется приемный амбар на шесть проездов. Зерно, принятое в приемный амбар, передается на транспортер № 16 и затем в нории № 4 и 5.

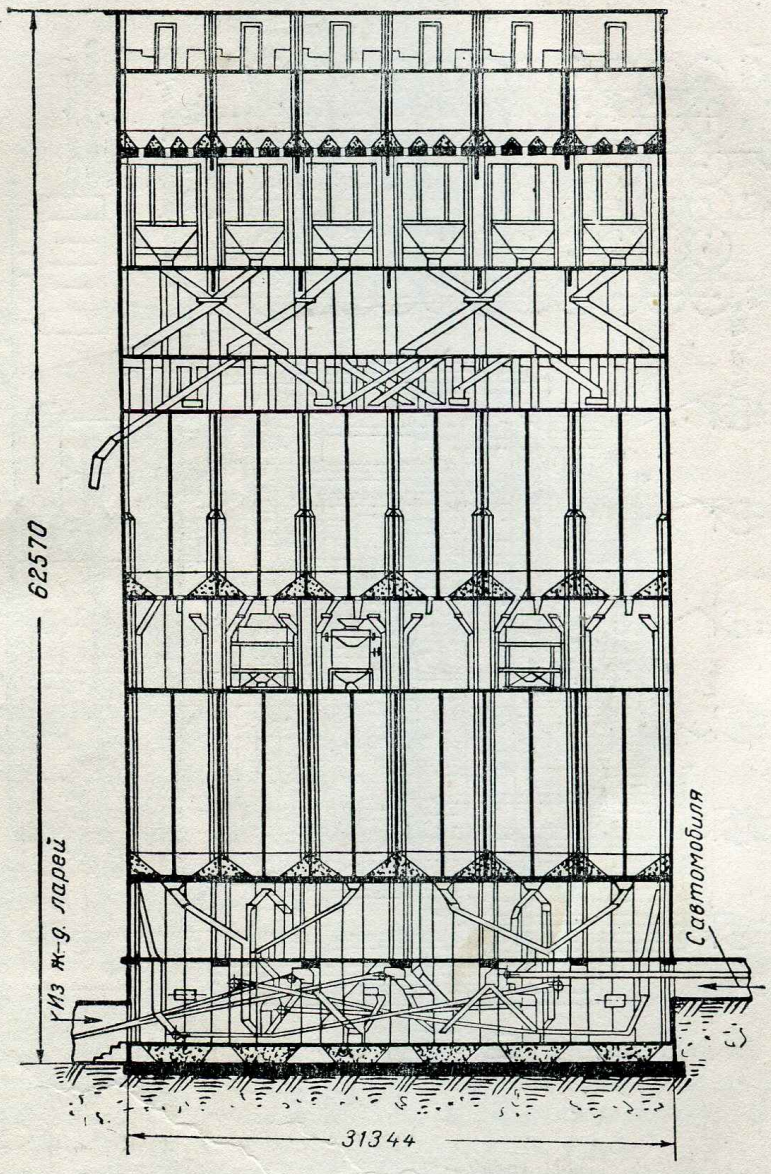


Рис. 302. Портовый элеватор П-6×500 (поперечный разрез по башне).

Отгрузка на водный транспорт. При отгрузке на водный транспорт зерно подается из силосов подсилосными транспортерами № 5, 6, 7 и 8 на одну из четырех норий, соединенных с подсилосными транспортерами самотечными трубами либо поперечными транспортерами № 9 и 10, установленными в нижнем этаже башни.

Поднятое нориями зерно взвешивается на ковшевых весах и поступает в бункеры или непосредственно на транспортеры № 17, 18, 19 и 20 и № 21, 22 и 26 для отгрузки на суда.

Отгрузочные транспортеры, расположенные вдоль берега или на специальном пирсе, подают зерно в трюм парохода при помощи системы отгрузочных труб, установленных вдоль галереи.

Очистка зерна. Для очистки зерна на элеваторе установлено два сепаратора производительностью по 100 *т/час* и два триера производительностью по 16 *т/час* каждый.

Зерно для очистки подается в надсепараторные бункеры. Очищенное зерно поступает в подсепараторные бункеры и затем забирается нориями и может быть направлено в силосы, на сушилку или в отгрузочные бункеры.

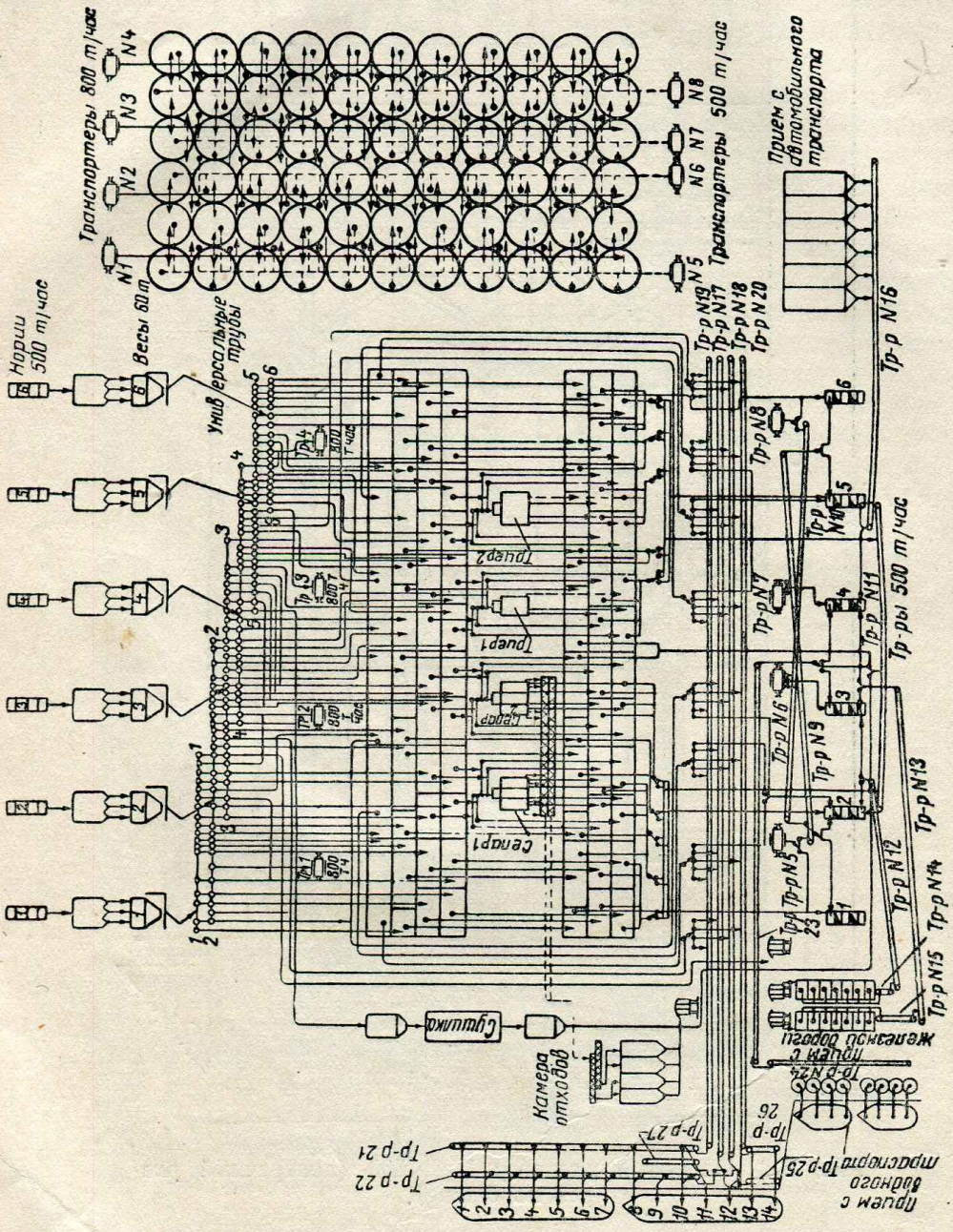


Рис. 303. Портовый элеватор П-6×500 (рабочая схема)

Сушка зерна. Для сушки зерна на элеваторе имеется зерносушилка производительностью 8 *т/час*. Зерно для сушки подается нориями в надсушильный бункер, а после сушки — в норию № 3 или 4 или на поперечный транспортер № 11.

Кроме основных операций, на элеваторе предусмотрена отгрузка зерна на железнодорожный транспорт непосредственно после весов нориями № 1, 2 и 3.

Силосный корпус элеватора емкостью 45500 *т* состоит из 66 основных силосов, расположенных по шести в ряд, и 50 промежуточных звездочек.

Характеристика основного транспортного и технологического оборудования, установленного на элеваторе, приведена в табл. 55.

Таблица 55

Характеристика основного оборудования элеватора П-6×500

Наименование оборудования	Производительность в *т/час*	Количество
Нории	500	6
Подсилосные транспортеры	500	4
Надсилосные транспортеры	800	4
Транспортеры для приема с железнодорожного транспорта	500	4
Транспортеры для приема с автомобильного транспорта	500	1
Транспортеры для приема с водного транспорта	500	2
Транспортеры для отгрузки на водный транспорт	500	8
Сепараторы	100	2
Дисковые триеры	16	1
Зерносушилки	8	1

Практика эксплуатации элеваторов П-6×500 подтвердила целесообразность применения одноступенчатой схемы, которая дала возможность почти полностью устранить все недостатки, присущие рабочей схеме элеватора П-6×200+9×100.

Портовый элеватор П-5×350.

Опыт эксплуатации портовых элеваторов в довоенный период показал неполную загрузку оборудования элеваторов производительностью 500 *т/час*.

Изучение работы портовых элеваторов дало возможность снизить производительность основного оборудования до 350 *т/час* за счет повышения гибкости схемы, усовершенствования оперативной связи, введения блокировки моторов и сигнализации по отдельным потокам.

Разработанный в 1946 г. проект портового элеватора П-5×350 является дальнейшим развитием и совершенствованием портовых элеваторов (рис. 304, 305 и 306).

Рабочая схема элеватора П-5×350 (рис. 307) построена на принципе одноступенчатого подъема зерна. Основные производственные процессы на элеваторе П-5×350 решены следующим образом.

Прием зерна. В основном зерно на элеватор принимается с железнодорожного транспорта.

Приемное устройство с железнодорожного транспорта с продольным расположением ларей имеет два железнодорожных пути с шестью ларями емкостью по 25 *т* каждый. Зерно из вагонов разгружается в приемные лари при помощи механических лопат, маневры на разгрузочных путях производятся посредством лебедок.

Зерно из приемных ларей поступает на транспортеры № 1, 2, 3 и 4 и подается к нориям № 2, 3 и 4, которые поднимают его на весы. После взвешивания зерно можно направить в силосный корпус, в надсепараторные лари или в емкость для отгрузки на суда.

Отгрузка зерна. Основная операция элеватора — отгрузка зерна на водный транспорт. Отгрузка на железнодорожный и автомобильный транспорт является второстепенной операцией.

Зерно на водный транспорт отгружается при помощи четырех ленточных транспортеров производительностью по 350 *т/час*. Ленточные транспортеры загружаются из специальной емкости.

Наличие специальной отгрузочной емкости, включенной в производственный процесс на пути между основным оборудованием элеватора и оборудованием для отгрузки на суда, позволяет устранить влияние неравномерной работы отгрузочного устройства на основное оборудование элеватора и тем самым повысить использование последнего.

На железнодорожный транспорт зерно отгружается при помощи двух отпускных труб, принимающих зерно после весов и подающих его в вагоны.

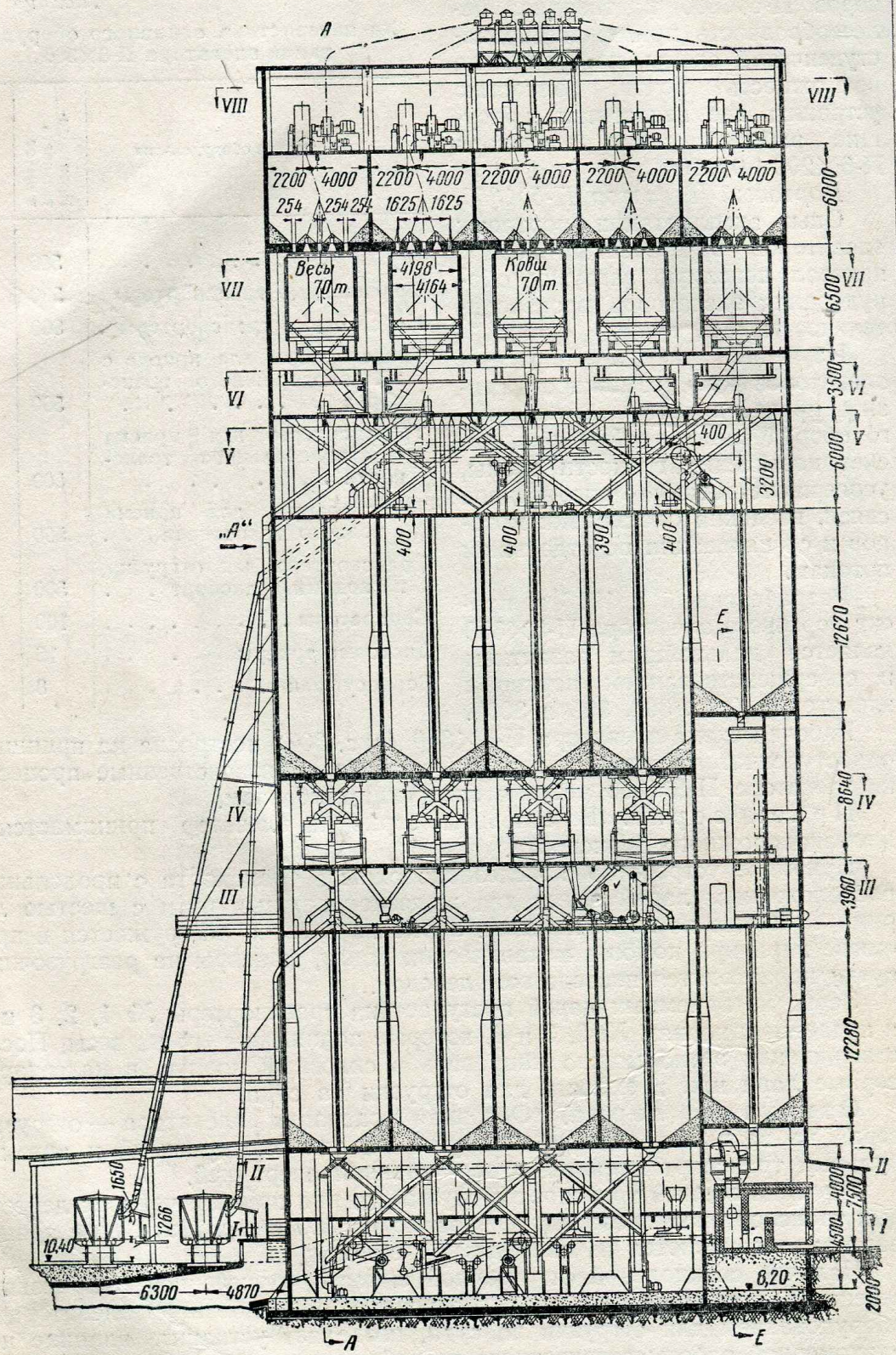


Рис. 304. Портовый элеватор П-5×350 (поперечный разрез по башне).

