

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

Т Р У Д Ы
ОДЕССКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

имени И. В. СТАЛИНА

ТОМ XI

выпуск 2

Одесса — 1961

Ответственный редактор
доктор технических наук
П. Н. ПЛАТОНОВ

*Н. В. РОМЕНСКИЙ,
доктор биол. наук, профессор,
Л. Е. СИНЕЛЬНИКОВА,
канд. техн. наук.*

КОЛИЧЕСТВО И КАЧЕСТВО БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ ОРОШАЕМЫХ ПШЕНИЦ ЮГА УКРАИНЫ

В работе дана характеристика изменений количества и качества белковых веществ поливных пшениц юга Украины. Эти изменения в большой мере зависят от наследственных признаков, связанных с сортом. Сорт Одесская 16 в условиях засушливого года (1951) повышает количество белковых веществ и в условиях избыточного увлажнения (1952) не снижает суммарного количества белков. Это обстоятельство дает дополнительные основания рекомендовать сорт Одесская 16 для поливного земледелия.

При оценке качества зерна пшеницы имеет значение не только количество содержащихся в нем белков, но и их качество. Они представляют комплекс отличающихся друг от друга белков или белковых фракций.

Соотношение отдельных фракций в белковом комплексе изменяется в зависимости от условий произрастания и наследственных признаков, связанных с сортом.

Из белковых фракций наиболее важны с технологической точки зрения глиадин и глютенин, образующие клейковинный комплекс муки. Эти 2 фракции в количественном отношении составляют главную часть белков зерна пшеницы, так как на их долю приходится более 70% общего количества.

Вопрос о влиянии орошения на количественное соотношение и качество белковых фракций зерна изучен недостаточно.

Согласно данным А. И. Шукиной [5] с увеличением влажности почвы уменьшается процентное содержание глиадина. М. И. Княгиничев [3, 4] доказывает, что при поливе глобулиновая фракция увеличивается в результате изменений в соотношении фракции глиадина и глютеина. По данным А. И. Ермакова [1] при поливе увеличивается солерастворимая фракция белка.

Перечисленными исследованиями и ограничиваются данные о влиянии орошения на белковые фракции зерна.

Между тем, соотношение белковых фракций в зерне имеет существенное значение при характеристике биохимических и технологических его свойств. В связи с этим дальнейшее изучение влияния орошения на количественное соотношение и качество белковых фракций зерна представляет и теоретический, и практический интерес.

Объекты исследования

Объектами исследования были взяты основные районированные на юге Украины сорта озимых пшениц Одесская 3, Одесская 12, Одесская 16, а также новые перспективные сорта 289/48 и Пименка урожая 1951 и 1952 гг. выращенные на поливных и контрольных неполивных участках Всесоюзного селекционно-генетического института им. Т. Д. Лысенко.

Необходимо отметить, что 1951 и 1952 гг. заметно отличались друг от друга по количеству выпавших осадков. 1951 г. характеризовался значительным недобором осадков; 1952 г. был очень влажный.

Методы количественного определения белковых фракций

На основании различной растворимости белков в определенных растворителях были разработаны методы разделения и количественного определения фракций белка. Несмотря на известную условность этого процесса (растворимость белка зависит от многих факторов), при соблюдении единообразия всех методических условий анализа полученные результаты дают возможность сделать объективную сравнительную оценку исследованных образцов.

Все известные нам данные о состоянии веществ в живых организмах дают основание предполагать, что изолируемые фракции белков находятся в исходной живой субстанции в тесной взаимосвязи друг с другом и с другими слагаемыми живой материи и что любая обработка, изолирующая одни вещества от других, нарушает эти связи.

Тем не менее метод выделения отдельных составных частей живой материи остается одним из важных аналитических приемов для ее характеристики.

Для разделения и количественного определения белковых фракций мы применяли с небольшими изменениями метод Всесоюзного института растениеводства, разработанный А. И. Ермаковым [2]. Этот метод дает возможность оценивать белки плодов и семян зерновых, зернобобовых, масличных, овощных и других культур на основании определения их количественного и качественного фракционного состава с учетом полноты извлечения белка. Он является одним из новейших, тщательно разработанных методов, по которому извлекается 93—99% общего азота исследуемого материала. Внесенные нами изменения заключались в следующем.

Извлечение белков спиртом производилось в конических колбах с обратным холодильником на водяной бане, вместо рекомендованных автором плотно закрытых сосудов, так как они не выдерживали развивающегося внутри их давления и разрывались.

Во избежание возможной денатурации белков температура водяной бани была уменьшена до 65°.

В вытяжках белковых фракций азот определялся полумикрометодом Кьельдаля.

Содержание азота в белковых фракциях мы выражали в процентах к общему азоту зерна или муки.

Белковые фракции определялись в зерне, а также в полученной из него 72%-ной муке.

Результаты экспериментальных исследований

Влияние орошения на соотношение белковых фракций в белковом комплексе зерна в различные годы его произрастания представлены в табл. 1 и 2.

Анализ данных табл. 1 показывает, что под влиянием орошения меняется соотношение белковых фракций в белковом комплексе зерна изучаемых сортов урожая 1951 г.

Таблица 1

Влияние орошения на фракционный состав белков зерна пшениц урожая 1951 г.
(в процентах от общего азота)

Сорт	Участок	Общий азот в %	Небелковые вещества	Альбумины	Глобулины	Солерастворимые азотистые вещества	Глиадины	Неглиадины*	Глютенины
ОД 3	контрольн. поливной	2,43	5,52	13,30	10,10	28,9	44,2	3,75	19,70
		2,44	5,45	12,84	11,92	30,2	44,8	3,04	17,84
ОД 12	контрольн. поливной	2,66	5,78	11,93	10,45	28,15	39,0	3,16	28,0
		2,49	5,17	12,88	12,88	31,0	43,2	2,40	24,0
ОД 16	контрольн. поливной	2,25	4,65	11,55	14,33	30,05	38,4	3,36	27,2
		2,44	4,98	11,57	11,50	28,10	39,9	3,40	18,84

У пшеницы сортов Одесская 3 и Одесская 12, выращенной на поливных участках, количество солерастворимых азотистых веществ по сравнению с контролем возрастает главным образом за счет увеличения содержания глобулинов.

При орошении у всех сортов увеличивалась глиадиновая фракция и значительно уменьшалось количество глютеина.

Таблица 2

Влияние орошения на фракционный состав белков зерна пшеницы урожая 1952 г.
(в процентах от общего азота)

Сорт пшеницы	Участок	Общий азот в %	Небелковые вещества	Альбумины	Глобулины	Солерастворимые азотистые вещества	Глиадины	Неглиадины*	Глютенины
ОД 3	контрольн. поливной	2,36	5,68	12,82	12,62	30,60	45,2	3,48	21,5
		2,52	5,39	12,66	10,58	28,60	46,4	2,83	19,9
ОД 12	контрольн. поливной	2,76	5,89	10,92	10,69	27,6	36,4	2,74	29,4
		2,52	6,00	12,2	13,0	31,2	41,5	2,26	25,1
ОД 16	контрольн. поливной	2,62	5,82	12,54	9,0	28,0	39,1	2,44	31,0
		2,61	6,15	13,73	10,46	30,35	40,15	3,10	26,5
Пименка	контрольн. поливной	2,14	6,40	11,13	15,05	32,5	39,5	2,65	23,6
		2,12	5,40	11,22	14,42	32,4	40,5	3,84	14,17
289/48	контрольн. поливной	2,52	4,83	12,00	11,02	27,85	40,8	2,43	22,25
		2,73	4,97	13,25	11,20	29,4	38,8	2,97	15,75

Содержание «неглиадинов» у сортов Одесская 3 и Одесская 12 с поливом уменьшалась, а у Одесская 16 осталось без изменения.

Различное влияние орошения на белковые фракции в белковом комплексе объясняется сортовыми особенностями исследуемых пшениц.