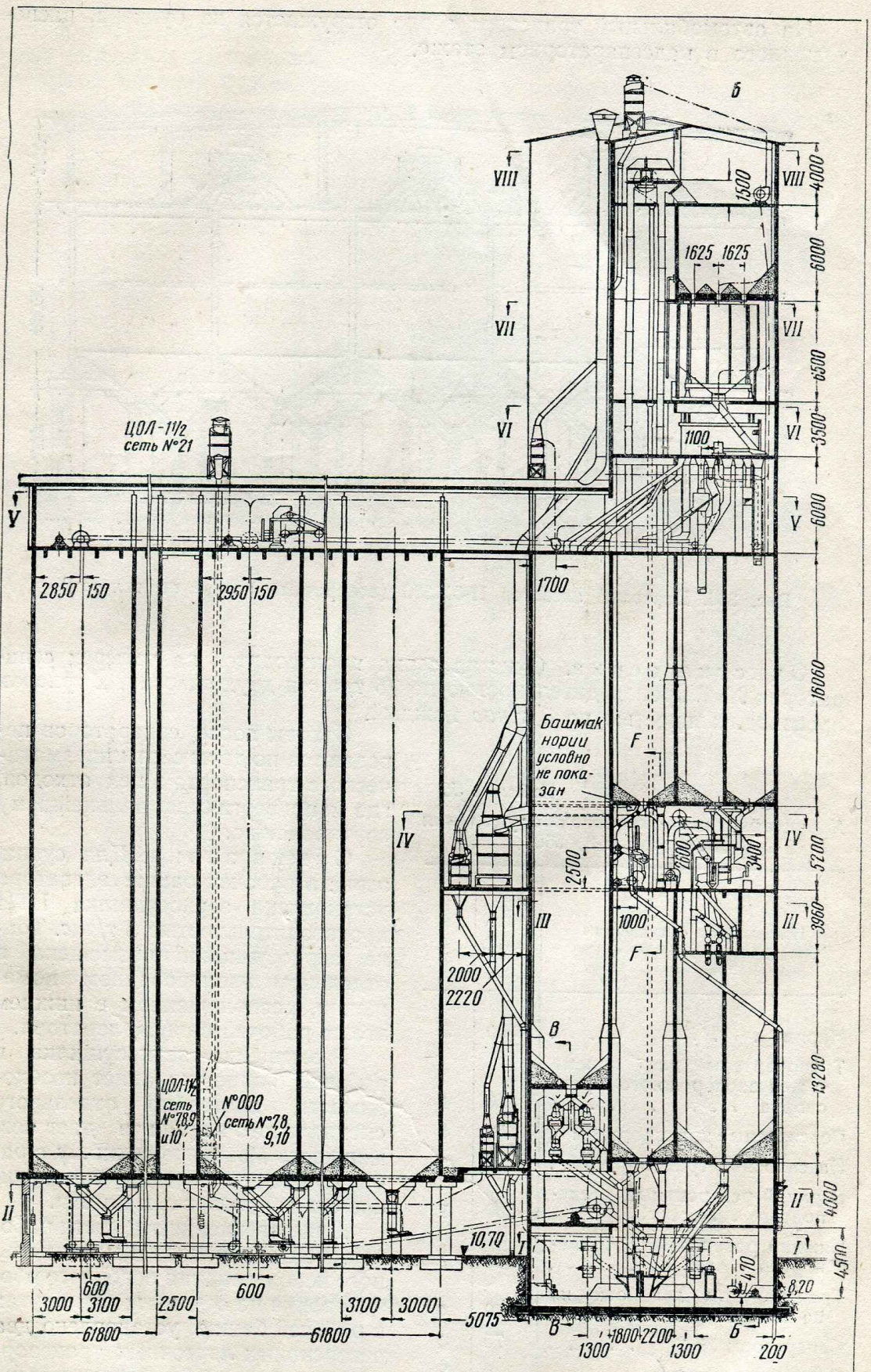


Рис. 305. Портовый элеватор П-5×350 (продольный разрез)

На автомобильный транспорт зерно отгружается из бункера, расположенного в надсепараторном этаже.

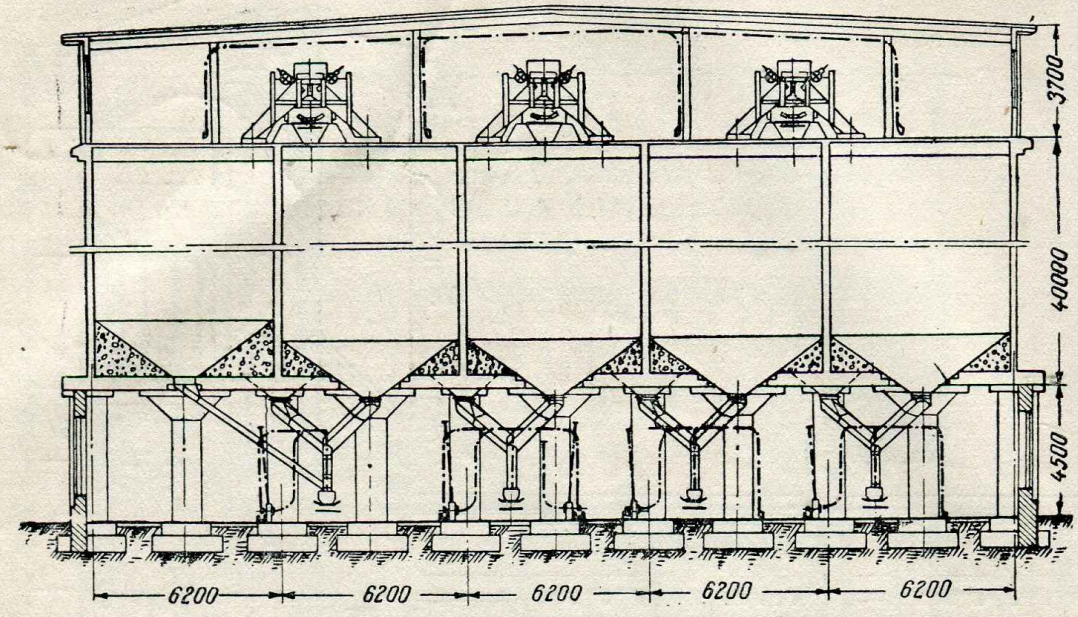


Рис. 306. Портовый элеватор П-5×350 (поперечный разрез по силосам).

Очистка зерна. Очистка зерна производится на четырех сепараторах № 7 производительностью по 75 *т/час* и двух сдвоенных триерах производительностью по 5 *т/час* каждый.

Отходы после сепараторов передаются по двум сетям пневматического транспорта в цех отходов, где и подвергаются дальнейшему сортированию.

Сушка зерна. Для сушки зерна в рабочей башне элеватора установлена зерносушилка ВТИ производительностью 8 *т/час*. Топка зерносушилки размещена в отдельном изолированном помещении, расположенном в нижнем этаже рабочей башни элеватора.

Размещение зерносушилки в рабочей башне устраняет необходимость постройки отдельного специального здания и дает возможность включить сушилку в рабочую схему без установки специальных транспортных машин.

Для повышения гибкости рабочей схемы элеватора и максимального использования основного оборудования на основных маршрутах в рабочей башне установлено два реверсивных ленточных транспортера — один на распределительном, второй на нижнем этаже рабочей башни элеватора.

Таблица 56

Характеристика основного оборудования элеватора П-5×350

Наименование оборудования	Производительность в *т/час*	Количество
Нории	350	5
Транспортеры для приема с железнодорожного транспорта	350	4
Подсилосные транспортеры	350	4
Надсилосные транспортеры	500	3
Верхний реверсивный транспортер	500	1
Нижний реверсивный транспортер	350	1
Транспортеры для отпуска на водный транспорт	350	4
Сепараторы № 7	75	4
Сдвоенные триеры	5	2
Зерносушилки ВТИ	8	1

Емкость элеватора в расчете на тяжелое зерно равна 102 360 *т*, из них емкость двух силосных корпусов — 94 900 *т* и емкость оперативных силосов рабочей башни, включая емкость отгрузки на суда,— 7460 *т*.

Характеристика основного транспортного и технологического оборудования элеватора приведена в табл. 56.

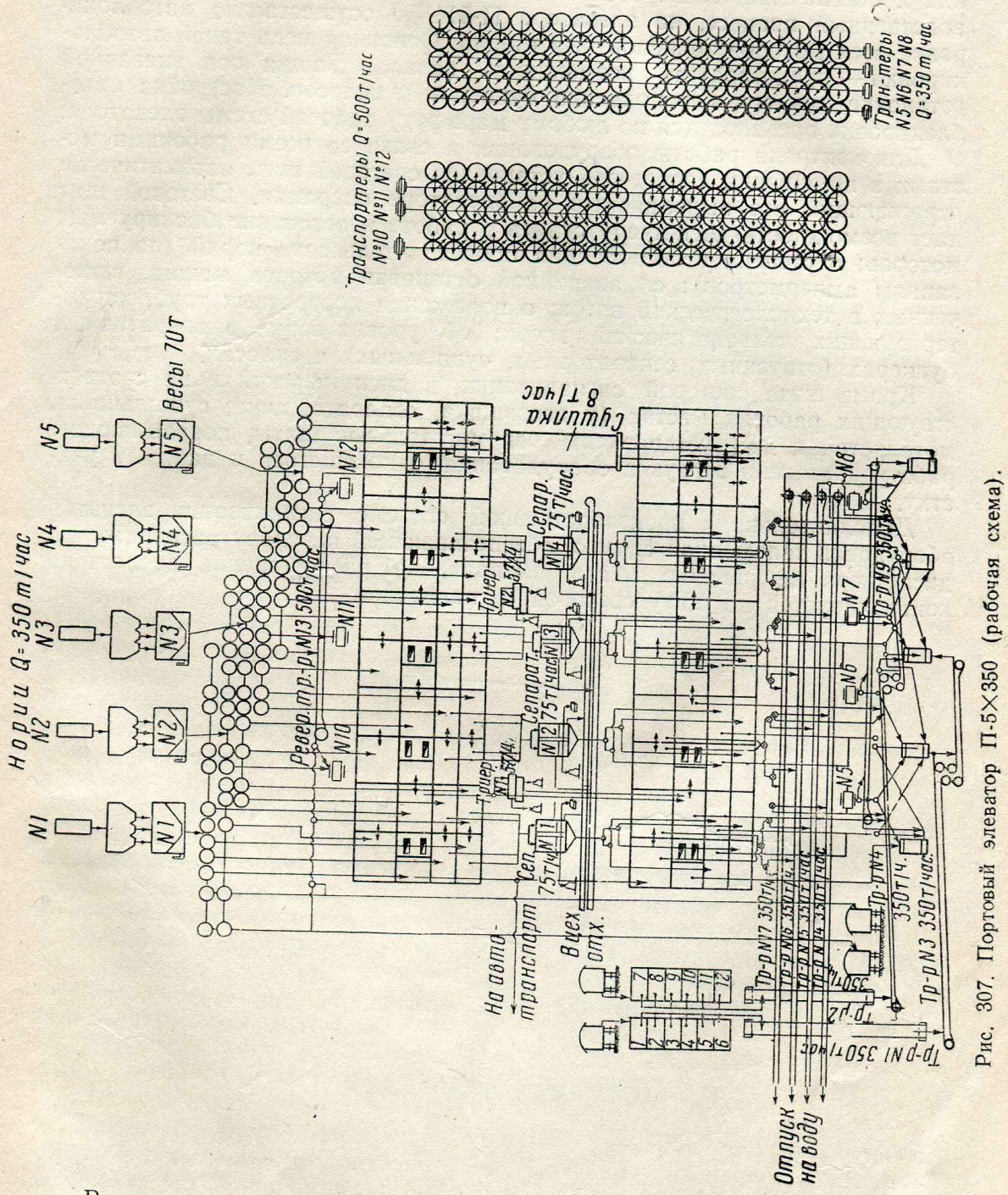


Рис. 307. Портовый элеватор П-5×350 (рабочая схема).

В отличие от рассмотренных типов портовых элеваторов, элеватор П-5×350 отличается удачной компоновкой аспирационных сетей, обеспечивающих максимальный эффект обеспыливания при минимальном расходе энергии.

Аспирация на элеваторе осуществлена путем компоновки аспирационных сетей по отдельным операциям производственного процесса и объединения одновременно работающих точек отсоса.

Для удаления пыли в элеваторе имеется 29 аспирационных сетей, подающих запыленный воздух в циклоны. Аспирационная пыль, осевшая в циклонах, самотеком подается на две пневматические сети, которые транспортируют ее в цех отходов.

Для повышения коэффициентов использования основного оборудования и обеспечения бесперебойной работы машин, включенных в производственный процесс, на элеваторе П-5×350 осуществлена автоблокировка всех моторов транспортных машин. Основная цель такой автоблокировки — предотвратить возможность завалов машин при внезапной остановке или при переполнении бункеров и силосов. Настройка автоблокировки производится по любому маршруту рабочей схемы элеватора.

Для контроля работы оборудования и связи со всеми рабочими местами в помещении диспетчера установлен световой щит, автоматически отражающий все выполняемые на элеваторе операции. Световой щит дает возможность диспетчеру судить о работе и остановке блокируемых моторов; о степени использования производительности норий (по показаниям амперметров); об аварийной остановке моторов машин, включенных в технологический поток; о положении поворотных труб, характеризующих технологический поток; об уровне зерна в оперативных бункерах (отпускных, сепараторных, сушильных) и силосах.

Кроме щита световой сигнализации, в диспетчерской и на соответствующих рабочих местах (у весовщика, сепараторщика, сушильщика, мотористов и др.) установлены вспомогательные щиты, показывающие работу и степень загрузки оборудования, относящегося к данному участку.

Дополнительно к производственной системе сигнализации элеватор оборудован телефонной связью, обеспечивающей передачу распоряжений диспетчера на рабочие места. Выполнение распоряжений диспетчера контролируется по щиту световой сигнализации.

ГЛАВА XV

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ХРАНИЛИЩА

Ряд культур, например, кукуруза, большинство бобовых, рис, семена трав и др., требует условий хранения, отличных от принятых для основных зерновых культур, что отражается на выборе конструкции хранилищ и оборудования.

Так, например, для хранения кукурузы в початках необходимо иметь механизированные сапетки и молотилки для обмолота початков, а также установки для сушки кукурузы, влажность которой осенью, как правило, довольно высокая (18—20% и более).

Зернобобовые станции и элеваторы оборудуются не только машинами для очистки зерна, но и сортировальными агрегатами-калибровками.

При заполнении силосов зерном бобовых культур должна быть устранена возможность дробления зерен в результате удара при падении.

Хранилища для семян устраивают с закромами или силосами небольшой емкости и высоты; при этом принимают особые меры для полного предупреждения засорения хранящегося зерна через щели в стенках. В семенных элеваторах обязательно следует предусматривать вентилируемые силосы.

Перечисленные особенности позволяют выделить этот тип хранилищ в особую группу, условно называемую *специализированными хранилищами*.

Само собой разумеется, что такое выделение не предусматривает зернохранилищ, принципиально отличных от хранилищ обычного типа, имеется в виду лишь некоторая специфичность хранения, обусловленная свойствами культуры, особыми требованиями к очистке, сушке, лечению. В частности особое место занимает хранение семенного материала.

В СССР существует ряд сооружений такого типа, как-то: элеваторы для хранения кукурузы, зернобобовые станции, семенные элеваторы и станции, элеваторы для семян трав (клевера, тимофеевки и т. п.), свекловичных семян и т. д.

1. ХРАНЕНИЕ КУКУРУЗЫ

Ввиду позднего созревания кукурузы хранение ее в большинстве районов представляет довольно сложную задачу. Влажность кукурузы в момент ее уборки обычно бывает высокая — 18—20% и более, в отдельные годы она доходит до 30—35%. Хранение сильно влажной кукурузы должно производиться при наибольшем влиянии на нее воздуха как сушителя. Принимая это во внимание, а также трудность обмолота кукурузы в таком влажном состоянии, хранение ее в большинстве случаев производится в початках. Лучшие результаты в этом случае получаются, если кукуруза подвергается естественной сушке. Широко практикуется хранение влажной кукурузы в початках в так называемых

«сапетках» (кошах). Кукуруза в зерне хранится в специальных элеваторах, оборудование которых обеспечивает ее сохранность.

Сапетки для хранения кукурузы в початках можно отнести к разряду простейших сооружений. Назначение их — хранить кукурузу в початках до обмолота.

При хранении необходимо не только оградить кукурузные початки от поступления влаги извне, но и добиться значительного снижения первоначальной их влажности.

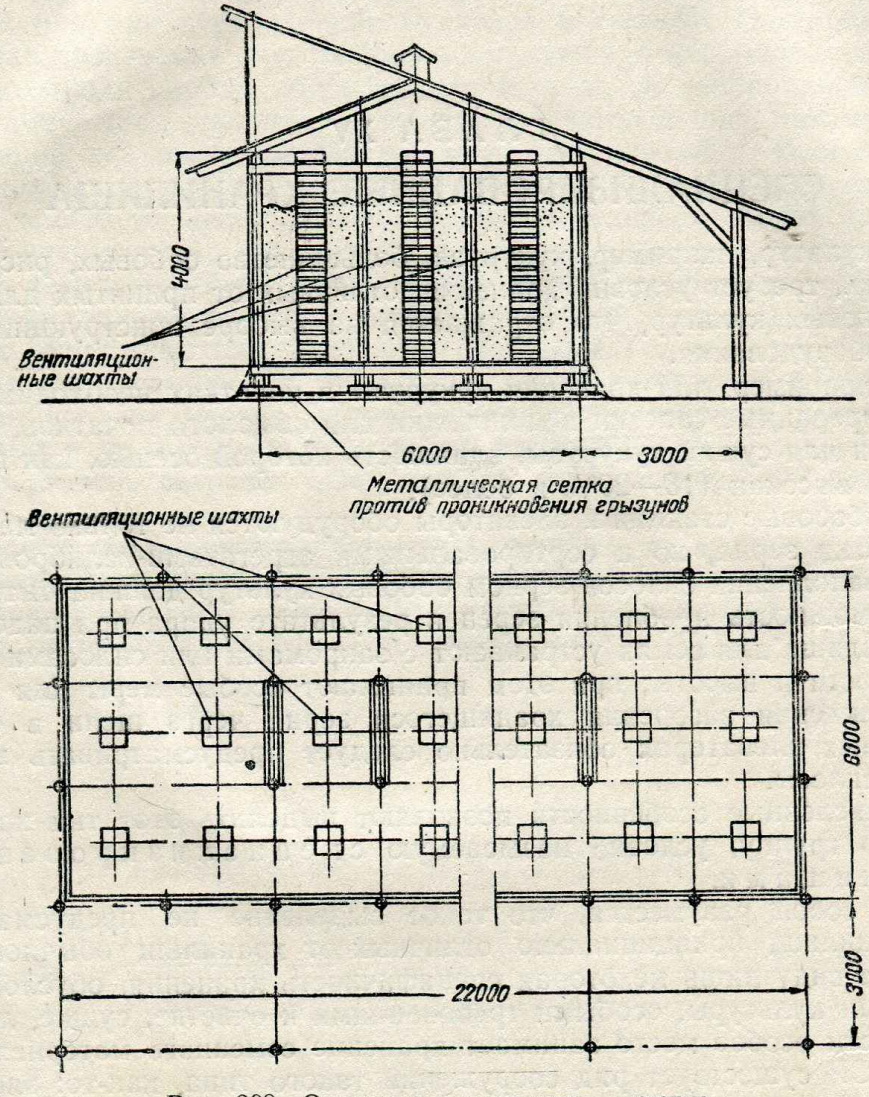


Рис. 308. Одинарная кукурузная сапетка

По данным Украинского научно-исследовательского института зернового хозяйства им. В. В. Куйбышева влажность зерна в течение зимних месяцев хранения снижается на 3%, а стержня — на 11—12%.

При загрузке в сапетки семенной кукурузы необходимо иметь в виду, что может иметь место значительное снижение всхожести кукурузы в морозные зимы, если она имеет влажность свыше 18%. Так, например, опытами упомянутого института установлено, что зерна кукурузы в початках при влажности выше 18% с наступлением морозов резко снижают всхожесть.

На рис. 308 и 309 приведены проекты одинарной и спаренной сапеток, разработанные Промзернопроектом в 1948 г. Стенки сапетки реечной конструкции, с просветами шириной 3 *см,* что дает возможность воздуху проникать через просветы в массу початков, которые заполняют пространство между двумя соседними стенками Для создания условий

естественного вентилирования в сапетке устанавливают реечные вентиляционные трубы сечением 0,5×0,5 *м* и высотой 2 *м*. Эти трубы можно наращивать: при полной засыпке сапетки устанавливают по высоте 2 трубы.

Для защиты кукурузы от грызунов по всей площади глинобитного пола прокладывают металлическую сетку с ячейками размером 12×12 *мм* (см. рис. 309).

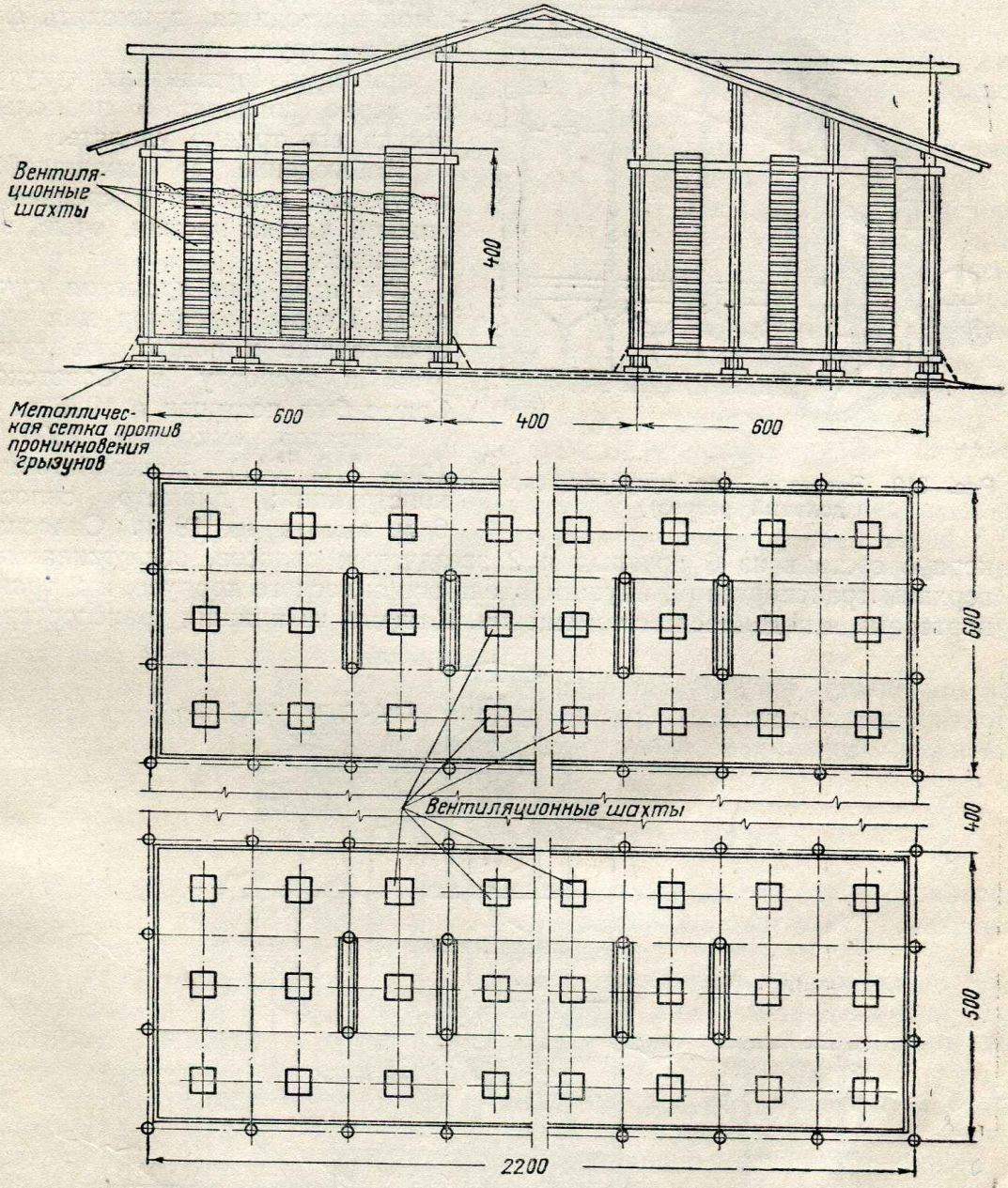


Рис. 309. Спаренная кукурузная сапетка

Спаренная сапетка состоит из двух секций, конструкция и размеры которых такие же, как и одинарной сапетки.

Сапетки строятся на подготовленном утрамбованном грунте (толщина 10 *см*), поверх которого набивают слой пластичной глины толщиной 10 *см*.

Сапетка опирается на кирпичные или каменные стулья, благодаря чему между решетчатым полом и слоем утрамбованной глины имеется воздушная прослойка толщиной 370 *мм*, необходимая для естественной вентиляции хранящейся кукурузы.

Початки в сапетку загружают со стороны навеса (одинарная сапетка) или в проезде между двумя секциями (спаренная). Разгружают сапетки через верхние и нижние двери.

Рассмотренные конструкции сапеток позволяют успешно хранить кукурузу в початках, в том числе и семенного назначения, вместе с тем они не лишены серьезных недостатков:

при загрузке и разгрузке сапеток приходится применять физический труд;

при самообрушивании кукурузы зерно попадает в подполье, откуда его трудно удалять.

Наблюдение за хранящейся кукурузой, особенно в средней и нижней частях насыпи, очень затруднено.

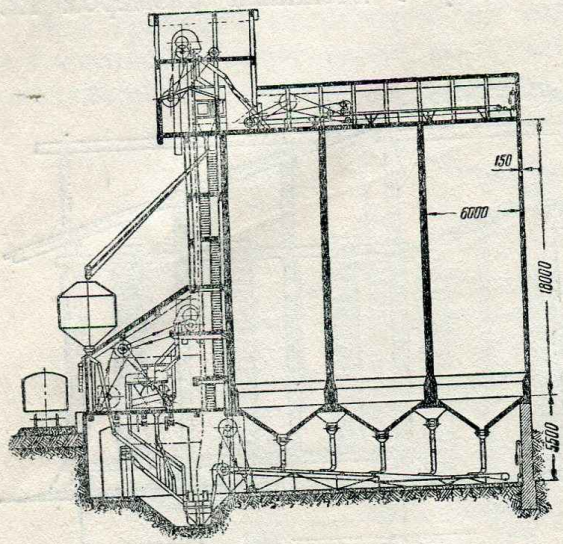


Рис. 310. Элеватор для кукурузы (продольный разрез).

Элеватор для хранения кукурузы. Первый элеватор для очистки, сушки и подготовки кукурузы к экспорту в Советском Союзе был построен в 1926 г.

Элеватор емкостью 2500 *т* (рис. 310, 311) железобетонной конструкции; диаметр силосов 6 *м*, высота их 18 *м*. Силосный корпус состоит из 6 круглых и 2 звездчатых силосов, обслуживаемых верхним транспортером, идущим вдоль оси силосного корпуса, и 2 транспортерами в подсилосном помещении. Каждый из нижних транспортеров

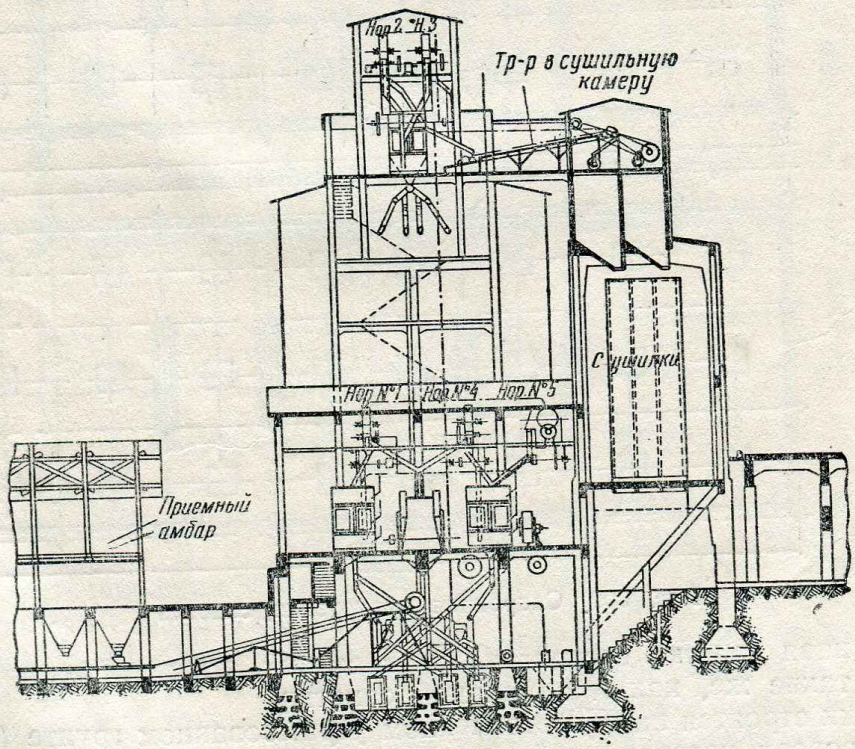


Рис. 311. Элеватор для кукурузы (поперечный разрез).

может подать зерно на ближайшие 3 нории. Элеватор оборудован 5 норией производительностью 33 *т/час* каждая; 2 нории (вторая и третья) имеют полную высоту и служат для приема зерна и передачи его в си-

лосы; 2 укороченные (15 *м*) нории (первая и четвертая) подают зерно на автоматические весы или на сепаратор; последняя нория (пятая) принимает просушенное зерно из подсушильных бункеров и передает его на весы для дальнейшего направления или непосредственно через третью норию на верхний транспортер в силосы, или же с предварительной передачей через четвертую норию на сепаратор и затем уже на третью норию.

Впереди элеватора имеется пристройка для двух приемных автоматических весов и сепаратора, к которой примыкает расположенный параллельно железной дороге приемный амбар с шестью двойными ларями, могущими принимать зерно: с одной стороны из вагонов (одновременно из трех), а с другой — с автомобилей и подвод.

Принятое зерно амбарным транспортером подается в башмаки одной из четырех норий (первую, вторую, третью и четвертую), к которым может быть подано зерно также из любого силоса нижним транспортером.

В верхней части башни имеются отпускные автоматические весы, после которых зерно может быть направлено в отпускные на железную дорогу железобетонные лари, устроенные в виде четырех цилиндрических бункеров над машинной пристройкой. Рядом с последней расположено помещение для зерносушилки ВТИ-15, имеющее вид башни, разделенной по высоте на три отделения — надсушильные бункеры, зерносушилка и подсушильные бункеры. Производительность зерносушилки 20—25 *т/час* в расчете на повышенную влажность кукурузы.

Подача зерна на сушилку осуществляется при помощи специального транспортера, могущего принимать зерно от второй и третьей норий.

В истории элеваторного строительства в СССР этот элеватор занимает особое место. Это один из двух элеваторов, в которых впервые в нашей стране были применены круглые силосы и впервые в Европе подвижные формы для их возведения.

Схема данного элеватора страдает недостатками, свойственными периоду его проектирования: слабая мощность основного транспортного оборудования (33 *т/час*); специализация норий; излишняя сложность (относительная) схемы движения зерна.

2. ХРАНЕНИЕ СЕМЕННОГО ЗЕРНА

Если вопрос о более или менее рациональных способах хранения продовольственного и фуражного зерна решен положительно, то хранение семенного зерна еще требует разрешения.

Условия крупного социалистического земледелия настоятельно требуют создания современных зернохранилищ для семенного зерна, так как оно нуждается в более совершенных хранилищах, чем продовольственное и фуражное зерно.

Поэтому к семенным хранилищам должны быть предъявлены более высокие требования, чем к обычным. Этим можно отчасти объяснить затруднения, возникающие при проектировании семенных хранилищ.

Семенной элеватор должен иметь обычное транспортное оборудование с таким, однако, условием, чтобы транспортирование зерна не было сопряжено с механическими повреждениями, понижающими всхожесть.

Необходимо также учитывать крайне важное обстоятельство — это создание таких условий, при которых была бы обеспечена сортовая чистота семян, чтобы была исключена возможность смешивания семян не только разных культур, но различных сортов одной и той же культуры.

Лучшим и наиболее гарантирующим сохранение качества посевного материала, к тому же наиболее дешевым способом могло бы явиться хранение семенного зерна в силосных элеваторах. Емкость отдельных силосов при этом должна быть небольшой, учитывая, что партии семен-

ного материала бывают обычно невелики. Такой способ хранения гарантирует зерно от влияния влажности и резких изменений температуры и позволяет выполнить специфические требования, предъявляемые к семенным зернохранилищам.

В 1936 г. Промзернопроектом был разработан элеватор для семенного зерна, не получивший, однако, осуществления (рис. 312). Элеватор был спроектирован деревянным, с силосами обычной конструкции — из досок плашмя. Площадь, занятая силосами, размером 16,5×10,5 *м*, разбита в плане на 18 силосов: 6 рядов по 3 силоса в каждом. Емкость элеватора 2 тыс. *т*.

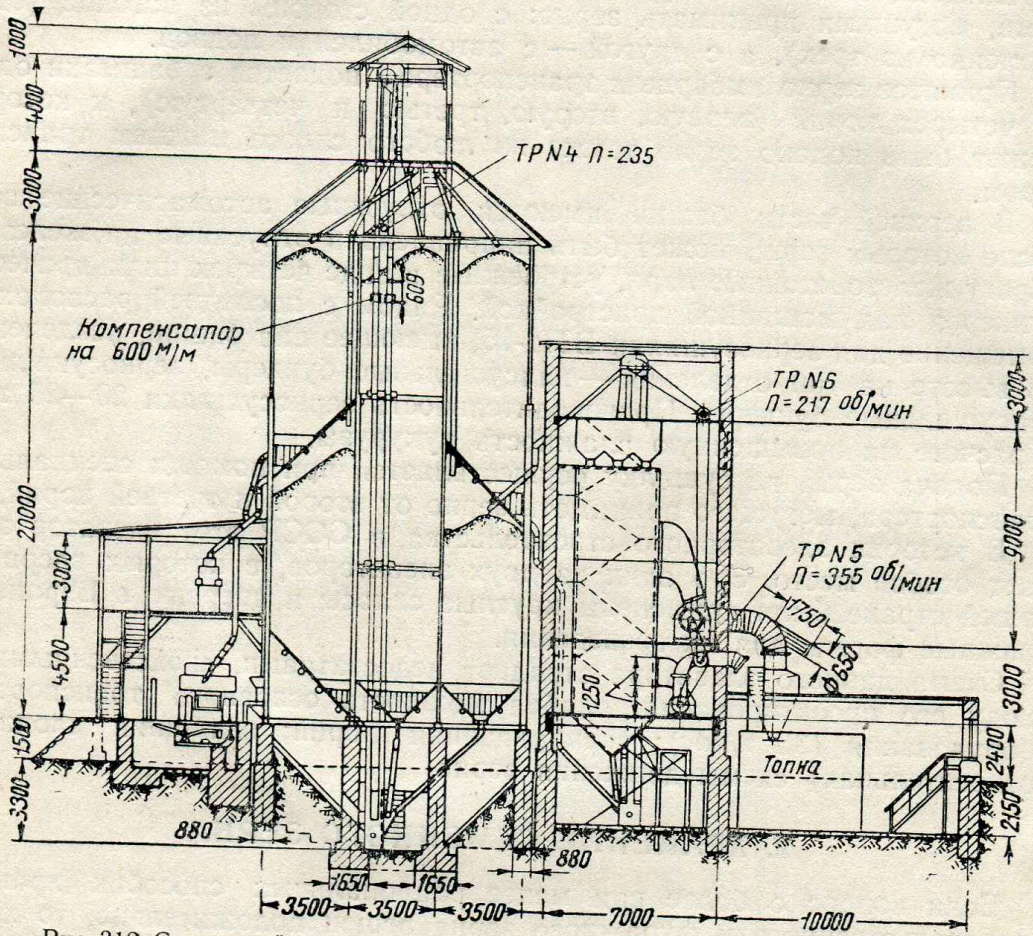


Рис. 312. Совхозный семенной элеватор (поперечный разрез через сушилку)

Силосы имеют в плане размеры 3,5×2,75 *м*, высота их 20 *м* (рис. 313). Часть силосов переделена на бункеры малой емкости (надсепараторные, надтриерные, подсепараторные, подтриерные, запасные для сушилки, для протравливания, для отпуска).