В табл. 2 отражено влияние орошения на белковые фракции зерна пшеницы урожая влажного 1952 г.

Данные этой таблицы говорят о том, что при орошении (за исключением сорта Одесская 3) солерастворимая фракция возрастает за счет увеличения количества глобулинов и альбуминов.

Орошение способствует также увеличению содержания глиадинов (за исключением сорта 289/48) и уменьшению количества глютелинов.

Содержание «неглиадинов» под влиянием орошения изменяется различно. У некоторых сортов (Одесская 3, Одесская 12) количество «неглиадинов» уменьшается, а у других (Пименка, Одесская 16, 289/48) увеличивается.

На основании результатов изменения белковых фракций зерна различных лет произрастания (1951 и 1952 гг) под влиянием орошения можно сделать вывод, что соотношение белковых фракций в белковом комплексе зерна зависит от сорта пшеницы и от климатических особенностей.

Полив при этом увеличивает главным образом солерастворимую фракцию зерна за счет повышения количества глобулинов и в меньшей мере альбуминов, увеличивает содержание глиадинов при одновременном уменьшении количества глютелинов.

Влияние орошения на фракционный состав белков 72%-ной муки различных сортов пшеницы, выращенной в 1951 и 1952 гг., представлено в табл. 3 и 4.

Анализ приведенных в табл. 3 данных показывает, что в 1951 г. под влиянием орошения в муке из пшеницы сортов Одесская 3 и Одесская 12 уменьшается содержание общего азота, а в муке, полученной из пшеницы Одесская 16, выращенной на поливном участке, содержание общего азота увеличивается.

Таблица 3

Влияние орошения на фракционный состав белков 72%-ной муки из пшеницы различных сортов урожая 1951 г.
(в процентах от общего азота)

Сорт пшеницы	Участок	Общий азот в %	Небелковые вещества	Альбумины	Глобулины	Солерастворимые азотистые вещества	Глиадины	Неглиадины*	Глютелины
ОД 3	контрольн. поливной	2,43	2,78	2,47	16,14	20,55	56,3	1,68	18,70
		2,29	2,52	5,07	11,85	20,44	54,2	1,40	21,70
ОД 12	контрольн. поливной	2,61	2,95	4,47	13,40	20,80	52,0	1,97	23,00
		2,46	3,10	4,92	14,53	22,60	52,1	2,73	22,50
ОД 16	поливной	2,14	4,29	7,64	14,30	26,15	53,1	1,40	18,35
	контрольн	2,31	3,50	7,46	11,28	22,30	49,4	1,27	23,45

Содержание солерастворимых азотистых веществ в муке из пшениц сортов Одесская 16 и Одесская 3 с поливных участков понижается за счет уменьшения количества глобулинов и небелковых веществ.

Таблица 4

Влияние орошения на фракционный состав белков 72%-ной муки из пшеницы различных сортов урожая 1952 г.
(в процентах от общего азота)

Сорт пшеницы	Участок	Общий азот в %	Небелковые вещества	Альбумины	Глобулины	Солерастворимые азотистые вещества	Глиадины	Неглиадины	Глютенины
ОД 3	контрольн. поливной	2,28	3,08	5,79	11,30	20,14	536,6	1,66	22,60
		2,37	4,43	5,24	10,02	19,70	55,00	1,45	23,50
ОД 12	контрольн. поливной	2,69	3,48	2,19	10,70	16,50	52,90	1,90	24,90
		2,41	4,42	6,64	9,67	20,75	53,80	1,93	23,50
ОД 16	контрольн. поливной	2,53	3,24	10,48	6,36	20,20	51,40	1,74	24,60
		2,55	3,67	6,51	8,98	19,08	54,00	1,65	24,70
Пименка	контрольн. поливной	2,05	4,71	5,01	11,07	20,70	56,60	2,16	19,68
		2,07	4,07	5,61	9,90	19,78	53,30	2,98	20,10
289/48	контрольн. поливной	2,50	3,52	6,47	9,77	19,80	47,30	1,37	28,35
		2,71	3,24	6,85	19,35	19,35	51,90	2,74	25,30

Количество глиадинов и «неглиадинов» в муке этих же сортов с поливных участков также уменьшается, а глютенинов значительно увеличивается.

Противоположные результаты по соотношению белковых фракций белкового комплекса получены в муке из пшеницы сорта Одесская 12 с поливного участка, но количество «неглиадинов» с поливом не изменялось.

Данные табл. 4 показывают, что в 1952 г. под влиянием орошения в муке пшениц исследованных сортов (за исключением Одесская 12) содержание солерастворимых азотистых веществ также уменьшалось.

Под влиянием орошения количество глиадинов в муке из пшениц почти всех этих сортов (за исключением Пименки) увеличивалось. Наибольшее увеличение (на 4,6%) содержания глиадина наблюдалось в муке пшеницы 289/48, а наименьшее (на 0,9%) — в муке из пшеницы Одесская 12.

В муке из пшеницы Пименка содержалось 56,6% глиадина, а в муке из пшеницы этого же сорта с орошаемого участка — 47,3%, т. е. на 3,3% меньше.

В муке из пшеницы сортов Одесская 3 и Одесская 16 с орошаемых участков количество неглиадинов уменьшалось, а у Одесской 12, Пименки и 289/48 под влиянием полива — увеличивалось.

Анализ данных табл. 4 показывает, что в муке из пшеницы большинства изучаемых сортов под влиянием орошения происходит незначительное увеличение количества глютенинов.

Увеличение глиадинов и глютенинов в муке исследованных сортов пшеницы должно быть оценено как весьма положительное влияние орошения на технологические свойства зерна пшеницы, так как эти фракции участвуют в образовании клейковины, имеющей весьма существенное значение для хлебопекарных свойств муки.

При сопоставлении данных табл. 4 с данными соотношений белковых фракций в исходном зерне есть основания предполагать, что бел-

ковая фракция, растворимая в спирте и нерастворимая в щелочах (условно названная ВИРом и «неглиадинами»), содержится главным образом в периферических частях зерна.

Кроме «неглиадинов» в зерне пшеницы содержится больше солей растворимых азотистых веществ (небелковых веществ, альбуминов и глобулинов), чем в полученной из него муке.

В муке же в сравнении с исходным зерном содержится большее количество глиадинов.

Эти обстоятельства дают основания для заключения о преимущественном содержании первых в периферических частях зерна, а вторых — в мучнистом эндосперме.

В ы в о д ы

На основании результатов экспериментального исследования количества и качества белковых веществ пшениц, выращенных на поливных и неполивных участках Всесоюзного селекционно-генетического института им. Т. Д. Лысенко при различных особенностях годовых колебаний климатических условий и некоторых особенностях агротехники полива, можно сделать следующие выводы.

Орошение изменяет соотношение белковых фракций в белковом комплексе зерна пшеницы, при этом:

- увеличивается солерастворимая фракция за счет повышения в ней количества глобулинов и альбуминов;
- возрастает содержание глиадинов;
- уменьшается содержание глютеинов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков А. И. Значение количества и качества белка в растениеводстве. Сборн. «Белки в промышленности и сельском хозяйстве», Изд. АН СССР, стр. 303—333, 1952.
2. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений, Сельхозгиз, стр. 308—317, 366—373, 1952.
3. Княгиничев М. И. Накопление и физико-химические свойства белка в зерне различных видов и сортов пшениц. «Вестник социалистического растениеводства» № 5, стр. 118—132, 1940.
4. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы, Сельхозгиз, 1951.
5. Шукина А. И. Химический состав пшениц Заволжья и факторы его определяющие. «Научно-агрономический журнал», № 5, стр. 379—396, 1955.

Н. В. РОМЕНСКИЙ,
доктор биол. наук, проф.,
П. В. ПОПОВ,
канд. техн. наук, доцент,
А. М. КАЛЮЖНАЯ,
канд. техн. наук.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЧУМИЗЫ

В статье излагаются результаты физических, химических и технологических свойств 19 образцов чумизы из различных географических районов СССР. Оценка сортов производится по соотношению усвояемых организмом человека питательных веществ к неусвояемым, балластным веществам (клетчатка и пентозаны). Полученные при таком критерии пищевой ценности сортов чумизы данные сопоставлены с основными технологическими свойствами зерна крупяных культур—пленчатостью и выходом чистого ядра. Такое сопоставление дало весьма хорошо согласующиеся данные. Рекомендованные для массового районированного распространения сорта чумизы имеют, таким образом, вполне авторитетную аргументацию—пищевые и технологические свойства сорта.

Чумиза является одной из наиболее древних культур. Более 4-х тысяч лет она известна в земледелии Восточной Азии.

Появление чумизы в России (Украина, Северный Кавказ, Поволжье, Московская, Тульская и другие области) относится к первой половине XIX в. [1, 2].

Зерно чумизы издавна используется не только для приготовления крупы и муки, но и является прекрасным кормом для сельскохозяйственных животных. Длительная история возделывания чумизы, тесно связана с целым рядом ее ценных преимуществ по сравнению с другими культурами.

Чумиза отличается весьма высокой урожайностью. Лучшие сорта чумизы имеют метелки, содержащие 30—40 г и более зерна в каждой, что по крайней мере в 5 раз превышает продуктивность просяной метелки. Высокие урожаи чумизы при благоприятных условиях составляют 60 ц и более зерна и 250 ц зеленой массы с гектара. В Китае урожаи зерна чумизы достигают 100 ц с гектара [2].

Чумиза созревает более равномерно и более устойчива к осыпанию, чем просо.

Чумиза отличается высоким содержанием в зерне питательных веществ. Украинская чумиза содержит в среднем: белка 14,18%; углеводов 66,09%; жира 6,05%, а также значительное количество витамина B₁ [3].

В агробиологическом отношении чумиза малотребовательна к условиям ее возделывания. Она засухоустойчива; легко переносит высокие температуры и утренние заморозки ($-2 -3^{\circ}$); хорошо произрастает на любой почве и в высокогорных районах.

Кроме этого, чумиза обладает более высокими технологическими свойствами, чем просо. Зерно ее имеет меньшую пленчатость, легко обрушивается и дает большой выход крупы, быстро развариваемой и обладающей хорошим вкусом [2, 4].

Учитывая все эти ценные преимущества чумизы в сравнении с другими аналогичными культурами, она должна занять заслуженное место среди крупяных культур Советского Союза.

Решения Советского правительства и ЦК КПСС обращают особое внимание на высокую продуктивность чумизы и рекомендуют: «...провести широкое испытание в институтах и на опытных станциях чумизы, выявить наиболее урожайные, приспособленные к местным условиям сорта, разработать агротехнику ее возделывания с тем, чтобы внедрить посевы этой высокоурожайной культуры в колхозы и совхозы» [5].

В настоящее время в Институте генетики и селекции АН УССР ведется большая работа по созданию новых сортов чумизы как пищевого, так и зернофуражного назначения, отличающейся благоприятным соотношением питательных веществ. Однако, как это справедливо отмечает Е. Т. Вареница [6], работа по созданию новых сортов чумизы может быть успешной лишь в том случае, если будут объединены усилия селекционеров, физиологов, биохимиков и других специалистов.

Имеющиеся данные о физиологических и биохимических свойствах различных сортов чумизы весьма незначительны и характеризуются колебаниями в широких пределах, так как эти свойства зависят не только от сорта, но в большой мере и от района ее произрастания, года урожая и условий агротехники.

Достаточно отметить, что абсолютный вес чумизы изменяется в пределах 1,7—4 г. Не менее резко изменяются и биохимические свойства чумизы. Например, по данным акад. А. Я. Данилевского [3] содержание белка в чумизе составляет в среднем 10,85%, по данным института биохимии и технологии нечерноземной полосы чумиза содержит 12—19% белка.

Задача нашего исследования — сравнительное изучение физических и биохимических свойств зерна чумизы для выделения наиболее ценных ее сортов в технологическом и пищевом отношении.

Экспериментальная часть

Изучению подверглись сорта чумизы, полученные от государственных семенных станций Украины, Молдавии, Грузии, Кабардинской АССР, Азербайджанской ССР урожая 1953 г.

Физические свойства зерна чумизы (натурный вес, абсолютный вес, удельный вес и пленчатость, характеризующие основные технологические достоинства данного сорта) определяли согласно ГОСТ 3040—45 [7].

В табл. 1 приведены результаты исследования физических свойств различных сортов чумизы.

Таблица 1

Сорт чумизы и район произрастания	Физические свойства чумизы			
	натур- ный вес в г/л	абсолют- ный вес в г	удельный вес в г/см ³	пленча- тость в %
Украинская ССР (Черниговская область, Носовская госсемстанция)				
«Черниговская краснозерная»	7,9	3,10	1,24	20,0
«Днепропетровская № 38»	6,6	2,83	1,10	19,0
Молдавская ССР (г. Бельцы, Госсемстанция)				
«Когти кошки № 209»	579	2,39	1,10	22,0
«Украинская № 1»	676	2,76	1,15	20,0
«Предгорная черная № 16»	665	2,32	1,22	18,0
Грузинская ССР (Госсемстанция)				
«Ровная белая метелка»	673	3,45	1,23	20,0
«Рукоятка ножа»	654	3,10	1,15	22,0
«Золотые всходы»	710	2,82	1,23	19,0
«Грузинская местная» (Ванская)	660	2,24	1,24	17,5
«Резиновая»	644	3,27	1,17	19,2
«Северо-Китайская № 11»	642	2,37	1,13	20,0
Кабардинская АССР (г. Нальчик, Госсемстанция)				
«Желтая Б-2»	664	3,81	1,16	20,0
«Красная Б-1»	683	3,15	1,17	18,6
«Цюрупинская 22»	665	3,84	1,25	16,0
«Красная»	685	3,55	1,18	16,0
«Кубанская 73»	690	2,95	1,20	20,0
«Красная трижды меняющаяся»	697	2,80	1,18	15,0
Азербайджанская ССР (Научно-исследоват. институт хлопководства)				
«Азнихи белая»	683	2,65	1,18	22,4
«Азнихи красная»	—	3,00	1,16	23,0

Полученные результаты показали, что:

- а) абсолютный вес исследуемых сортов чумизы изменяется в пределах 2,24—3,84 г;
- б) натуральный вес — в пределах от 579 до 719 г/л;
- в) удельный вес — в пределах 1,10—1,25 г/см³;
- г) между натурным и абсолютным весами не наблюдается коррелятивной зависимости.

Достаточно отметить, что образцы № 18 сорт Азнихи белая и № 13 сорт Красная Б-1 с одинаковым натурным весом резко отличаются по своему абсолютному весу и, наоборот, образцы № 7 — Рукоятка ножа и № 1 — Черниговская краснозерная с одинаковым абсолютным весом значительно отличаются по своему натурному весу (табл. 2);

д) пленчатость исследованных образцов колебалась в широких пределах от 15 до 23 %.

Наиболее низкопленчатыми являются Красная трижды меняющаяся, Красная и Цюрупинская 22, произрастающая в Кабардинской АССР, а также Предгорная черная из Молдавской ССР.

К наиболее высокопленчатым сортам относятся Азнихи красная и Азнихи белая из Азербайджанской ССР.

Биохимическое исследование зерна данных сортов чумизы производилось как по содержанию в них питательных веществ — общего азота, крахмала и жира, так и по содержанию балластных веществ — «сырой» клетчатки и пентозанов.