Зерно по этому проекту предполагалось принимать и отпускать на автомобили, для установки которых около элеватора устроен сарай с плотно закрывающимися воротами, чтобы избежать сквозного продувания ветром при отпуске протравленного зерна. Для приема зерна имеется 4 приемных ларя емкостью каждый 4,5 *т* и весы для автомобилей, устанавливаемые у обоих ларей. Из каждого приемного ларя зерно поступает на норию производительностью 10 *т/час* (рис. 314).

Проектом предусматривалась установка 2 двойных норий, из которых каждая может одновременно обслуживать 2 операции. Для отпуска зерна предусмотрены отпускные лари, передающие зерно на 2-тонные ковшевые весы, установленные под перекрытием приемно-отпускного ларя.

Таким образом, внутри элеватора весов не имеется, а если бы встретилась необходимость определить вес зерна при какой-либо внут-

ренней операции, то для этого необходимо использовать автомобильные весы.

Для очистки зерна предусмотрены сепаратор № 4 производительностью 10 *т/час* и быстроходные триеры — куколеотборник производительностью 5 *т/час* и овсюгоотборник производительностью 3,3 *т/час* (см. рис. 313). Над зерноочистительными машинами и под ними устроены бункеры.

Для сухого и мокрого протравливания зерна установлена в отдельном изолированном помещении над проездом для автомобилей машина кон-

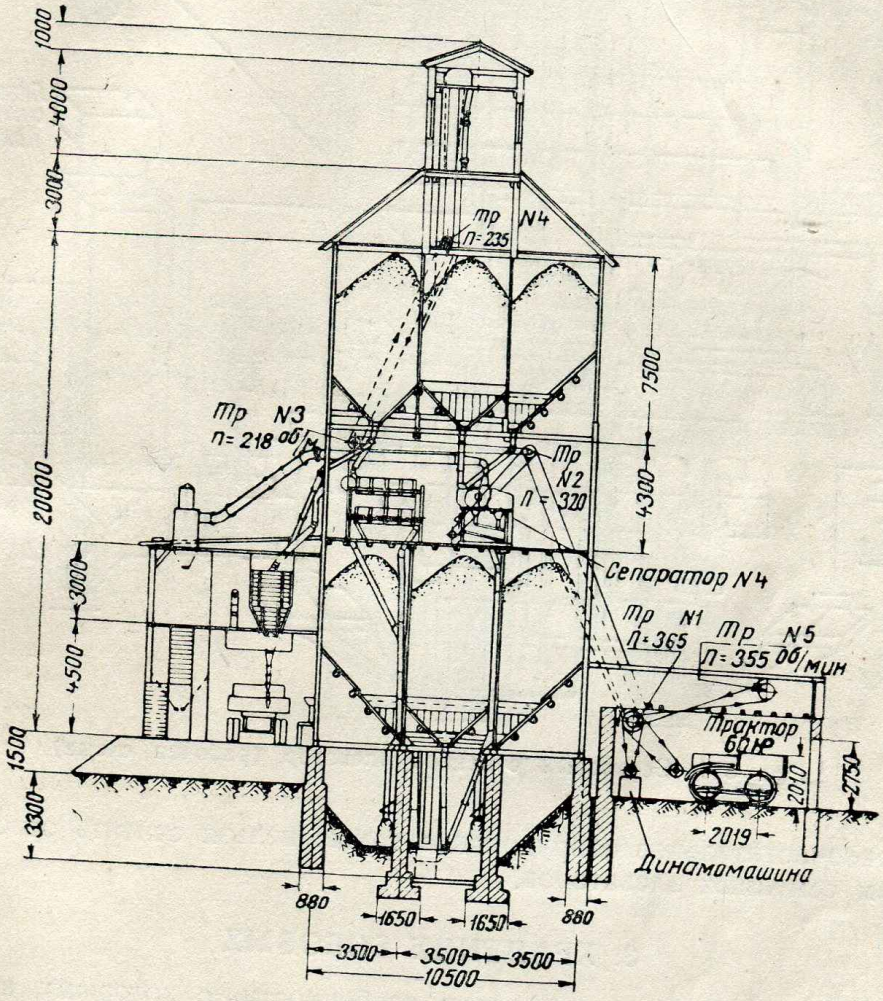


Рис. 313. Совхозный семенной элеватор (поперечный разрез через силовую станцию).

струкции инж. Попова производительностью 8 *т/час* (см. рис. 312). Для подачи зерна на машину выделен специальный отпускной бункер.

При элеваторе предусмотрена зерносушилка ВТИ-4 производительностью 3 *т/час* с температурой сушащей среды 60°.

В качестве двигателя предусмотрен трактор, установленный в отдельном здании с каменными стенами и оштукатуренным перекрытием. Привод к машинам групповой.

Описанный проект элеватора являлся в свое время наиболее совершенным из всех предложенных проектов семенохранилищ. Но задача семенных элеваторов разрешена им только отчасти. На элеваторе, например, ничего не сделано для предупреждения попадания в зерно посторонних культур.

Деревянные силосы нельзя признать удовлетворительными для хранения семенного материала как не гарантирующие от смешивания различных сортов.

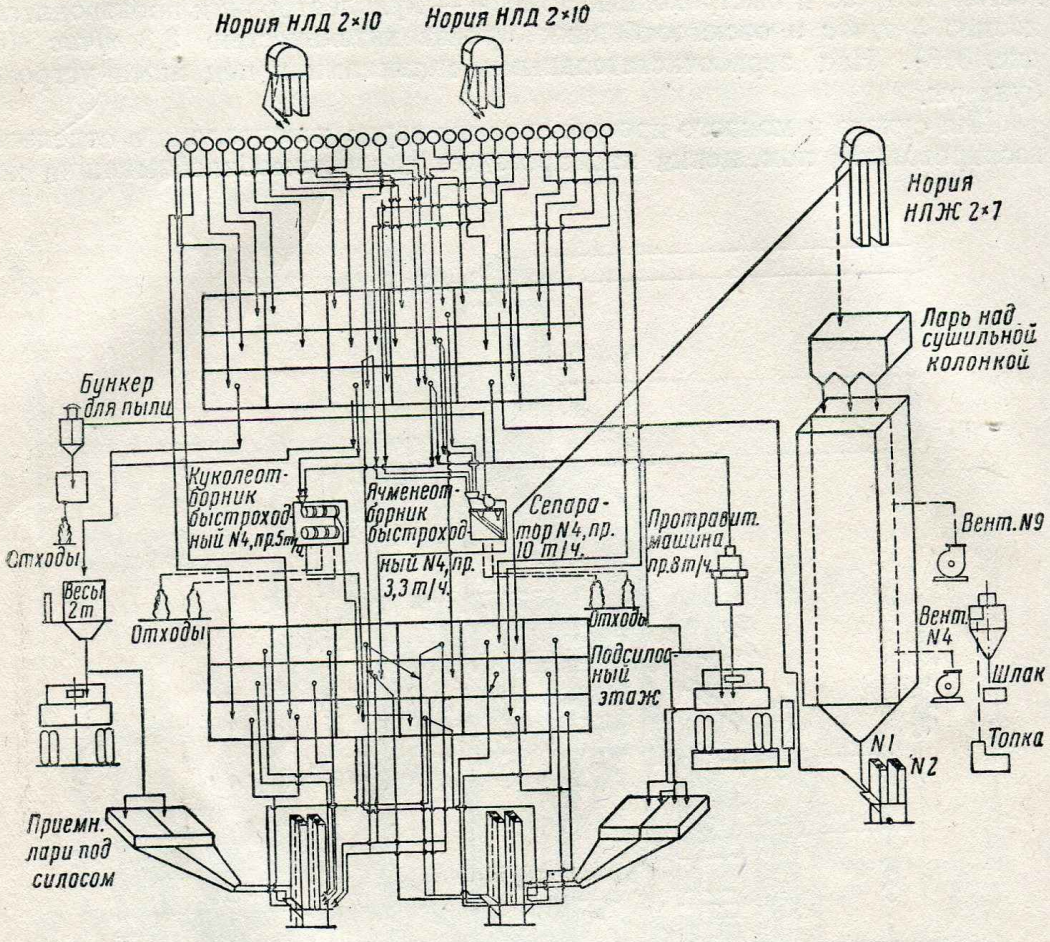


Рис. 314. Совхозный семенной элеватор (рабочая схема)

Зерноочистительное оборудование также нельзя считать отвечающим задачам семенных элеваторов.

3. ХРАНЕНИЕ БОБОВЫХ

Бобовые культуры имеют свои особенности, с которыми надо считаться при устройстве складов для их хранения и механизации для перегрузки. Особенности эти следующие:

— бобы обладают свойством раскалываться при падении с более или менее значительной высоты на твердую поверхность;

— бобы необходимо очищать от посторонних примесей и поврежденных зерен (разломанных пополам, больных, гнилых), а также сортировать по размерам и по цвету;

— часть бобов хранится в мешках, поэтому конструкция складов для их хранения в некоторых случаях должна быть приспособлена и для затаренных грузов;

— бобы бывают весьма различной влажности, в зависимости от которой и условия хранения должны быть различными — в одних случаях пригодны силосные склады, в других простые.

Из бобовых особую группу составляют соевые, отличающиеся большим содержанием жира и часто высокой влажностью. В литературе есть указание, что соевые бобы можно безопасно хранить в больших

количествах, когда однородная влажность их не превышает 14% и они свободны от посторонних примесей. Влажность же в 12% устанавливается как совершенно безопасная.

Для хранения и специальной очистки бобовых строят особые отделения при элеваторах или отдельные предприятия, которые носят название зернобобовых элеваторов, если хранение ведется хотя бы частично в силосах, или зернобобовых станций, если хранение осуществляется насыпью на полу.

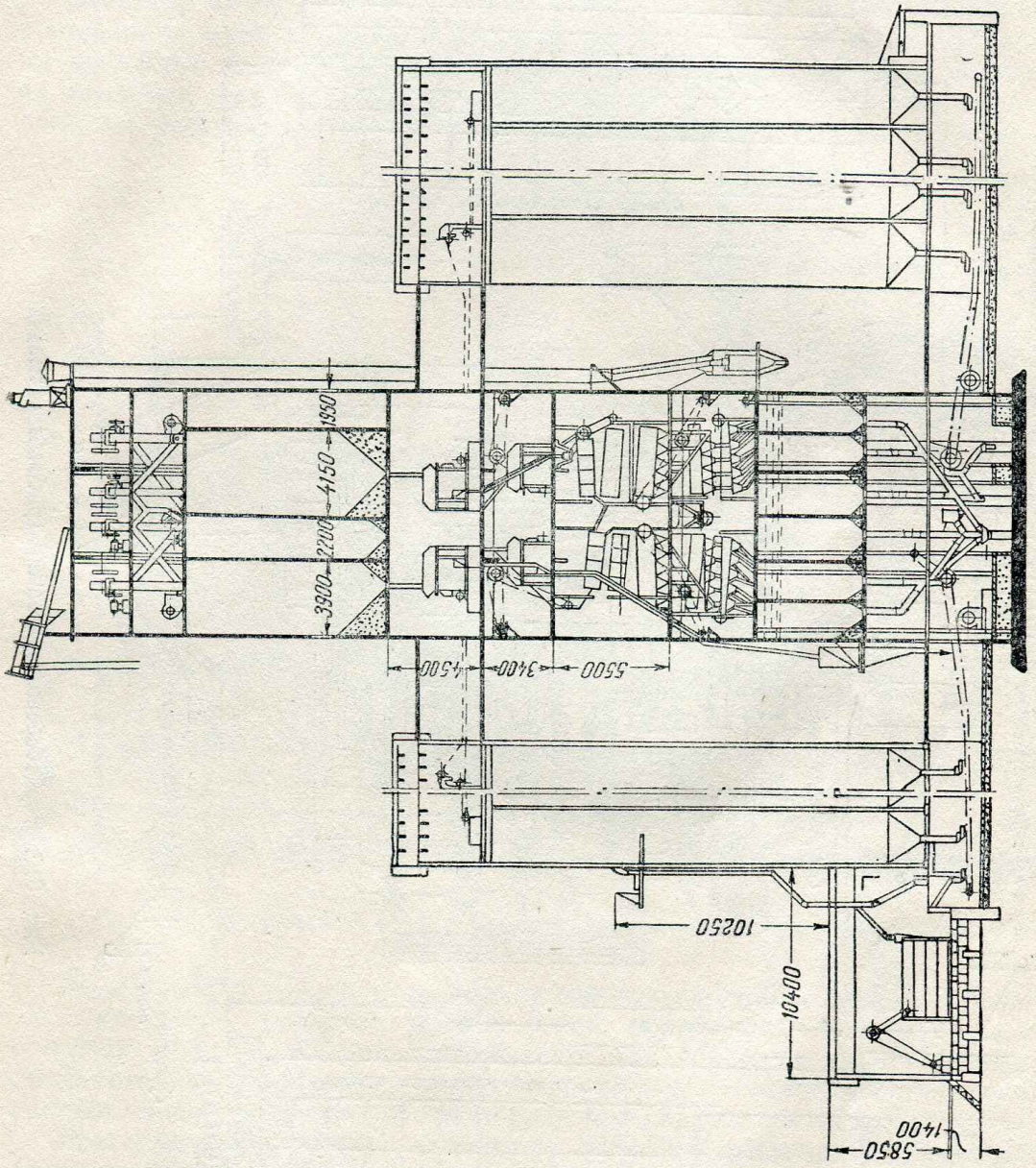


Рис. 315. Зернобобовый элеватор (продольный разрез)

В качестве примера приводится элеватор для приема и хранения зерновых и бобовых (чечевица и горох) культур.

Башня элеватора железобетонной конструкции, расположена между двумя деревянными силосными корпусами — одного для зерновых, другого для бобовых культур (рис. 315). Размеры силосов в плане 2,5×2,5 *м*, высота 20 *м*.

В башне расположены 4 комплекта норий производительностью 100 *т/час* каждая и 3 комплекта ковшевых весов грузоподъемностью 10 *т*.

Рабочая схема элеватора (рис. 316) предусматривает раздельную очистку зернобобовых и зерновых культур, а также калибровку чечевицы и гороха на сортировальных цилиндрах.

Каждый силосный корпус оборудован надсилосным транспортером производительностью 175 *т/час* и подсилосным производительностью 100 *т/час*.

Зерно с автомобильного транспорта принимают в амбаре поперечного типа на 6 проездов. Предусмотрено также устройство для приема с железной дороги с продольным расположением транспортеров.