Т а б л и ц а 2

№№	Наименование сорта	Натурный вес	Абсолютный вес
18	«Азнихи белая»	683	2,65
13	«Красная Б-1»	683	3,15
7	«Рукоятка ножа»	654	3,10
1	«Черниговская красnozерная»	719	3,10

Общий азот определялся по методу Кьельдаля. Расчет на «сырой» протеин производился при помощи коэффициента 5,7. Крахмал определялся по методу Эверса; «сырой» жир — по обезжиренному остатку при экстракции в аппарате Сокслета; «сырая» клетчатка — по видоизмененному методу Геннеберга и Штомана [8]; пентозаны — по методу оксимирования фурфурола, разработанному в нашей лаборатории [9].

Т а б л и ц а 3

Сорт чумизы и район произрастания	Биохимические свойства чумизы					Σ балласт- ных веществ
	питательные вещества в %			балластные вещества		
	общий белок	крах- мал	жир	сырая клетчатка	пентозаны	Σ пита- тельных веществ
Украинская ССР						
(Черниговская область, Носовская госсемстанция)						
«Черниговская краснoзерная»	12,25	58,7	3,21	8,21	7,61	21,4
«Днепропетровская № 38»	10,26	57,5	4,12	8,67	3,84	17,4
Молдавская ССР						
(г. Бельцы, Госсемстанция)						
«Когти кошки № 209»	14,36	57,5	3,71	8,72	8,54	22,8
«Украинская № 1»	13,28	57,5	4,15	8,40	4,45	17,2
«Предгорная черная № 16»	13,57	62,4	4,92	7,58	6,24	17,0
Грузинская ССР						
(Госсемстанция)						
«Ровная белая метелка»	11,34	60,4	2,58	8,91	7,80	22,5
«Рукоятка ножа»	12,60	63,0	3,30	8,72	6,76	19,6
«Золотые всходы»	10,32	63,1	4,25	8,72	8,40	22,0
«Грузинская местная» (Ванская)	10,15	58,2	3,30	8,53	3,98	17,4
«Резиновая»	10,15	53,8	4,47	8,48	4,09	16,0
«Северо-Китайская № 11»	13,00	61,1	4,38	8,08	6,13	18,1
Кабардинская АССР						
(г. Нальчик, Госсемстанция)						
«Желтая Б-2»	10,83	62,2	4,46	7,25	6,85	18,2
«Красная Б-1»	12,54	60,0	3,60	8,92	4,69	18,0
«Цюрупинская 22»	9,97	61,8	3,08	6,50	5,61	16,2
«Красная»	11,74	63,1	4,78	6,35	5,58	15,0
«Кубанская 73»	10,26	60,0	5,58	6,97	6,67	18,0
«Красная трижды меняющаяся»	11,06	63,0	6,67	8,61	3,24	14,7
Азербайджанская ССР						
(Научно-исследовательский институт хлопководства)						
«Азнихи белая»	10,03	61,8	3,77	8,92	8,90	23,5
«Азнихи красная»	11,17	58,8	13,32	10,73	8,49	26,2

Все исследования проводились в трехкратных повторностях. Средние данные этих исследований представлены в табл. 3.

Изложенные результаты биохимического анализа позволяют дать необходимую характеристику как пищевой, так и зернофуражной ценности исследованных сортов чумизы.

При оценке пищевых достоинств важным является не только содержание питательных веществ, но и содержание неусвояемых балластных веществ в исследуемом пищевом объекте.

Если подсчитать отношение суммы балластных веществ (Σ б. в. выраженное в процентах, к сумме питательных веществ (Σ п. в.), то мы получим число, характеризующее основные пищевые достоинства данного сорта чумизы.

Как видно из табл. 3, $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ выражается числами в пределах 14,7—26,2%.

Наименьшему значению $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ соответствуют наиболее ценные сорта чумизы как в пищевом, так и зернофуражном отношении, где количество балластных веществ составляет меньший процент по отношению к содержанию питательных веществ зерна. Примером могут служить лучшие сорта чумизы: Красная трижды меняющаяся, Красная, Предгорная черная № 16, Резиновая и др.

Высокие числовые значения $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ характеризуют наименее ценные сорта чумизы. К ним следует отнести сорта Азнихи белая, Азнихи красная и др.

Особый интерес представляет сопоставление показателя $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ с пленчатостью данных сортов чумизы, которые, как видно из табл. 3, находятся в прямой зависимости и очень близки по своему числовому значению, несмотря на то, что в первом случае результаты получены в итоге сложного биохимического анализа, а во втором — в процессе применения весьма несложного физического метода.

Совпадение приведенных результатов неслучайно, так как определение пленчатости сводится к определению отношения веса цветочных пленок к весу зерна, выраженного в процентах. Если учесть, что цветочные пленки содержат основную массу балластных веществ, то близкие значения пленчатости и $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ следует считать явлением вполне закономерным (табл. 4).

Проведенные исследования некоторых физических свойств и химического состава 19 сортов чумизы урожая 1953 г. позволяют сделать следующие общие выводы.

1. Исследуемые образцы чумизы резко отличаются как по своим физико-технологическим свойствам, так и по химическому составу. Большое влияние в данном случае оказывают район произрастания и сортовые особенности зерна.

2. Предложен метод оценки пищевой ценности чумизы (и других крупяных культур) по одному показателю, представляющему отношение балластных веществ к питательным веществам $\left(\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }} \right)$.

3. Установлена прямая зависимость между $\frac{\Sigma \text{ б. в. } \times 100}{\Sigma \text{ п. в. }}$ (показате-

Таблица 4

Сорт чумизы	Вес цветоч- ных пленок	Σ балласт- ных веществ $\times 100$
	$\frac{\text{вес зерна}}{\text{пленчатость}} \times 100$	Σ питатель- ных веществ
«Черниговская красноезерная»	20,0	21,4
«Днепропетровская № 38»	19,0	17,4
«Когти кошки № 209»	22,0	22,8
«Украинская № 1»	20,0	17,2
«Предгорная черная № 16»	18,0	17,0
«Ровная белая метелка»	20,0	22,5
«Рукоятка ножа»	22,0	19,6
«Золотые всходы»	19,0	22,0
«Грузинская местная» (Ванская)	17,5	17,4
«Резиновая»	19,2	16,0
«Северо-Китайская» № 11	20,0	18,1
«Желтая Б-2»	20,0	18,2
«Красная Б-1»	18,6	18,0
«Цюрупинская 22»	16,0	16,2
«Красная»	16,0	15,0
«Кубанская 73»	20,0	18,0
«Красная трижды меняющаяся»	15,0	14,7
«Азнихи белая»	22,4	23,5
«Азнихи красная»	23,0	26,2

лем пищевой ценности) чумизы и ее пленчатостью (показателем технологической ценности).

4. Наилучшими сортами чумизы как по пищевой ценности, так и по технологическим свойствам следует признать сорта: Предгорная черная № 16, Красная, Красная трижды меняющаяся, Северо-Китайская. Наихудшие сорта чумизы: Азнихи красная, Азнихи белая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трусаков В. Ф. «Природа» № 3, стр. 118—119, 1955.
2. Строна И. Г. «Наука и жизнь» № 7, стр. 37—38, 1954.
3. Мацкевич В. В. Чумиза, Матеріали республіканської наради по вирощуванню чумизи на Україні, Київ, Харків, 1950.
4. Домбровский Г. Д., Драгун И. Е. «Вопросы мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства», «Труды Одесского мукомольного института», вып. III, Заготиздат, Москва, стр. 212—215, 1952.
5. Постановление сентябрьского Пленума ЦК КПСС «О мерах дальнейшего развития сельского хозяйства СССР» — газ. «Правда» от 13/IX 1953.
6. Вереница Е. Т. «Селекция и семеноводство» № 5, стр. 49—53, 1950.
7. Козаков Е. Д. Зерноведение. Лабораторные работы, Заготиздат, стр. 44—54, 126—131, 1954.
8. Озолин Н. И. Методы химического анализа зерна и продуктов его переработки, Заготиздат, стр. 48, 61, 95, 103, 1941.
9. Попов П. В. Вопросы мукомольной промышленности и элеваторного хозяйства. Труды Одесского мукомольного института, вып. III, Заготиздат, Москва, стр. 40—50, 1952.

П. В. ПОПОВ,
кандидат техн. наук, доцент

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Известные методы определения «сырой» клетчатки обладают рядом существенных недостатков, тормозящих широкое внедрение их в пищевой промышленности.

На основе метода Геннеберга и Штомана, отличающегося недостаточной точностью и плохой воспроизводимостью, разработан ускоренный метод определения «сырой» клетчатки — доступный и достаточно точный.

Продукты переработки зерна имеют особо важное значение в питании человека и определение в них не усвояемых организмом человека балластных веществ и прежде всего клетчатки является одним из существенных методов оценки их качества. Отсутствие доступного, хорошо воспроизводимого метода определения клетчатки в продуктах переработки зерна является одной из причин, тормозящих внедрение его в производственные условия. В связи с этим мы поставили своей задачей критически пересмотреть наиболее известные методы определения клетчатки.

Клетчатка концентрируется в периферических частях зерна, и это должно учитываться при контроле качества продуктов помола.

Клетчатке клеточных стенок постоянно сопутствуют другие вещества — гемицеллюлозы, лигнин и т. п., крайне затрудняющие ее определение. Известны десятки вариаций различных методов определения клетчатки, основанных преимущественно на весовом определении клетчатки после обработки исследуемого материала гидролизующими или окисляющими агентами. Общий недостаток известных методов или недостаточное удаление сопутствующих клетчатке веществ, или же разрушение самой клетчатки в процессе ее обработки. Некоторыми методами определения клетчатки пытаются выделить чистую клетчатку, другими выделяют так называемую «сырую» — не чистую клетчатку, которая содержит примесь гемицеллюлоз, лигнина и других веществ.

Методы выделения чистой клетчатки, весьма интересующие химическую промышленность, часто связаны с усложнением методики и вряд ли могут интересовать пищевую промышленность, преследующую другие задачи и цели.

Для пищевой промышленности наибольший интерес должны представлять методы определения «сырой» клетчатки, т. е. клетчатки и других сопутствующих ей веществ, также не усваиваемых организмом

человека. Следовательно, анализ клетчатки в пищевых продуктах должен идти не по пути сложного выделения химически чистой клетчатки, а по пути определения веществ, не усваиваемых организмом человека, — клетчатки и ей подобных. В этом мы видим принципиальное отличие методов определения клетчатки в пищевом сырье и пищевых продуктах от методов определения клетчатки в сырье химических производств.

Выдвинутое положение уже нашло свое отражение в развивающейся комбикормовой промышленности, где вычисление питательной ценности комбикормов в кормовых единицах производится по содержанию «сырой» клетчатки, а не химически чистой.

Среди различных методов определения «сырой» клетчатки наибольшее распространение в пищевой промышленности получили метод Геннеберга и Штомана, а также метод Кюршнера и Ганака.

Кюршнер и Ганак [1] положили в основу метода отделение спутников клетчатки путем воздействия на них гидролизующих и нитрующих агентов — смеси уксусной и азотной кислот, и получили остаток, весьма близкий к чистой клетчатке. Известны различные видоизменения этого метода.

А. Кульман [2] сконструировал прибор, позволяющий осуществлять в нем все этапы определения клетчатки. Прибор Кульмана, предназначенный для исследования муки, не нашел применения в производственных условиях, вероятно, ввиду высокой стоимости и малой практичности в работе.

А. М. Коган [3] предложила заменить стеклянные фильтры нутча применяемые для фильтрования клетчатки по данному методу, беззольными фильтрами, предварительно обработанными горячей азотной смесью азотной и уксусной кислот.

Н. А. Ильвицкий [4] рекомендует заменить реакционные конические колбы с притертой холодильной трубкой обычной конической колбой и шариковым холодильником. Наряду с этим автор предлагает в целях сокращения времени проводить одновременную фильтрацию и промывание 3 образцов при разряжении с помощью вакуум-насоса.

Несмотря на многообразие разновидностей метода Кюршнера и Ганака, широкое применение его на пищевых предприятиях ограничивается целым рядом причин.

Проведение анализов клетчатки по данному методу в любой модификации сопряжено с работой в вытяжных шкафах, так как кипячение реакционной смеси сопровождается выделением окислов азота и паров уксусной кислоты.

Фильтрация и промывание осадков осуществляется при значительном разряжении и требует вакуум-насоса. Наконец, применение дорогостоящих реактивов, посуды со шлифами, фильтров нутча также делают данный метод менее доступным.

Выделяемая данным методом клетчатка является сравнительно чистой, что вряд ли можно считать положительным фактором для наших целей.

Метод Геннеберга и Штомана [5], предложенный еще в 1864 г., отличается своей простотой и доступностью, почему и нашел широкое распространение в пищевой промышленности и сельском хозяйстве.

Авторы положили в его основу физиологический принцип опреде-

ления клетчатки и других веществ, также не усваиваемых организмом человека. Метод сводится к последовательной обработке навески разбавленными растворами (1,25%) серной кислоты и щелочи. При этом составные части зерна гидролизуются, переходя в растворимое состояние, остаток промывается и взвешивается. В настоящее время этот метод признан стандартным для определения клетчатки в комбикормах.

Существенным недостатком данного метода следует признать недостаточную точность и плохую воспроизводимость результатов параллельных исследований. В связи с этим известны различные предложения по его улучшению.

Джандиери [6] предложил пользоваться специальной воронкой, на поверхность которой перед фильтрованием накладывается смоченный кружок фильтровальной бумаги соответствующего диаметра.

Герд [6] рекомендовал применять при гидролизе 3%-ный раствор серной кислоты и 4%-ный раствор едкого натра.

Нейман [6] применял 30-минутное кипячение навески с 1,25%-ным раствором серной кислоты с последующим 10-минутным кипячением с 0,5%-ным раствором едкого натра.

Гольденфлейс [6] определял «сырую» клетчатку по данному методу в специальном приборе, позволяющем испаряющуюся при нагревании воду снова возвращать в реакционную колбу.

Гофмейстер и Алексеева [7] видоизменили данный метод, рекомендуя двухчасовое нагревание навески с 2%-ным раствором серной кислоты, обработку навески смесью бертолетовой соли и соляной кислоты, после чего осадок обрабатывался 1 час 0,5%-ным раствором едкого натра.

В. Голуб и В. Пестрикова [7] провели сравнительные исследования методов Геннеберга, Штомана, Гофмейстера и Алексеевой и установили, что данные изменения метода дают заниженные результаты в сравнении с методом Геннеберга и Штомана.

В. Голуб [7] предложил ускорить метод Геннеберга и Штомана. Он рекомендует после 30-минутного кипячения с 1,25%-ным раствором серной кислоты, не отделяя осадка, нейтрализовать кислоту крепким раствором едкого натра, прибавленного в избытке с таким расчетом, чтобы получить концентрацию щелочи, равную 1,25%.

В. Голуб отмечает, что результаты, полученные им, не отличались заметно от результатов, полученных по методу Геннеберга и Штомана. Он отмечает, что после обработки щелочью получаются весьма трудно фильтрующиеся растворы.

Мы считаем, что проведенные этим автором исследования весьма недостаточны. Отсутствуют данные параллельных анализов. Остается открытым вопрос — удалось ли автору повысить точность метода, устранив основной его недостаток? В дальнейшем В. Голуб, отказавшись от ранее предложенного им ускоренного метода, рекомендует комбинированный метод, продолжительность которого в 3 раза больше, чем у Геннеберга и Штомана; при этом вопрос о повышении точности метода и в данном случае остался не решенным.