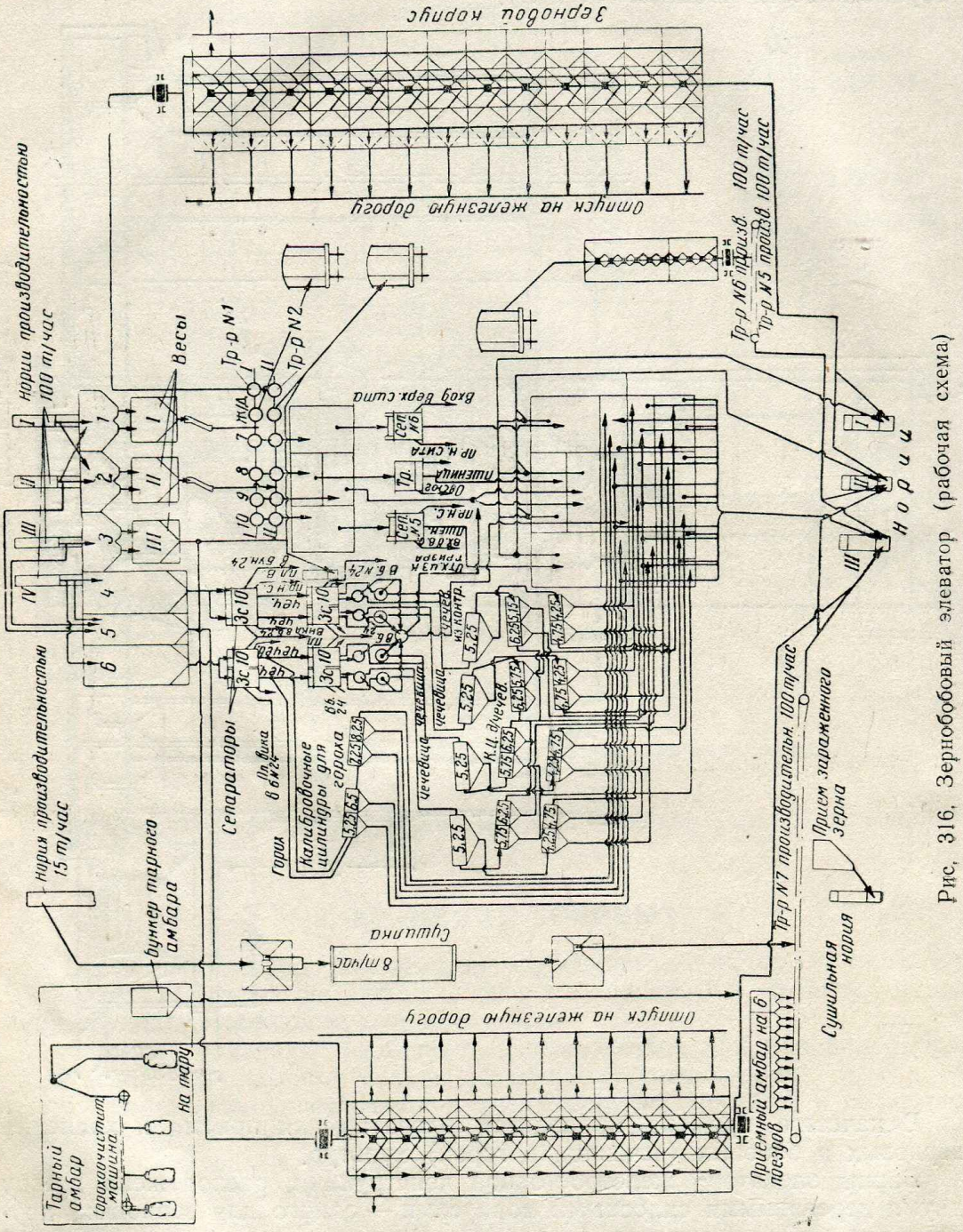


Рис. 316. Зернобобовый элеватор (рабочая схема)

Отгрузка на железную дорогу производится как из башни непосредственно после весов, так и из отсеков силосного корпуса. Предусмотрена также отгрузка на автомобильный транспорт из тарного амбара.

При элеваторе установлена зерносушилка ВТИ-8 производительностью 8 *т/час*.

4. ХРАНЕНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Для хранения продуктов переработки зерна, кроме обычных складов (см. главу V), могут применяться специальные хранилища, позволяющие полностью механизировать все процессы, связанные с перемещением продукции, и обеспечить сохранность ее как в таре, так и насыпью.

Примером механизированного хранилища готовой продукции в таре может служить элеватор с мешковыми силосами (рис. 317, 318).

Элеватор имеет рабочую башню, оборудованную нориями для приема с мельницы муки насыпью. Поднятая на верхний этаж мука поступает на выбойные аппараты, выбивается в мешки, которые после зашивки на швейных машинах при помощи системы винтовых спусков направляют на отгрузку в нижние этажи или на надсилосный транспортер.

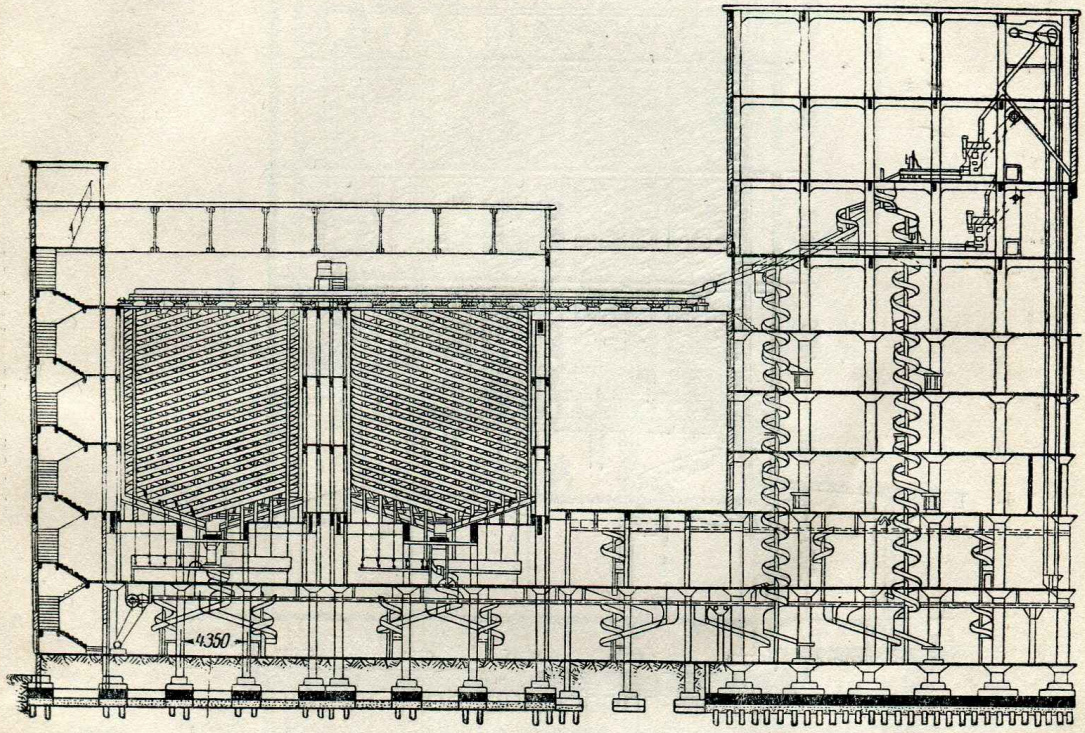


Рис. 317. Продольный разрез элеватора для хранения мешков с мукой

Надсилосный транспортер подает мешки с мукой в силосный корпус (см. рис. 317), представляющий собой хранилище, состоящее из наклонных спусков. Мешки укладывают для хранения на эти спуски с предварительно закрытыми выпусками. После заполнения одной секции спусков мешки с транспортера подают на другую секцию и т. д.

Для разгрузки мешков из секции хранения открывают нижнюю задвижку спусков и мешки один за другим поступают на лоток, подающий их непосредственно в вагоны, либо на подсилосный транспортер для передачи на более отдаленную погрузочную точку.

Мешки в силосах хранят уложенными один за одним на дне наклонного спуска. По мере разгрузки силосов мешки перемещаются к выпускному отверстию.

Преимущества хранения мешков в силосах заключаются в следующем: полная механизация приема и отгрузки мешков; отсутствие опасности согревания или слеживания муки вследствие давления вышележащих мешков или недостатка аэрации; возможность выгрузки мешков более ранней укладки — первый мешок, попадающий на лоток, первым и сходит с него, чего нельзя достигнуть при укладке в штабеля,

где первый мешок, уложенный на стеллажи, отгружается последним; возможность одновременной беспрепятственной разгрузки и загрузки хранилища.

К недостаткам эксплуатации такого хранилища следует отнести: низкий коэффициент заполнения помещения хранилища, в результате чего стоимость здания, приходящаяся на 1 *m* муки, значительно выше, чем при обычных механизированных складах; опасность в пожарном отношении

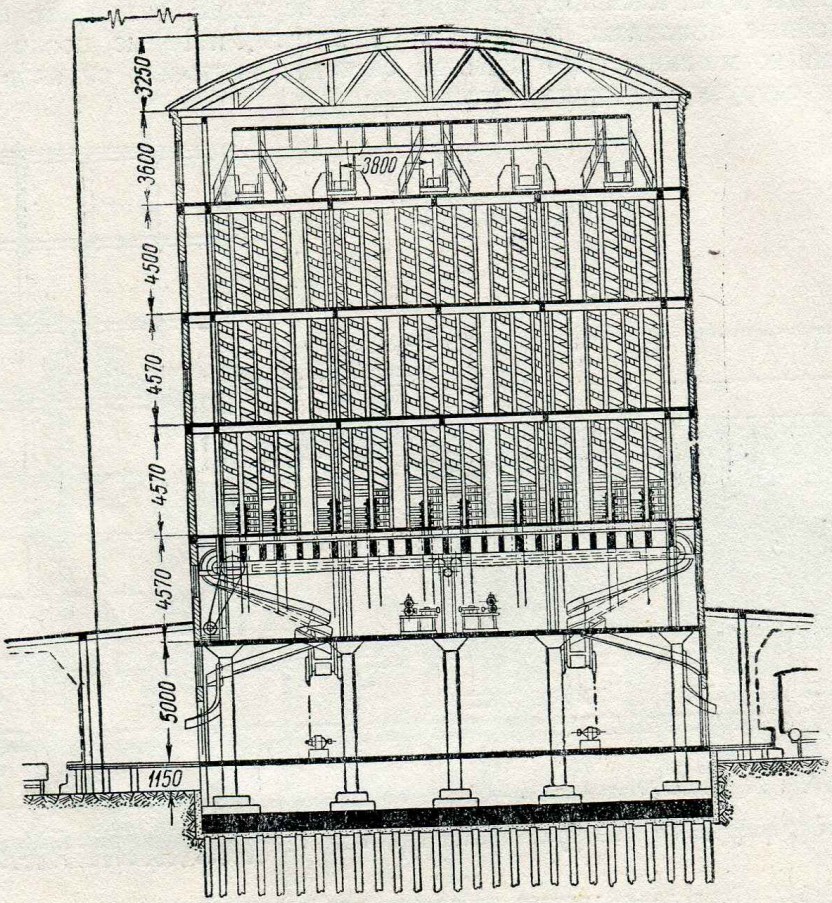


Рис. 318. Поперечный разрез элеватора для хранения мешков с мукой

Хранение муки насыпью в силосах, устраняющее недостатки рассмотренного хранилища, заставляет изыскивать возможность использования этого способа для хранения муки длительное время. Препятствием этому служат опасения, что при хранении в силосах в муке достаточно быстро могут развиваться некоторые вредные процессы и прежде всего самосогревание и слеживание, благодаря которым мука может потерять сыпучесть и свои ценные хлебопекарные качества.

Для решения вопроса о допустимости хранения муки насыпью в силосах ВНИИЗ были проведены специальные исследования.

Результаты опытов получились весьма удовлетворительные. В муке, хранящейся в мешках и в силосах, как показали исследования, какой-либо существенной разницы не обнаружено. На основании данных исследования была предложена конструкция механизированного хранилища для бестарного хранения муки при мельнице (рис. 319).

Для обеспечения сохранности муки, хранящейся в силосах, последние были специально приспособлены для этой цели. Приспособление заклю-

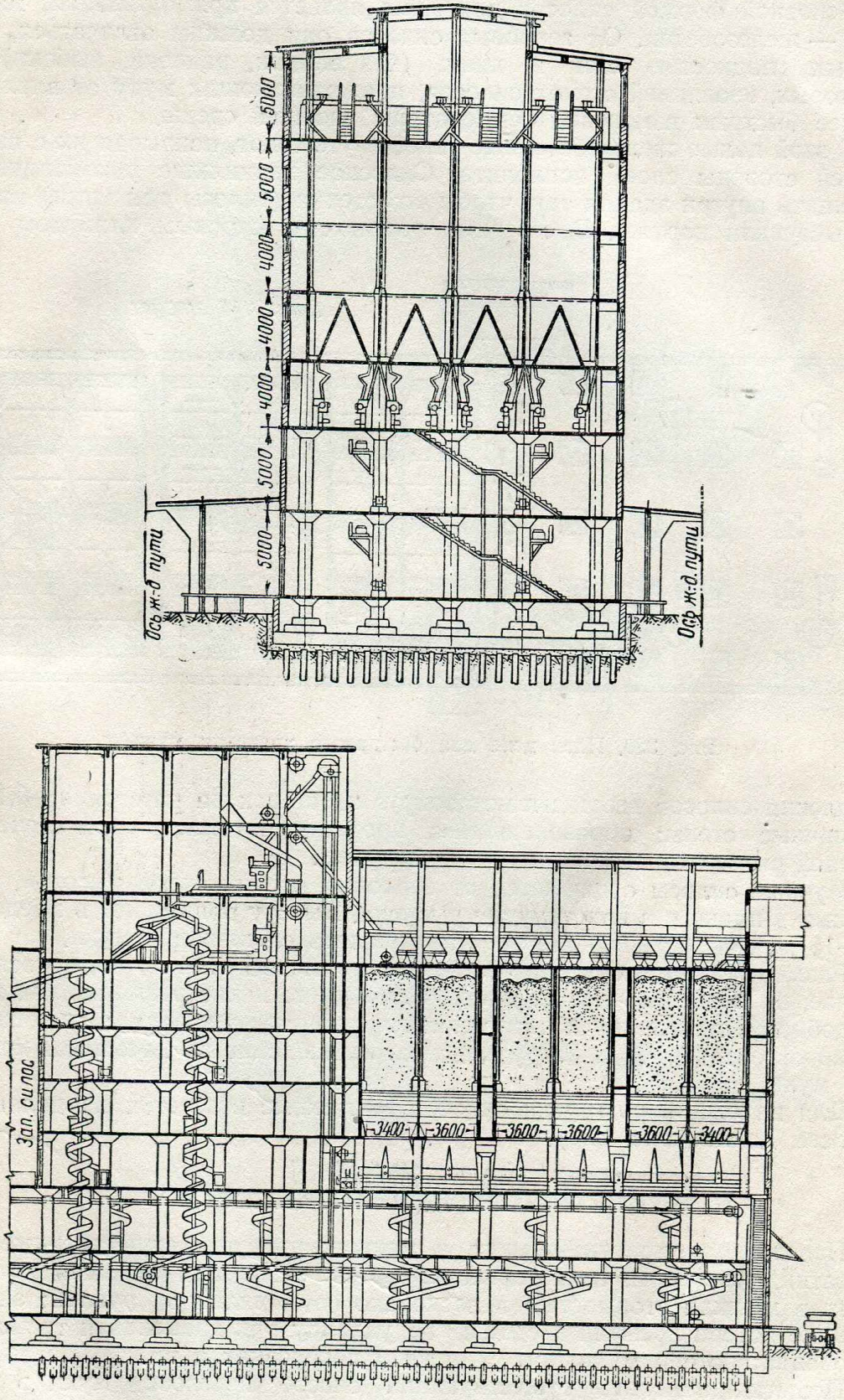


Рис. 319. Продольный и поперечный разрезы цеха для бестарного хранения муки

чается в изоляции силосов для предохранения муки от влияния резких колебаний температуры и влажности наружного воздуха.

Основной формой силосов для муки является прямоугольная, материал — железобетон. От зерновых силосов они должны отличаться, во-первых, гладкостью стен и днищ (без впадин, раковин, выбоин) и, во-вторых, изоляцией стенок силосов, предохраняющих муку от влияния на нее быстрых изменений температуры внешней среды.

С этой целью железобетонные силосы утепляют, покрывая их с внутренней стороны слоем ксилолита. Силосное хранилище рекомендуется помещать внутри здания так, чтобы его стенки (силосы для муки) нигде не выступали наружу. В северных районах с суровым климатом для

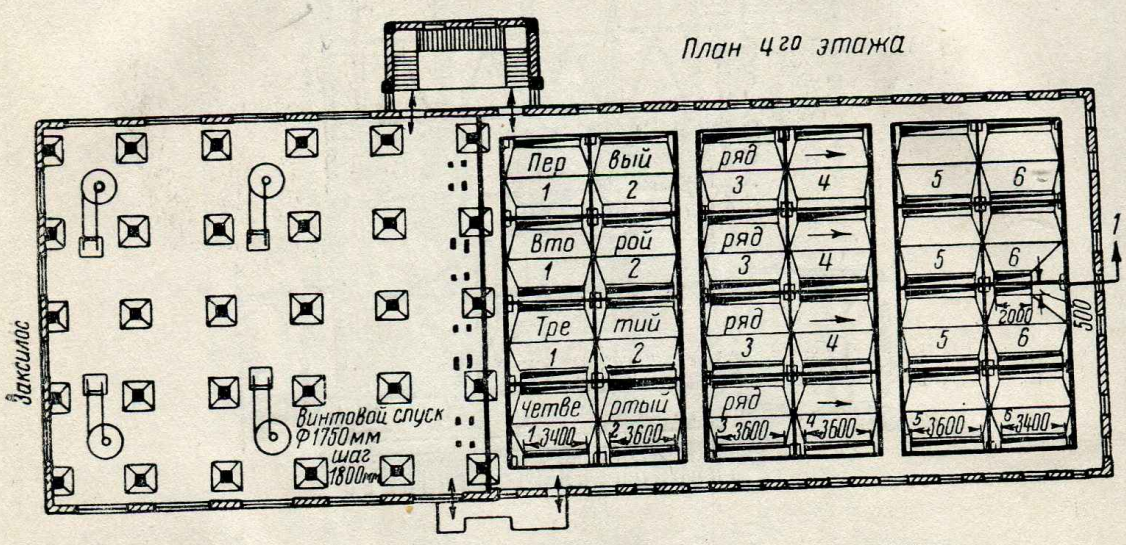


Рис. 320. План цеха для бестарного хранения муки.