Н. Прянишников и А. Самарский [5] ускорили метод Геннеберга и Штомана для определения клетчатки в грубых кормах (сено, солома); при этом авторы получили несколько лучшие результаты в сравнении с оригинальным методом Геннеберга и Штомана.

Н. К. Флоренская [8] рекомендует в целях устранения образования коллоидных растворов белка, затрудняющих фильтрацию, осуществлять гидролиз не 1,25%-ным раствором серной кислоты, а 8%-ным раствором соляной кислоты с поваренной солью и последующей обработкой 3%-ным раствором едкого натра при сокращении времени гидролиза. Сопоставляя анализы комбикормов рекомендуемым методом с методом Геннеберга и Штомана, автор считает расхождения ($\pm 0,25$) в пределах допустимой ошибки.

М. И. Княгиничев [9] разработал метод для массовых анализов «сырой» клетчатки в пшеничном зерне, муке, основанный на обработке навески 0,5%-ным соляной кислотой, содержащей 10 мл насыщенного раствора бертолетовой соли, в течение 16—17 час. при $t=100-103^\circ$ в специальных колбах с шлифованными трубками. Затрата большого количества времени на анализ делает этот метод мало доступным для производственных целей.

Рассмотрение методов определения «сырой» клетчатки позволяет сделать вывод, что наиболее простым и доступным для производственных целей следует считать метод Геннеберга и Штомана; однако, как уже отмечалось, он не отличается достаточной точностью. Мы поставили задачу устранить этот существенный недостаток метода, а также сократить время проведения анализа.

Точность анализа может быть значительно повышена, если устранить причины, обуславливающие ее снижение. Известно, что условия гидролиза оказывают влияние на точность результатов анализа. В связи с этим мы предлагаем заменить кипячение навески в открытом стакане кипячением ее в конической колбе с обратным холодильником для стабилизации условий кислотного и щелочного гидролиза.

Известно, что метод Геннеберга и Штомана изобилует большим числом фильтратов. При помощи специальной воронки при разряжении:

- а) удаляется 200 мл раствора серной кислоты;
- б) удаляется 600 мл горячей воды после трехкратной промывки осадка;
- в) удаляется 200 мл раствора едкого натра;
- г) удаляется 600 мл горячей воды после трехкратной промывки осадка.

Наконец, осадок переносят на взвешенный фильтр и промывают водой, спиртом и эфиром.

Перечисленные операции не только требуют значительной затраты времени, но и оказывают большое влияние на точность результатов анализа.

Предлагаемая нами нейтрализация кислоты после кислотного гидролиза в реакционной колбе избытком щелочи, обеспечивающим соответствующую концентрацию для последующего щелочного гидролиза, исключает необходимость многократных фильтрований и неизбежно связанных с ними потерь осадка. В данных условиях проводится только одно фильтрование через взвешенный стандартный фильтр на воронке Бюхнера при небольшом разряжении.

Сокращение времени анализа происходит за счет: устранения ряда фильтратов, потерявших свое значение в предлагаемом методе; уменьшения объемов гидролизующих агентов; лучшей растворимости глобулинов зерна в присутствии сульфата натрия, образующегося в гид-

ролизате при нейтрализации раствора серной кислоты раствором едкого натра.

Исходя из изложенного, мы провели большое количество опытов по определению клетчатки в различных растительных объектах и на основании полученных данных разработали метод определения «сырой» клетчатки, дающий достаточно точные результаты при значительном сокращении времени на проведение анализа (10—12 анализов за 3 час) и, наконец, существенном сокращении расхода реактивов (в 4 раза).

Предлагаемый метод определения «сырой» клетчатки

Хорошо измельченную навеску [проход через шелковое сито № 90 (24)] в количестве 0,8—2,5 г в зависимости от содержания клетчатки вносят в коническую колбу (400 мл), соединенную с обратным шариковым холодильником, затем добавляют 50 мл 1,25%-ного раствора серной кислоты и 0,2 мл амилового спирта, нагревая колбу до легкого кипения.

После 30 мин. кипения колбу отделяют от холодильника и, несколько охладив, нейтрализуют ее содержимое 33%-ным раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина и добавляют 1,70 мл 33%-ного раствора едкого натра для создания 1,12% концентрации щелочи в реакционной колбе. Колбу снова соединяют с холодильником и нагревают при легком кипении 30 мин., после чего содержимое колбы количественно переносится на сухой предварительно взвешенный с бюксом фильтр, помещенный на воронку Бюхнера.

Необходимо следить, чтобы частицы клетчатки не находились на стенках воронки, в противном случае их смывают на фильтр при помощи промывалки. Клетчатку промывают горячей водой, затем 2%-ным раствором уксусной кислоты и снова горячей водой. Фильтрование осуществляется очень легко при слабом разряжении, достигаемом водоструйным насосом.

Клетчатку подсушивают, просасывая воздух через фильтр. Последние следы воды удаляются обработкой клетчатки в течение 2 мин. 5 мл спирто-эфирной смеси (1:1), которая отфильтровывается в другую колбу Бунзена.

Воздушно сухой фильтр с клетчаткой приподнимают осторожно острым шпателем, складывают на воронке вчетверо и переносят в тот же бюкс, в котором раньше сушился фильтр. Сушка продолжается 1—1,5 часа при $t=105-110^{\circ}$.

Зная вес предварительно высушенного фильтра и бюкса до и после фильтрования, определяют содержание в навеске «сырой» клетчатки в граммах, а затем в процентах на сухое вещество:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 100}{b \cdot (100 - e)},$$

где: X — количество «сырой» клетчатки в % на сухое вещество;

a — вес клетчатки в г;

b — вес навески в г;

e — влажность навески в %.

В табл. 1 сопоставляются результаты определения «сырой» клетчатки в пшеничных отрубях, полученные по методу Геннеберга и Штомана, и по методу, предлагаемому нами.

Таблица 1

Исследуемый продукт	По методу Геннеберга и Штомана		По предлагаемому методу	
	содержание клетчатки в % на сухое вещество	среднее отклонение от среднего арифметического	содержание клетчатки в % на сухое вещество	среднее отклонение от среднего арифметического
Пшеничные отруби	5,45		5,07	
»	5,12		5,05	
»	5,73		5,08	
»	5,21		5,03	
»	5,84		5,09	
»	5,06	0,28	5,04	0,02
»	4,78		5,08	
»	4,95		5,06	
»	5,35		5,12	
»	5,54		5,08	
Среднее арифметическое	5,3		5,07	
	5,3	± 0,28	5,07	± 0,02

Сравнительные анализы проводились нами на пшеничных отрубях, поскольку из всех продуктов переработки зерна они менее однородны как по своему составу, так и по размерам частиц, что в значительной степени осложняет исследование их химического состава.

Приведенные результаты свидетельствуют о преимуществах предлагаемого нами метода.

Если по методу Геннеберга и Штомана среднее отклонение от среднего арифметического составляет 0,28, то предлагаемый метод снижает его до 0,02, т. е. уменьшает в 14 раз, не уступая в этом отношении общеизвестным методам анализа растительного сырья.

Заслуживает особого внимания хорошее совпадение данных параллельных анализов различных растительных объектов.

В табл. 2 это положение иллюстрируется на анализе различных сортов пшеницы, кукурузы, чумизы, выращенных преимущественно на юге Украины.

Таблица 2

Содержание «сырой» клетчатки в некоторых сортах пшеницы, кукурузы и чумизы в % на сухое вещество

Сорт и район произрастания	Содержание «сырой» клетчатки
Пшеница	
ОД 3	
Одесская область, Цебриковский с/у	2,16
»	2,18
Херсонская область, Каховский с/у	3,22
»	3,24
Кировоградская область, Хмелевский с/у	2,96
»	3,01
Днепропетровская обл., Синельниковский с/у	2,48
»	2,42

(Продолжение таб. № 2.).