отепления силосов выкладывают вокруг их стенок на расстоянии 0,12 *м* кирпичные стены; образовавшийся промежуток между этой стеной и стенкой силоса омывается теплым воздухом.

Мучные силосы отличаются от зерновых ограниченной высотой, размерами в плане и в конструкции выпуска. Высоту принимают в пределах 12—15 *м*, при большей высоте наблюдалось слеживание муки.

Размер площади силосов составляет примерно 4×4 *м*, но, во всяком случае, не менее 1,5×1,5 *м*. Дальнейшее уменьшение размеров было бы неудобно со строительной и с технологической точек зрения, а увеличение размеров сверх 4×4 *м* затруднило бы наблюдение за качеством хранимой муки.

Для надежной разгрузки силосов выпускные отверстия их делаются по всей длине (рис. 320).

5. БЕСТАРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ МУКИ [1]

Перевозке и хранению муки в мешках присущи существенные недостатки, основными из которых являются: ежегодная большая потребность в мешках стоимостью в несколько сот миллионов рублей; значительные потери времени и средств на укладку при хранении и транспортировании; потери муки при укладке и перевозках и пр.

Попытки заменить существующий способ перевозки муки в таре бестарным предпринимались неоднократно. Однако эта сложная проблема, связанная с комплексным решением вопросов хранения, погрузки-

[1] Я. А. Шнейдер. Опыт организации бестарных перевозок муки автотранспортом. Заготиздат, 1952.

разгрузки и перевозки муки, требовала значительного времени для разрешения.

Начатое ВНИИЗ в 30-х годах изучение вопросов хранения и перевозок муки без тары не вышло за рамки экспериментального исследования.

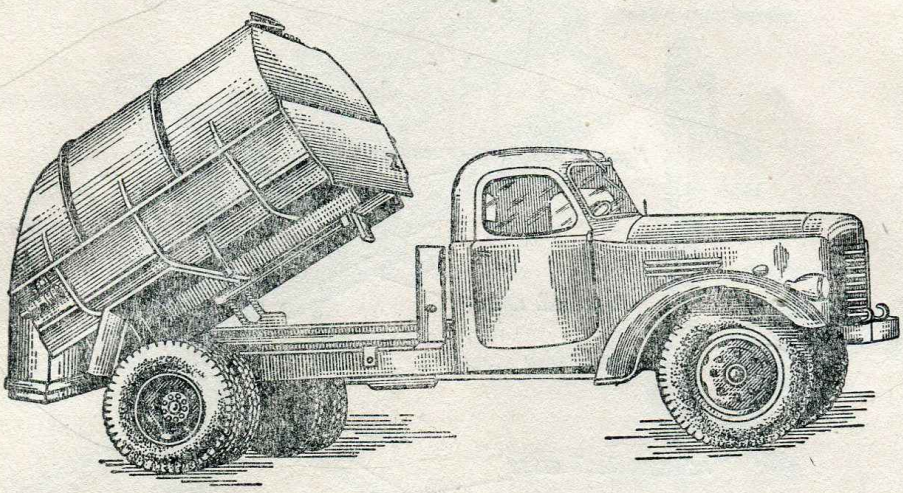


Рис. 321. Автомуковоз-самосвал с вибраторами

После окончания Великой Отечественной войны разработку проблемы бестарной перевозки муки возобновил Промзернопроект. По его проектам были изготовлены и испытаны два типа муковозов: автомуковоз-самосвал с вибраторами и автомуковоз с винтовым транспортером.

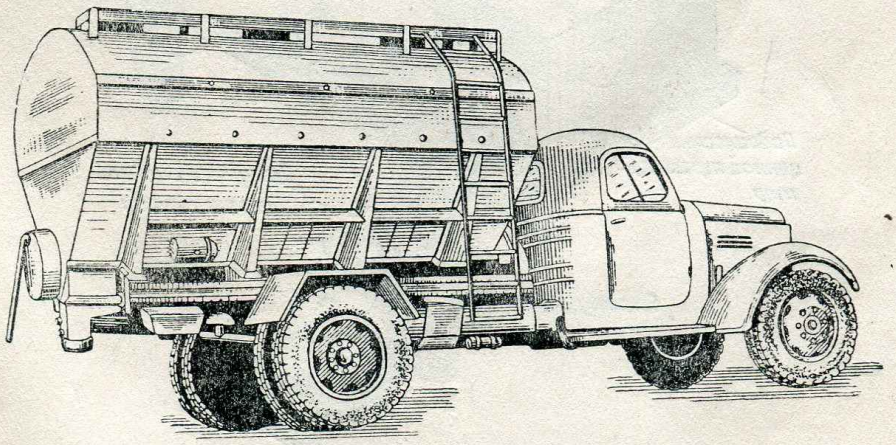


Рис. 322. Автомуковоз с винтовым транспортером

Автомуковоз-самосвал с вибраторами (рис. 322) грузоподъемностью 3—3,5 *т* смонтирован на шасси автомобиля ЗИС-585. Загрузочная горловина цистерны расположена в передней ее части. Цистерна загружается в наклонном положении под углом 35—45°, благодаря чему полностью используется ее емкость.

Разгрузочное устройство, расположенное в задней части цистерны, выполнено в виде трех герметически закрывающихся люков. Для разрушения образующихся при разгрузке сводов муки, препятствующих опорожнению, на стенках цистерны монтируются электровибраторы типа И-7.

Автомуковоз-самосвал разгружается посредством наклона цистерны под углом 35°. После наклона цистерны открывают разгрузочные люки и включают электровибраторы.

Автомуковоз с винтовым транспортером представляет собой цистерну, смонтированную на шасси автомобиля ЗИС-150 (рис. 322).

Мука в цистерну загружается через специальные люки, расположен-

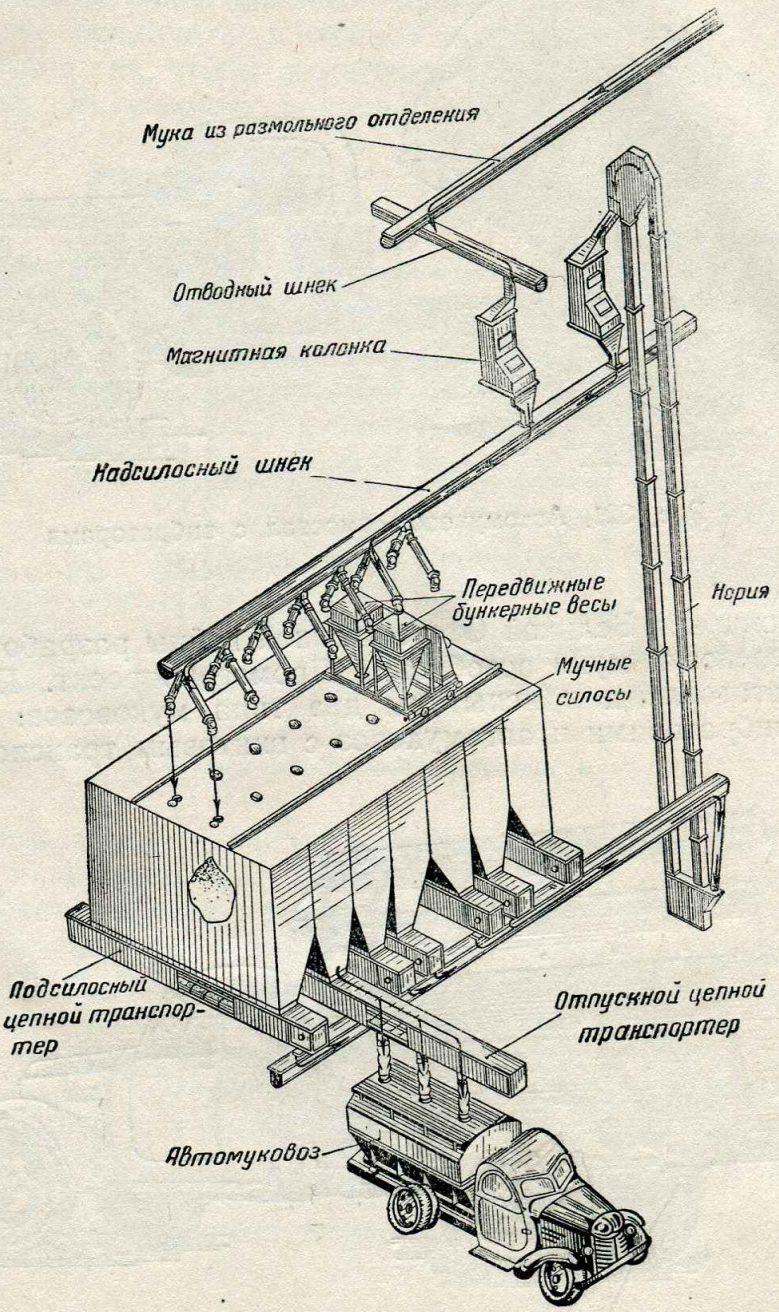


Рис. 323. Схема перемещения и отпуска муки на мельнице

ные в верхней части цистерны. Разгружается муковоз при помощи шнека, расположенного в конической части дна цистерны, подающего муку к выпускному отверстию. Шнек приводится в движение от коробки скоростей автомобиля через специальный редуктор.

Для обеспечения полной разгрузки цистерны на ее стенках устанавливают электровибраторы типа И-7.

Испытания двух типов автомуковозов установили полную возможность перевозки муки насыпью с обеспечением при этом требуемых пищевой промышленности санитарно-гигиенических условий.

Сравнительное испытание описанных типов автомуковозов показали, что предпочтение необходимо отдать автомуковозу-самосвалу, который прост в изготовлении и эксплуатации.

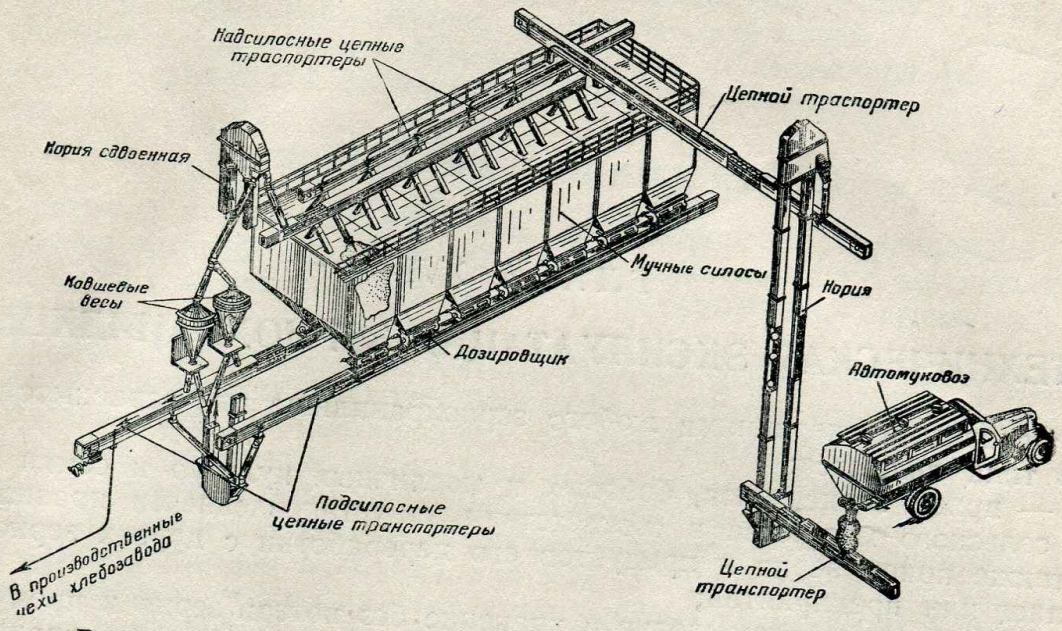


Рис. 324. Схема приема муки из автомуковозов на хлебозаводе

Схемы бестарного отпуска, приема и перевозки муки, осуществленные на одной из московских мельниц и хлебозаводе приведены на рис. 323 и 324. По этим схемам взвешивают муку как при отпуске, так и при приеме на автомобильных весах.

ГЛАВА XVI

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Основными операциями любого зернохранилища вне зависимости от его типа являются:

— прием зерна, риса, бобовых и масличных культур и семян трав от сельского хозяйства в соответствии с установленными правилами, а также прием зерна и продуктов его переработки с других зернохранилищ или предприятий;

— правильное размещение и хранение без потерь зерна и продуктов его переработки при максимальном использовании емкости хранилищ и строгом соблюдении действующих правил хранения;

— тщательный повседневный контроль за сохранностью хлебопродуктов, предупреждение потерь или ухудшения их качества;

— улучшение качества зерна и семян с доведением их путем сушки и очистки до состояния, отвечающего нормам, соответствующим назначению зерна и семян (для переработки, посевных целей, экспорта и т. д.);

— отгрузка зерна, риса, семян бобовых и масличных культур и продуктов переработки зерна в соответствии с установленным порядком и правилами отпуска.

Для выполнения перечисленных операций необходимы слаженно работающий квалифицированный персонал и исправная «техническая база». Техническая база зернохранилища включает следующие составные части: производственные здания и сооружения; элеваторы, механизированные и немеханизированные склады, сапетки и другие складские помещения для хранения зерна и продуктов его переработки; зерносушилки, зерноочистительные станции; приемные и отгрузочные устройства, передвижные механизмы, весовые будки, визировочные устройства и лаборатории с относящимся к ним оборудованием; жилые и культурно-бытовые здания и помещения; участок для размещения зданий и сооружений с необходимыми подъездными путями и путевыми устройствами.

Техническая база зернохранилища требует со стороны обслуживающего персонала повседневного надзора и ухода, которые необходимы для обеспечения ее бесперебойной работы.

Комплекс мероприятий, обеспечивающий бесперебойность работы зернохранилища, изложен в «Правилах технической эксплуатации».

Неуклонное выполнение «Правил технической эксплуатации» должно обеспечить надлежащее состояние всех составных частей «технической базы» и их нормальную работу, гарантируя бесперебойное выполнение всех операций с зерном и продуктами его переработки.

Правильная организация технической эксплуатации зернохранилищ предусматривает:

— подбор, инструктаж и повышение квалификации обслуживающего персонала предприятия;

— уход и технический надзор за оборудованием, зданиями, сооружениями и территорией;

— проведение ремонта;
— снабжение предприятия необходимыми материалами для эксплуатации и ремонта;
— прием в эксплуатацию и документальное оформление нового и отремонтированного оборудования, зданий и сооружений.

Перечисленные работы определяют круг обязанностей работников, ведающих технической эксплуатацией зернохранилища.

1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАДРЫ

Основным и главным условием, обеспечивающим правильную эксплуатацию технической базы зернохранилища, являются квалифицированный обслуживающий персонал и рациональная организация его труда.

Правильная расстановка обслуживающего персонала на производственных участках ликвидирует обезличку в работе, устраняет дублирование одних и тех же обязанностей обслуживающим персоналом, создает условия для творческого проявления работниками инициативы, направленной на перевыполнение производственных заданий.

Подбору и расстановке обслуживающего персонала должно быть уделено самое серьезное внимание, так как от правильного решения этого весьма важного вопроса зависит успех работы предприятия в целом.

Однако ограничиваться только подбором и расстановкой кадров нельзя. Кадры необходимо растить, воспитывать, повседневно повышать их квалификацию.

«Чтобы привести технику в движение и использовать ее до дна, нужны люди, овладевшие техникой, нужны кадры, способные освоить и использовать эту технику по всем правилам искусства. Техника без людей, овладевших техникой,— мертва. Техника во главе с людьми, овладевшими техникой, может и должна дать чудеса»[1].

Претворение в практику указаний товарища Сталина требует организации и проведения постоянно действующих мероприятий по подготовке кадров, по повышению их квалификации. Для выполнения этих мероприятий на предприятии необходимо проводить занятия по техническому минимуму, организовать школу мастеров передового труда и т. д.

Усвоенные обслуживающим персоналом знания в объеме технического минимума проверяют путем специальных испытаний и периодических повторных проверок. Сдача испытаний является обязательной для каждого постоянного работника.