Сорт и район произрастания	Содержание «сырой» клетчатки
ОД-16	
Херсонская область, Каховский с/у	2,62
	2,64
Днепропетровская область, Токмаковский с/у	3,09
	3,04
Кукуруза	
Одесская область, Бородинский ГСУ	
Гибрид ВИР-264	3,80
	3,79
Гибрид ВИР-25	4,08
	4,03
Местная	4,22
	4,21
	4,19
Днепропетровская	3,89
	3,85
Одесская 10	3,16
	3,13
Одесская Грушевская	3,89
	3,94
Чумиза	
Молдавская ССР, г. Бельцы, Госсемстанция	8,74
Когти кошки	8,69
	6,50
Предгорная черная № 16	6,53
Грузинская ССР, Госсемстанция	
Золотые всходы	8,74
	8,70
Резиновая	8,46
	8,50
Северо-Китайская № 11	8,09
	8,06
Ровная белая метелка	8,90
	8,92

В табл. 3 приводятся результаты определений промежуточных продуктов переработки пшеницы, конечных продуктов помола ржи, продуктов переработки проса, характеризующиеся относительно небольшими отклонениями параллельных анализов, что находится в тесной связи как с однородностью, так и высокой степенью дисперсности этих продуктов.

Таблица 3
Содержание «сырой» клетчатки в продуктах переработки
пшеницы, ржи и проса в % на сухое вещество

Промежуточные продукты переработки пшеницы	Содержание «сырой» клетчатки
Зерно	3,10
	3,08
Мука I драной системы	0,95
	0,92
Мука II драной системы	0,92
	0,95

(Продолжение таб. № 3.).

Промежуточные продукты переработки пшеницы	Содержание «сырой» клетчатки
Мука III драной системы	0,61
Мука IV драной системы	0,61
Мука V драной системы	0,13
Мука VI драной системы	0,14
Мука 1, 2, 3 размольных систем	0,69
Мука 4 размольной системы	0,72
Мука 5 размольной системы	1,00
Мука 6 размольной системы	0,98
Общая мука (выход 82%)	0,06
	0,06
	0,18
	0,17
	0,23
	0,23
	0,98
	1,05
	0,73
	0,75
Конечные продукты переработки ржи	
Зерно	2,43
Мука сеяная	2,47
Мука отсеивная	0,60
Общие отруби	0,58
	1,95
	1,92
	5,20
	5,15
Просо и конечные продукты его переработки	
Просо до очистки	9,97
Просо после очистки	9,91
Пшено дробленое	12,38
Мучка	12,32
Пшено	1,62
Лузга	1,56
	2,63
	2,62
	1,19
	1,17
	40,11
	40,17

Данные табл. 3 позволяют рекомендовать наш метод для контроля качества муки по содержанию «сырой» клетчатки.

Необходимо отметить, что метод Геннеберга и Штомана, используемый преимущественно для анализа грубого растительного сырья, совершенно не применим для анализа муки, содержащей обычно небольшое количество клетчатки, которая в результате многочисленных фильтрований в значительной степени теряется при проведении анализа. Содержание ее часто лежит в пределах точности метода Геннеберга и Штомана.

В ы в о д ы

1. Известные методы определения «сырой» клетчатки обладают рядом существенных недостатков, тормозящих широкое внедрение их в пищевую промышленность.

2. На базе известного метода Геннеберга и Штомана разработан новый вариант определения «сырой» клетчатки, характеризующийся своей доступностью и достаточной точностью.

Предлагаемый метод в значительной степени сокращает время проведения анализа, позволяя за рабочий день выполнить не менее 10—12 анализов; кроме того, сокращается расход реактивов в 4 раза.

3. Проведенные испытания предлагаемого метода определения «сырой» клетчатки на различном растительном сырье и продуктах его переработки позволяют рекомендовать его для производственного испытания качества продуктов переработки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kurschner und Hanak* Leitschr. Untersuch. d Lebens mittel 54, 424, 1930.
2. *Кульман А.* Ускоренное определение клетчатки в муке. «Мукомолье» № 3, стр. 46, 1938.
3. *Коган А. М.* Методика изучения состава отечественных пищевых продуктов, АМН СССР, М., 1949.
4. *Ильвицкий Н. А.* Улучшение метода определения клетчатки. Труды Одесского технологического института им. И. В. Сталина, вып. 5, Заготиздат, 1955.
5. *Демьянов Н. Я. и Прянишников Н. Д.* Общие приемы анализа растительных веществ. Госхимтехиздат, 1934.
6. *Писарев Н. С.* Химический анализ муки. Снабтехиздат, 1934.
7. *Голуб В.* Об изменении метода Штомана при определении «сырой» клетчатки в пищевых продуктах. «Пищевая промышленность» № 6, стр. 196, 1928.
8. *Флоренская Н. К.* Метод ускоренного определения «сырой» клетчатки. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, вып. 5—6, Пищепромиздат, М., 1953.
9. *Иванов Н. Н.* Методы физиологии и биохимии растений. Сельхозгиз, 1946.

Ф. Г. КРИВОЛАПОВ,
канд. хим. наук, доцент
Л. Е. СИНЕЛЬНИКОВА,
канд. хим. наук.

ВЛИЯНИЕ КУКУРУЗНОЙ МУКИ И ЗАРОДЫШЕЙ КУКУРУЗЫ НА КОЛЛОИДНЫЕ СВОЙСТВА КЛЕЙКОВИНЫ

Исследовалось влияние кукурузной муки и кукурузных зародышей на коллоидные свойства клейковины зерна здорового и сильно пораженного клопом-черепашкой. В результате проведенных опытов было установлено, что кукурузная мука и зародыши кукурузы заметно укрепляют клейковину. Зародыши кукурузы особенно сильно укрепляют дефектную клейковину.

Авторы приходят к выводу, что кукурузные зародыши и кукурузную муку можно применять в качестве улучшителей клейковины дефектного зерна.

Кукурузная мука используется как примесь к пшеничной, поэтому было необходимо изучить влияние этой муки на свойства клейковины.

Большой, в частности, практический интерес представляет вопрос о влиянии кукурузных зародышей на свойства клейковины.

Зародыш кукурузы составляет до 15% общей массы зерна и при всей своей биологической ценности как продукта питания часто не используется при переработке кукурузного зерна [1].

Добавление к пшеничной муке зародышей злаков и кукурузы, в частности, значительно повышает пищевую ценность хлеба.

Кукурузные зародыши содержат в среднем: белков 22%, жира 83%, сахаров 70%, минеральных веществ 80% от общей массы зерна.

Кроме этого в зародыше кукурузы находится основная масса витаминов группы В и других витаминов.

В настоящей работе мы исследовали влияние примесей кукурузной муки и муки из зародышей кукурузы на клейковину зерна здорового и пораженного клопом-черепашкой.

Опыты проводили на пшенице сорта ОД 16 урожая 1956 г. с участка опытной станции Дачная Одесского района и на пшенице того же сорта, но пораженной клопом-черепашкой, урожая 1954 г. со степенью поражения 6,6%.

Пшеничную муку брали обойную и 70%-ную.

В качестве примеси использовали кукурузную муку, сход с сита № 28. Кукуруза была сорта Одесская 10 урожая 1955 г.

Мука из зародышей применялась термически не обработанная. Кукурузная мука была и термически не обработанная и обработанная при 40 и 60° в течение часа.

Во всех случаях к смеси муки добавляли воду при температуре 20° в количестве 25 мл на 50 г мучной смеси. Образовавшееся тесто оставляли на 20 мин.

Отмывание клейковины велось согласно ОСТ ВКС 6292.

Расчет выхода сырой клейковины проводили при условии, что добавка являлась индифферентной примесью к основной массе муки.

Из коллоидных свойств клейковинного комплекса изучалось время истечения из пластометра, набухаемость и степень гидратации.

Набухаемость воздушно-сухих пластинок клейковины измерялась весовым методом в 3 повторностях [3].