Для четкой организации работы обслуживающего персонала и устранения обезлички каждый работник предприятия должен иметь соответствующие должностные инструкции. В этих инструкциях указываются: права и обязанности работника, разрешенные и запрещенные приемы работы — правила техники безопасности. Инструкция должна отражать существующий опыт работы, узаконивать оправдавшие себя способы работы, одновременно предупреждать о недопустимости применения способов, показавших нецелесообразность, вредность или опасность.

Должностную инструкцию выдают работникам под расписку, а выполнение и знание инструкции время от времени проверяют.

2. УХОД ЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗОЙ

Технический уход включает все работы, обеспечивающие исправное состояние технической базы зернохранилища (кроме ремонтных работ).

К их числу относятся: работы по содержанию в чистоте оборудования, зданий, сооружений, территории и подъездных путей и по устране-

[1] И. В. Сталин. Вопросы ленинизма, изд. 11-е, стр. 528.

нию мелких неисправностей; подтяжка ослабевших соединений в узлах машин и конструкций; простейшие виды регулирования оборудования; смазка трущихся частей оборудования и т. д.

Основным условием, обеспечивающим уход за технической базой, является точное разграничение между обслуживающим персоналом ответственности за состояние оборудования, зданий, сооружений, подъездных путей и территории предприятия. Такое разграничение и закрепление повышают ответственность, ликвидируют обезличку в работе персонала, создают условия для нормальной работы предприятий.

Объем работ, связанных с текущим уходом за технической базой зернохранилищ, определяется соответствующими разделами «Правил технической эксплуатации», устанавливающих порядок и очередность их выполнения.

Если работа производится в несколько смен (две или три), то ответственность за посменный текущий уход устанавливается порядком передачи смены.

Порядок передачи смены должен быть точно определен, а за его выполнением установлен систематический надзор. Передача смены должна отмечаться в сменных журналах. Записи в этих журналах должны отражать состояние оборудования и работ на участке в момент передачи смены и должны быть скреплены подписями лиц, сдающих и принимающих смену.

3. НАДЗОР ЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗОЙ

Надзор за технической базой зернохранилища включает следующие виды работ, производимые обслуживающим персоналом в процессе эксплуатации.

Повседневный и периодический надзор за техническим состоянием оборудования, зданий, сооружений; регистрация наблюдений и устранение замеченных дефектов; надзор за выполнением обслуживающим персоналом соответствующих правил эксплуатации и безопасности; испытание деталей, машин, частей, зданий и сооружений согласно существующим обязательным правилам и постановлениям; предупреждение, расследование, учет и анализ аварий и происшествий.

Выполнение надзора за технической базой зернохранилища возлагается на сменный технический персонал или на специально выделенное лицо из числа технического персонала предприятия.

Повседневный надзор преследует цель проверки состояния оборудования, зданий и сооружений и выявления при этом отклонений от установленных норм. Осуществляется он в процессе работы путем проверки доступных для осмотра частей оборудования, зданий и сооружений, связанных в первую очередь с оперативной работой предприятия.

Периодический надзор преследует цель выяснения состояния и износа деталей оборудования и отдельных элементов конструкций зданий, сооружений и выявления при этом отклонений от размеров и допусков, а также выяснение вопроса о возможности дальнейшей их эксплуатации без проведения ремонта.

Периодический осмотр зданий и сооружений производится не реже 3 раз в год: в период подготовки к заготовительной кампании, перед наступлением зимы и весной после снеготаяния.

Кроме текущих и периодических осмотров, технический надзор предусматривает проведение внеочередных осмотров в тех случаях, когда, например, существенно изменяется эксплуатационный режим, а также при наличии значительных деформаций, коррозии и других дефектов, связанных с нарушением прочности элементов конструкций, зданий и сооружений и отдельных узлов оборудования.

Повседневный надзор осуществляется в первую очередь работниками, непосредственно отвечающими за техническое состояние оборудования, зданий и сооружений, а также директором и его заместителем или главным инженером при обходе предприятия.

Периодические и внеочередные осмотры осуществляются как обслуживающим персоналом под руководством лица, отвечающего за работу объекта, так и специальной комиссией, назначаемой руководителем предприятия.

Результатов повседневного наблюдения обычно не учитывают, а в случаях обнаружения неисправностей, угрожающих нормальной эксплуатации оборудования, зданий и сооружений, о них немедленно доводят до сведения лица, ответственного за техническую эксплуатацию объекта либо предприятия.

Результаты периодического и внеочередного осмотра оформляют в виде акта с указанием в нем технического состояния деталей оборудования либо конструкций зданий и сооружений.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА

Оборудование, здания и сооружения, находящиеся в эксплуатации, в той либо иной степени подвержены износу.

Явление износа, представляющее комплекс весьма сложных процессов, оказывает непосредственное влияние на работу оборудования, на долговечность срока службы зданий и сооружений, снижает их эксплуатационные качества и безопасность в работе.

Износ оборудования и конструктивных элементов зданий и сооружений обычно влечет за собой:

— изменение размеров, состояния поверхностей и зазоров между деталями и конструкциями зданий и сооружений во время их работы под нагрузкой;

— изменение механических качеств материала деталей и элементов конструкций под влиянием внутренних и внешних факторов;

— изменение размеров сечений и состояния рабочих поверхностей под влиянием коррозийных, химических, тепловых, микробиологических и других внешних воздействий.

Следовательно, износ деталей и элементов конструкций в течение эксплуатации происходит вне зависимости от того, работает или простаивает предприятие.

Нормальная работа оборудования, поддержание в рабочем состоянии зданий и сооружений могут быть обеспечены только при условии систематического ограждения их от износа.

Совокупность мероприятий, призванных к ограждению оборудования, зданий и сооружений от износа и восстановлению износившихся деталей и элементов конструкций, является содержанием ремонтных работ.

Обнаруженный повседневными наблюдениями и очередными и внеочередными осмотрами износ оборудования, зданий и сооружений, препятствующий нормальной работе либо превышающий допускаемый техническими условиями и нормами предел износа, устраняется путем проведения ремонтных работ.

В зависимости от объема и технической сложности ремонтных работ последние разделяются на текущий и капитальный ремонты.

К текущему ремонту относят мелкий ремонт, не сложный по своему характеру и техническому выполнению и не требующий вывода оборудования, зданий и сооружений из числа действующих. Текущий ремонт производится за счет средств предприятия в пределах норм, установленных министерством.

К капитальному ремонту относят работы, сложные по техническому выполнению и значительные по объему, требующие вывода

оборудования, зданий и сооружений из числа действующих. При капитальном ремонте предусматривается более полное (а иногда и полное) восстановление работоспособности оборудования и конструктивных элементов зданий и сооружений.

Система ремонта. Сложный характер и разновременный износ деталей, оборудования и конструктивных элементов зданий и сооружений, а также требования планового вывода отдельных объектов в ремонт привели к созданию ряда систем ремонта.

Основные требования, которым должны удовлетворять системы ремонта с точки зрения поддержания работоспособности технической базы и экономичности ремонтных работ, могут быть сведены к следующему:

— предупреждение преждевременного выхода объектов технической базы из эксплуатации;

— минимальное время, необходимое для производства ремонтных работ;

— возможность планирования срока и объема ремонтных работ.

Наиболее полно отвечает перечисленным требованиям принятая в элеваторно-складском хозяйстве система планово-предупредительного ремонта, которая предусматривает: строгую периодичность вывода объектов в ремонт вне зависимости от их состояния; планирование ремонтных работ на основании данных повседневного надзора и периодических и внеочередных осмотров; комплексное проведение работ по уходу, надзору и ремонту, обеспечивающее исправное состояние технической базы.

Наряду с плановым проведением ремонтных работ в практике имеет место проведение внеочередных ремонтов для ликвидации дефектов, обнаруженных при повседневном уходе, очередных или внеочередных осмотрах. При внеочередном ремонте устраняются дефекты технической базы, препятствующие нормальной эксплуатации или вызванные превышением пределов износа, допускаемых техническими условиями и нормами.

Организация ремонтных работ помимо проведения самого ремонта включает подготовку к ремонту и приему отремонтированных объектов и предусматривает: планирование ремонтных работ; обеспечение технической документацией; обеспечение работ потребными материалами и сменными деталями; проведение работ в установленные сроки; организацию технического надзора и приема ремонтных работ и отчетность по ремонту.

Планирование ремонтных работ помимо чисто технических факторов должно учитывать также эксплуатационные факторы, играющие основную роль при определении сроков проведения и длительности ремонта.

Порядок планирования ремонтных работ оборудования, зданий и сооружений устанавливается специальной инструкцией по планово-предупредительному ремонту.

Сроки вывода объектов в ремонт, требующие исключения их из числа действующих на период ремонта, согласовываются с вышестоящей инстанцией (областной конторой, трестом и т. д.).

Обеспечение ремонтных работ технической документацией является одним из мероприятий подготовительного характера и относится главным образом к капитальным ремонтам.

Работы по составлению технической документации заключаются в подготовке ведомостей дефектов и описей необходимых ремонтных работ, которые составляются на основании имеющихся материалов повседневных наблюдений, очередных и внеочередных осмотров; смет на производство ремонтных работ, составленных на основании ведомостей дефектов, описей ремонтных работ и сметных справочников на производство этих работ; чертежей на детали и конструкции, подлежащие новому изготовлению; графика производства ремонтных работ и расче-

тов потребной рабочей силы и материалов, определенных на основании смет.

Порядок подготовки технической документации и ее утверждение устанавливаются специальной инструкцией по организации ремонтных работ на зернохранилищах.

На основании утвержденного графика производства ремонтных работ и расчетов потребности в материалах и запасных частях производится заблаговременный завоз материалов и запасных частей на предприятие.

Местные и планируемые материалы заготавливаются самим предприятием по нарядам либо договорам, оформленным на месте через соответствующие организации (райплан, горплан, облплан и т. д.).

Фондовые материалы в соответствии с поданными заявками получаются либо непосредственно со складов соответствующих снабжающих организаций (металлосбыт, электросбыт и др.) согласно выделенным предприятию фондам, либо отгружаются с баз Главснаба.

Изготовление запасных частей, необходимых для ремонта оборудования, производится либо мастерскими предприятия при наличии соответственно оборудованных мастерских, либо передается другим предприятиям.

Сроки изготовления необходимых запасных частей и завоза материалов должны быть тесно увязаны с графиком ремонта.

Организация ремонтных баз. Для выполнения планируемого объема работ по ремонту оборудования, зданий и сооружений зернохранилища необходима соответствующая ремонтная база.

Для проведения ремонта технической базы на зернохранилищах элеваторно-складского хозяйства создается собственная ремонтная база, обслуживающая проведение как капитального, так и текущего ремонта. В случае, если имеется необходимость в проведении ремонтных работ (ремонт железнодорожных путей, дноуглубительные работы и т. д.), требующих специального оборудования либо специальных бригад, работы выполняются на договорных началах с соответствующими организациями.

Текущий ремонт оборудования, как правило, производится средствами самого предприятия, для чего на каждом предприятии создаются ремонтные мастерские с соответствующим техническим оснащением.

Капитальные ремонты оборудования в зависимости от размера предприятия и насыщенности его оборудованием производятся либо на ремонтных базах предприятия, либо на районных ремонтных базах, обслуживающих ряд прикрепленных к ним предприятий.

Организация районных ремонтных баз полностью себя оправдала в условиях работы элеваторно-складского хозяйства, имеющего в своем составе много сравнительно небольших предприятий.

Наличие районных баз, находящихся в непосредственном подчинении областных контор и трестов, создает все условия для планового проведения ремонтных работ и для централизованного изготовления запасных частей. Контроль за ремонтом, прием и производство ремонтных работ на предприятии осуществляются в соответствии с техническими условиями и правилами, установленными для данного объекта, в объеме, предусмотренном ведомостью дефектов и описью необходимых ремонтных работ, увязанных с разрешенными к расходу средствами.

При ремонте зданий и сооружений на каждый объект либо на группу небольших объектов ведется по установленной форме специальный журнал производства ремонтных работ.

Для обеспечения соответствия выполненных ремонтных работ техническим условиям и правилам в течение всего хода ремонтных работ должен быть организован технический надзор. Особенно тщательно такой надзор должен осуществляться при ремонте ответственных деталей и узлов оборудования и конструктивных элементов зданий и сооружений.

При производстве ремонтных работ все скрытые работы (арматура железобетонных работ, фундаменты, внутренние узлы оборудования и т. п.) проверяются перед окончательным производством работ либо перед окончательной сборкой оборудования. Результаты осмотра скрытых работ должны быть обязательно отражены в журналах ремонта.

На выполненные ремонты отдельных объектов, а также сооружений в целом составляют акты приема и ввода их в эксплуатацию.

Акты приема ремонтных работ должны содержать: перечень фактически произведенных работ в виде исполнительной ведомости; оценку качества выполненных работ и результаты проверочных послеремонтных испытаний (если таковые производились); общее состояние ремонтируемых объектов в момент ввода их в эксплуатацию; данные о количестве израсходованных запасных частей и материалов на ремонт каждого объекта и в целом по предприятию.

По окончании ремонтных работ по всему предприятию производится окончательный прием технической базы. Для приема создается комиссия под председательством представителя районного уполномоченного Министерства заготовок СССР в составе представителей: областной конторы или треста, Государственной хлебной инспекции, предприятия и общественных организаций. Прием готовности технической базы зернохранилища оформляется актом, который является документом, разрешающим ее дальнейшую эксплуатацию.

5. ПРИЕМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ВНОВЬ ПОСТРОЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Прием в эксплуатацию вновь построенных зданий и сооружений производится специальной комиссией.

Состав комиссии и ее назначение определяются характером принимаемого объекта.

При нижелимитных строительствах комиссия по приему и вводу в эксплуатацию законченных зданий и сооружений назначается в составе: представителя районного уполномоченного Министерства заготовок СССР, а также представителей областной конторы или треста, предприятия и общественных организаций. В тех случаях, когда здания построены в черте города, в комиссию входят представители Государственного строительного контроля, Государственной, санитарной и пожарной инспекций.

При сверхлимитных строительствах комиссия по приему и вводу в эксплуатацию назначается приказом по министерству.

Прием зданий производится на основании имеющейся технической документации и фактического осмотра законченных объектов.

Состояние принимаемых зданий и сооружений должно полностью соответствовать проекту. Какие-либо отступления от проекта должны быть подтверждены проектной организацией или представителем заказчика, осуществляющего технический надзор за строительством. Отступления от проекта, выполненные без согласования с проектной организацией и заказчиком, должны быть исправлены силами и средствами подрядчика.

После осмотра зданий и сооружений для проверки качества монтажа производят пропуск его оборудования на холостом ходу, а в скрытых объектах — выборочную разборку механизма.

Окончательное качество монтажа определяют во время пропуска оборудования под нагрузкой. Для этого сначала нагружают оборудование на одну четверть нормальной нагрузки и производят его регулирование. После того как оборудование отрегулировано, производительность постепенно увеличивают до номинальной.

Прием в эксплуатацию зданий и сооружений зернохранилища оформляется актом, в котором отражается полное техническое состояние принимаемого объекта. Если во время приема будут обнаружены невы-

полненные работы либо подлежащие переделке за счет подрядчика, приемный акт не подписывается до полного окончания работ.

Особое значение в момент приема и начальной стадии эксплуатации зернохранилищ играет правильная первоначальная загрузка емкости.

При первоначальной загрузке емкости, особенно силосной, внимание должно быть обращено на очередность загрузки зерном, при которой была бы обеспечена равномерная осадка как самого силосного корпуса (для деревянных силосов), так и фундаментов элеватора.

Деревянные силосы при первоначальной загрузке дают осадку до 6% начальной высоты за счет упругой деформации дерева (0,5%), обжатия стыков (0,5%) и усушки леса (от 3 до 5%).

Поэтому при полной загрузке зерном одной части силосного корпуса произойдет осадка только загружаемой части, что повлечет за собой

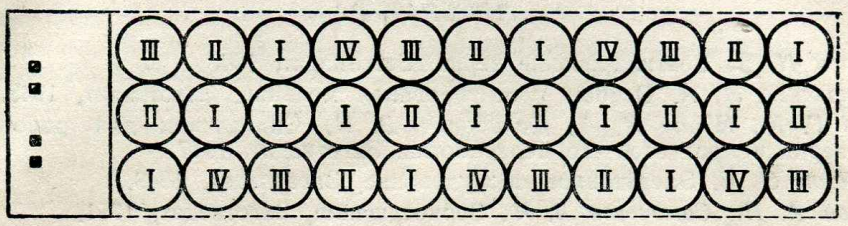


Рис. 325. Порядок загрузки силосов элеватора (римскими цифрами показана очередность загрузки силосов)

искривление и поломку силосного корпуса. Аналогичные деформации и разрушения могут иметь место также в результате первоначальной осадки грунта под основанием элеватора.

Для устранения неравномерной осадки силосных корпусов первоначальную загрузку элеватора необходимо производить в строго определенном порядке.

Порядок первоначального заполнения силосных корпусов заключается в последовательной загрузке всего силосного корпуса. Для достижения этого загрузка силосов производится на 25% их емкости начинается с любого конца корпуса в шахматном порядке (рис. 325).

После загрузки силосного корпуса первой партией зерна загрузка прекращается и в течение не менее 3 суток ведется наблюдение за отдельными элементами силосного корпуса. Если в течение этого срока не обнаружится никаких отклонений от нормы и силосный корпус осел равномерно, продолжают загрузку оставшихся незаполненных силосов в том же порядке на 25% их емкости, после чего в течение 3 суток снова наблюдают за силосными корпусами и их отдельными элементами.

Таким образом, первоначальная загрузка силосного корпуса разделяется на 8 очередей, между которыми имеются интервалы не менее 3 дней. Следовательно, первоначальная загрузка элеватора, обеспечивающая нормальную осадку силосного корпуса, может длиться от 1 до $1\frac{1}{2}$ месяцев.

В тех случаях, когда силосный корпус при загрузке дает ненормальную осадку, загрузку приостанавливают и принимают необходимые меры для получения нормальной осадки. Так, например, если железобетонный корпус садится неравномерно и в силу этого дает крен, то для устранения ненормальной осадки уменьшают загрузку части корпуса, давшей бо́льшую осадку, и увеличивают загрузку части, давшей меньшую осадку.

Силосный корпус, давший нормальную осадку, в дальнейшей эксплуатации может загружаться в любом порядке.

ЛИТЕРАТУРА

Бахарев И. Я. Вентилирование зерна. Заготиздат, 1948.

Бороховский Л. А. Основы проектирования мельниц. Заготиздат, 1948.

Вехов Г. К., Ильин И. А., Делидович В. Н. Справочник для работников по качеству зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1947.

Воронцов О. С. Элеваторное оборудование. Заготиздат, 1949.

Тержой А. П., Самочетов В. Ф. Зерносушение. Заготиздат, 1951.

Гриневич Г. П. Организация грузовой работы на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат, 1947.

Гриневич Г. П. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и склады на железнодорожном транспорте. Трансжелдориздат, 1950.

Дубинский П. Ф. Транспорт промышленных предприятий. Стройиздат, 1946.

Егоров К. А. Внутризаводский транспорт. ОНТИ, 1937.

Егоров К. А. Механизация погрузочно-разгрузочных работ. Металлургиздат, 1949.

Инструкция по проектированию и расчету железобетонных силосов зерновых элеваторов. Заготиздат, 1951.

Каплун Ф. Ш. Перевозка хлебных грузов. Трансжелдориздат, 1947.

Круглов А. Н. Пневматический транспорт зерна и его отходов, ч. I и II. Заготиздат, 1944 и 1947.

Кузнецов С. М., Курочкин А. М., Эпштейн Б. В., Курбатов Н. Т. Типовые элеваторы и склады. Заготиздат, 1947.

Курбатов Д. И. Проектирование зерновых элеваторов. Заготиздат, 1947.

Левятин Г. М. Проектирование мельниц. Заготиздат, 1951.

Ляхницкий В. Е. Внутрипортовый транспорт. Морской транспорт, 1945.

Мероприятия по осуществлению комплексной механизации на пристанских заготовительных пунктах Заготзерно. ВНИИЗ, Заготиздат, 1951.

Механизация погрузочных и разгрузочных работ на мельницах, крупозаводах и заготовительных пунктах Министерства заготовок. Труды ВНИТО мукомольной и крупяной промышленности и элеваторно-складского хозяйства, вып. I. Заготиздат, 1954.

Олимпиев В. В., Хувес Э. С. За 20 000 тонн на транспортер. Заготиздат, 1948.

Панченко А. В. Вентиляционные установки элеваторов, мельниц, крупяных и комбикормовых заводов. Заготиздат, 1954.

Петров Л. М. Техника безопасности и производственная санитария на мельницах, крупяных заводах и элеваторах. Заготиздат, 1940.

Правила технической эксплуатации элеваторно-складского хозяйства Заготзерно, Главзаготсортзерно, Главмуки и Главкрупы Министерства заготовок Союза ССР. Заготиздат, 1948.

Прокофьев И. П. Давление сыпучих тел и расчет подпорных стенок. Стройиздат, 1947.

Противопожарные нормы строительного проектирования предприятий Министерства заготовок СССР. Заготиздат, 1950.

Рохленко М. А. Механизация погрузочно-разгрузочных работ на автоперевозках. Машгиз, 1951.

Соколов А. Я. Подъемно-транспортные машины. Заготиздат, 1946.

Соколов А. Я. Элеваторное оборудование. Заготиздат, 1941.

Самойлович П. А. Техническая эксплуатация и монтаж подъемно-транспортных машин. Речиздат, 1949.

Сборник единых норм и расценок на погрузочно-разгрузочные внутрискладские работы и на подработку зерна. Заготиздат, 1948.

Сообщения и рефераты ВНИИЗ, 1948—1951 гг.

Трисвятский Л. А. Хранение зерна. Заготиздат, 1951.

Труды Всесоюзного научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки, вып. 12—23. Заготиздат.

Труды Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, вып. 32. Трансжелдориздат, 1949.

Фасман В. Б. Повышение эффективности использования транспортного оборудования элеваторов. Заготиздат, 1952.

Фрейман Ф. Э., Фионов Н. И. Механизация перегрузочных работ на водном транспорте. Гострансхехиздат, 1938.

Хувес Э. С. Эксплуатация элеваторов и складов. Заготиздат, 1952.

Чемена В. И. Краткий курс элеваторов. Транспечать, 1923.

Чухарько З. Т. Организация и планирование работы пункта Заготзерно. Заготиздат, 1947.

Шелковников С. Г. Подвижная опалубка. Заготиздат, 1947.

Шинкаренко Н. В., Юзикеев Э. Х. Механизация погрузки и выгрузки зерна на водных пунктах Наркомата заготовок. Заготиздат, 1945.

Шумский Д. В. Элеваторно-складское хозяйство, ч. I и II. Заготиздат, 1940 и 1941.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

От авторов 3
Введение 4

Глава I. **Краткий очерк развития строительства зерновых складов и элеваторов** 7
1. Зернохранилища докапиталистического общества . . . . . —
2. Зернохранилища капиталистического общества 9
3. Зернохранилища социалистического общества 13

Глава II. **Задачи и классификация элеваторно-складского хозяйства СССР** . . 24
1. Основные отличия социалистического складского хозяйства от капиталистического 25
2. Классификация зернохранилищ 27
3. Основные требования, предъявляемые к зернохранилищам 29
4. Определение емкости сети зернохранилищ и ее использование 31
5. Производственные процессы зернохранилищ 33

Глава III. **Участок для постройки зернохранилища** 41
1. Требования, предъявляемые к участку для зернохранилища . . . . . —
2. Значение правильного выбора пункта и участка для сооружения зернохранилища 43
3. Защита участка зернохранилища от вредного воздействия воды 45
4. Генеральный план участка . . . . . —
5. Размещение на участке автомобильных дорог, железнодорожных и водных путей 51

Глава IV. **Механика сыпучего тела в приложении к расчету стен и днищ складов и силосов** 59
1. Основные предпосылки к теории сыпучих тел . . . . . —
2. Определение активного давления сыпучего тела на подпорную стенку . 61
3. Аналитическое определение давления на подпорную стенку 66
4. Некоторые частные случаи давления сыпучего тела на подпорную стенку 68
5. Удельное давление сыпучего тела на подпорную стенку 69
6. Удельное давление в сыпучем теле 70
7. Давление сыпучего тела на наклонную плоскость . . . . . —
8. Давление сыпучего тела на стенки и дно силоса 71
9. Аналитическое определение давления сыпучего тела на дно и стенки силоса 72
10. Давление сыпучего тела на стенки выпускных воронок силоса 75
11. Несовершенство существующих теорий давления сыпучего тела на подпорные стенки и стенки силоса 76
12. Выбор постоянных, входящих в уравнения для расчета давлений зерна на стены склада и стенки силоса 78
13. Уравнения для определения давления зерна на стенки и дно хранилищ . 81

Глава V. **Немеханизированные склады** 85
1. Площадки и навесы для кратковременного хранения зерна 86
2. Конструкция элементов зернового склада 89
3. Склады для длительного хранения зерна 96
4. Определение емкости складов 99
5. Склады для хранения продуктов переработки зерна 101

Глава VI. **Механизация погрузочно-разгрузочных работ на складах** 105
1. Передвижная механизация 106
Механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте 107

Стр.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте . . . 110
Механизация погрузочно-разгрузочных работ на водном транспорте . . 112
Механизация внутрискладских погрузочно-разгрузочных работ 116
Механизация погрузочно-разгрузочных работ с затаренными грузами . . 118
Взвешивание грузов в системах передвижной механизации 120
Механизация передвижения вагонов 122
2. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ на складах . —
3. Передовые методы труда на погрузочно-разгрузочных работах 132
4. Стационарная механизация. Механизированные склады 133
Стационарная механизация группы складов 135
Смешанная механизация складов 138
5. Стационарная и смешанная механизация работ с затаренными грузами 139
6. Технико-экономические расчеты при проектировании схем механизации . 141
Определение суточной производительности погрузочно-разгрузочных работ . . . . . —
Определение стоимости переработки груза 144
Определение основных показателей эффективности принятой схемы механизации 147

Глава VII. **Оперативный расчет работы элеватора** 153

1. Коэффициент использования норий 154
2. Работа емкости 156
3. Внешняя и внутренняя работа элеватора 159
Внутренняя работа элеватора . . . . . —
Основные параметры внутренней работы элеватора 165
Определение соотношения производительностей норий, надсилосного транспортера и грузоподъемности весов 168
Внешняя работа элеватора 170
Внешняя работа элеватора по приему зерна . . . . . —
Внешняя работа элеватора по приему зерна с железнодорожного транспорта 171
Внешняя работа элеватора по приему зерна с автомобильного транспорта 174
Внешняя работа элеватора по приему зерна с водного транспорта . 176
Внешняя работа элеватора по отпуску зерна 177
Значение основных параметров внешней работы элеватора 180
4. Коэффициенты использования норий при различных операциях элеватора . 182
5. График суточной работы элеватора 183
6. Примеры применения методов оперативного расчета работы элеваторов . 187

Глава VIII. **Схемы и конструкции зерновых элеваторов** 195

1. Рабочая башня 196
Размещение норий 198
Размещение весов 199
Размещение распределительных устройств и транспортеров 200
Размещение зерноочистительных машин 201
Конструкции рабочей башни 203
2. Размещение зерносушилок 209
3. Силосный корпус 212
Железобетонный силосный корпус 216
Деревянный силосный корпус 222
4. Приемно-отпускные устройства элеваторов 227
Прием зерна с автомобильного транспорта . . . . . —
Прием зерна с железнодорожного транспорта 232
Прием зерна с водного транспорта 239
5. Отгрузка зерна из элеватора 241
Отгрузка на автомобильный транспорт . . . . . —
Отгрузка на железную дорогу 242
Отгрузка на водный транспорт 245
Отпуск на предприятие 250
6. Связь приемно-отпускных устройств элеватора и силосного корпуса с рабочей башней . . . . . —
7. Самотечный и транспортерный элеваторы 252

Глава IX. **Специальные и вспомогательные устройства** 257

1. Активное вентилирование зерна . . . . . —
Установки для активного вентилирования зерна в складах 259
Установка для активного вентилирования зерна в силосах элеватора . 266
2. Газация зерна 270
3. Предупреждение самосортирования зерна 272

Стр.

4. Контроль за хранящимся зерном 274
Устройство для контроля температуры зерна . . . . . —
Установки для определения влажности, засоренности и зараженности зерна 277
5. Контроль заполнения силосов зерном 279
6. Устройство для сбора и сортирования отходов 280

Глава X. **Централизованное управление на элеваторах** 285
1. Диспетчерское управление 286
2. Связь между диспетчером и планирующим органом . . . . . —
3. Связь между диспетчером и рабочими местами 287
4. Сигнализация 288
5. Дистанционное управление 289

Глава XI. **Подсобные сооружения** 298

Глава XII. **Заготовительные зернохранилища** 309
1. Приемная способность заготовительного зернохранилища 310
2. Отпускная способность заготовительного зернохранилища 312
3. Улучшение качества зерна на заготовительном зернохранилище 314
4. Емкость заготовительных зернохранилищ 315
5. Совмещение заготовительными зернохранилищами функций зернохранилищ других типов 316
6. Годовая работа заготовительного зернохранилища 317
7. Типы заготовительных элеваторов . . . . . —

Глава XIII. **Базисные, перевалочные, фондовые зернохранилища** 337
1. Базисные зернохранилища . . . . . —
2. Перевалочные элеваторы 345
3. Фондовые зернохранилища 348

Глава XIV. **Производственные и портовые зернохранилища** 354
1. Производственные зернохранилища . . . . . —
Мельничные зернохранилища . . . . . —
Емкость мельничных зернохранилищ 355
Приемная способность мельничного зернохранилища 357
Подготовка зерна к помолу на мельничных зернохранилищах . . . 358
Отгрузочная способность мельничного зернохранилища 360
Совмещение мельничным зернохранилищем функций других зернохранилищ . . . . . —
Годовая работа мельничного зернохранилища 361
Генеральный план мельничных зернохранилищ . . . . . —
Типы мельничных зернохранилищ 362
2. Портовые зернохранилища 371
Емкость портовых зернохранилищ . . . . . —
Приемная способность портового зернохранилища 372
Отгрузочная способность портового зернохранилища . . . . . —
Очистка и сушка зерна на портовом зернохранилище . . . . . —
Годовая работа портового зернохранилища 373
Генеральный план портового зернохранилища . . . . . —
Типы портовых зернохранилищ 374

Глава XV. **Специализированные хранилища** 387
1. Хранение кукурузы . . . . . —
2. Хранение семенного зерна 391
3. Хранение бобовых 394
4. Хранение продуктов переработки зерна 397
5. Бестарные перевозки муки 400

Глава XVI. **Техническая эксплуатация зернохранилища** 404
1. Эксплуатационные кадры 405
2. Уход за технической базой . . . . . —
3. Надзор за технической базой 406
4. Организация ремонта 407
5. Прием в эксплуатацию вновь построенных зданий и сооружений 410

Литература 412

Редактор *Б. И. Кривякин* Техн. редактор *Г. А. Лабус*

Т-00161 Сдано в набор 22/X 1953 г. Подписано в печать 21/I 1954 г.
Формат бумаги 70×108 1/16 = 13 бум. л.—35,6 печ. л. Учетно-изд. л. 36,25
Тираж 8000 Изд. № 92 Цена 14 р. 20 к. Заказ 812

Типография Оборонгиза

Опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
17	4-я снизу	П-5×500	П-6×500
20	Подпись под рис. 12	П-6×100+9×200	П-6×200+9×100
21	Подпись под рис. 13	П-5×500	П-6×500
62	1-я сверху	$G=\gamma_{пл}\,ABC\times 1=\gamma_{пл}\,ABC$	$G=\gamma\ пл.\ ABC\times 1=\gamma\ пл.\ ABC$
63	2-я снизу	$\frac{1}{2}\,AC^2$	$\frac{1}{2}\,\overline{AC}^2$
69	9-я сверху	$\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right)$	$\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)$
69	Формула (IV, 21)	$\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right)$	$\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)$
70	Формула (IV, 24″)	$\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right)$	$\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)$
70	Формула (IV, 24‴)	$\frac{\cos^2\varphi}{(1-\sqrt{z})^2}$	$\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2}$
71	Формула (IV, 31)	$\delta=p_z\sin^2\alpha\ .\ .\ .$	$\sigma=p_z\sin^2\alpha\ .\ .\ .$
71	Формула (IV, 33)	$\frac{(n-1)^2}{2}$	$\left(\frac{n-1}{2}\right)^2$
74	14-я сверху	$\frac{\mu_1 h}{R_z}$	$\frac{\mu_1 n}{R_z}$
81	Формула (IV, 57)	$\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\varphi}{2}\right)$	$\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)$
81	Формула (IV, 58)	$p_z=\gamma h\frac{\cos^2\varphi}{(1-\sqrt{z})^2}=$ $=328\frac{h^2}{(1-\sqrt{z})^2}$	$p_z=\gamma h\frac{\cos^2\varphi}{(1+\sqrt{z})^2}=$ $=656\frac{h}{(1+\sqrt{z})^2}$
94	Подпись под рис. 65	кирпичного	каменного
98	Подпись под рис. 72	каменного	кирпичного
171	13-я сверху	минимальное	максимальное
194	21-я сверху	=4,79 мин.	=—3,41 мин.
199	5-я снизу	$t_в=\frac{E}{Q_в}$	$t_в=60\frac{E}{Q_в}$
271	Подпись под рис. 228	5—газогенератор	5—газоанализатор
348	18-я снизу	элеватора	зернохранилища

Зак. 812