Время истечения определялось при помощи пластометра АВ-1 в 5 повторностях и пересчитывалось к показанию при температуре 20° согласно Ауэрману [2].

Результаты опытов приводятся в табл. 1, 2, 3 и 4.

Как видно из таблиц, на коллоидные свойства клейковины из обойной и 70%-ной муки примеси оказывают заметное влияние.

Во всех опытах эти примеси понижают выход сырой и сухой клейковины, причем термически обработанная при 40° кукурузная мука понижает выход клейковины более сильно, чем не обработанная или обработанная при 60°.

С увеличением добавки кукурузной муки уменьшается гидратация клейковины и ее набухаемость, за исключением случая, когда добавляли кукурузную муку, обработанную при 60°, где набухаемость несколько увеличена сравнительно с контролем.

Особенно заметно понижение гидратации и набухаемости клейковины при добавлении муки из кукурузных зародышей, что свидетельствует о ее укреплении.

Укрепление клейковины примесями кукурузной муки и муки из кукурузных зародышей особенно отчетливо проявляется если сравнить время истечения из пластометра контрольной клейковины и клейковины с примесями.

Во всех случаях с увеличением добавки время истечения клейко-

Т а б л и ц а 1
Влияние примеси кукурузной муки на свойства клейковины
пшеничной обойной муки ОД 16

Примеси в %	Обработка примеси	Выход клейковины в %		Гидратация клейковины в %	Число гидратации	Время истечения пластометра при 20° в сек	Набухаемость в % при 20°
		сырой	сухой				
0	—	28,5	9,4	203	3,02	82	86,0
5	—	26,8	9,0	198	2,98	85	76,6
10	—	24,5	8,0	206	3,07	155	77,7
20	—	21,6	7,8	177	2,75	100	69,9
5	40°	25,9	8,9	191	2,91	81	71,7
10	40°	26,9	9,2	192	2,90	96	69,2
20	40°	19,2	7,0	176	2,88	120	62,2
5	60°	28,3	9,5	193	2,93	70	69,2
10	60°	24,4	8,4	190	2,90	78	—
20	60°	20,8	7,3	185	2,85	119	69,0

Таблица 2

**Влияние кукурузной муки на свойства клейковины
70% пшеничной муки ОД-16**

Примесь в %	Обра- ботка примеси	Выход клейко- вины в %		Гидратация клей- ковины в %	Число гидрата- ции	Время истечения в показании пла- стометра в сек при 20°	Набухаемость в % при 20°
		сырой	сухой				
0	—	34,0	11,5	196	2,95	49	72,0
5	—	31,6	11,1	185	2,84	75	72,7
10	—	29,9	10,4	187	2,88	84	—
20	—	26,7	10,3	159	2,58	67	71,1
5	40°	31,1	10,7	188	2,90	84	66,0
10	40°	30,1	10,1	198	2,98	98	70,7
20	40°	25,0	9,5	174	2,24	144	65,2
5	60°	30,9	10,5	194	2,95	76	74,5
10	60°	29,4	9,7	203	3,01	83	73,1
20	60°	30,1	10,1	198	2,98	88	—

Таблица 3

**Влияние кукурузных зародышей на клейковину
70% пшеничной муки ОД-16**

0	необра- ботанная	34,0	11,5	196	2,95	49	72,0
0,5		32,8	11,3	186	2,85	93	70,5
1		30,6	10,9	182	2,82	140	—
5		28,7	10,4	176	2,72	180	66,3
10	ботанная	27,6	10,6	160	2,59	284	65,9

Таблица 4

**Влияние примесей кукурузных зародышей на клейковину
обойной пшеничной муки (ОД-16), пораженной клопом-черепашкой**

Примеси в %	Выход клейко- вины в %		Гидратация клей- ковины в %	Число гидрата- ции	Время истечения из пластометра в сек при 20°	Набухаемость в %
	сырой	сухой				
0	35,5	11,6	206	3,55	17	78,6
1	36,1	11,9	203	3,08	20	73,7
5	31,0	11,5	170	2,73	62	61,4
10	27,5	10,2	163	2,69	130	55,1

вины из пластометра растет, за исключением добавки 20%-ной кукурузной муки термически не обработанной, но и в этом случае время истечения больше, чем в контроле.

Наиболее сильно повышает время истечения клейковины из пластометра мука из зародышей.

Так, при добавлении 5% этой муки время истечения клейковины

из зерна, сильно пораженного клопом-черепашкой, увеличивается почти в 4 раза, а при добавлении 10% — в 8 раз.

Как видно из таблиц, значительному росту времени истечения соответствует относительно слабое падение набухаемости и гидратации клейковины, что делает возможным применение кукурузной муки и зародышей для улучшения клейковины дефектной муки.

Происходящее крепление клейковины, вероятно, может быть объяснено высоким содержанием в зародышах кукурузы ненасыщенных жирных кислот, образующих по Ведеринковой нестойкие перекисные соединения, действующие укрепляюще на клейковину. Об этом свидетельствуют и наши предварительные опыты по применению обезжиренных зародышей в качестве добавок к пшеничной муке.

Выводы

1. Добавление кукурузной муки и муки из зародышей кукурузы заметно влияет на коллоидные свойства клейковины как нормального зерна, так и зерна, пораженного клопом-черепашкой.

2. С увеличением количества добавляемой примеси, как правило, уменьшается выход клейковины, ее набухаемость и гидратация.

Время истечения из пластометра заметно увеличивается, если клейковина зерна поражена клопом-черепашкой.

3. Наблюдаемые изменения свойств клейковины свидетельствуют об ее укреплении при добавлении кукурузной муки и муки из зародышей кукурузы, что можно использовать для улучшения слабой клейковины дефектного зерна.

4. Усиление клейковины, вероятно, объясняется действием ненасыщенных жирных кислот, находящихся в зародыше кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голик М. Г. Физиолого-биохимические основы хранения кукурузы. Издательство АН СССР, стр. 37, 1955.
2. Биохимия хлебопечения. Сборник 3. Издательство АН СССР, стр. 35, 1942.
3. Путилова И. Н. Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии. Научно-техническое издательство химической литературы, стр. 245, 1952.

В. А. ЯКОВЕНКО,
канд. техн. наук, доцент

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ЛИПОКСИДАЗЫ ПРИ ПРОГОРКАНИИ ЗАРОДЫШЕВЫХ ХЛОПЬЕВ

В работе приводятся данные об изменениях активности фермента липоксидазы при хранении зародышевых хлопьев в связи с их прогорканием. Полученные результаты показали, что тепловая и гидротермическая обработка замедляет процесс прогоркания зародышевых хлопьев.

Установлена взаимосвязь прогоркания с изменением ферментативной активности. Определение активности липоксидазы может иметь применение при контроле качества зародышевых хлопьев.

Литература по прогорканию зерновых продуктов довольно обширна. В некоторых работах отмечается, что прогоркание зернопродуктов (в том числе зародышевых хлопьев и муки) сопровождается значительным повышением кислотности [1, 2, 3] и перекисных чисел [4, 5] жира.

Как показали исследования Д. Самнера и Г. Сомерса [6], в окислительных процессах значительную роль играет фермент липоксидазы, вызывающий образование перекисей лишь в присутствии ненасыщенного жира. Авторы считают, что липоксидазы участвуют в присоединении молекул кислорода к некоторым двойным связям в ненасыщенных жирных кислотах. Механизм действия этого фермента изучался рядом исследователей [7, 8, 9, 10]. В этих работах высказаны предположения, что липоксидазы являются сложной ферментативной системой.

При исследовании зародышей и эндосперма злаков Ю. С. Рааль и В. Л. Кретович [11] пришли к выводу о присутствии в них как липоксидазы, так и антиокислителей. Основанием для такого вывода явилось получение ими отрицательных численных значений липоксидазной активности при помощи пероксидного метода. При испытании антиокислительных свойств витамина Е, присутствующего в зародышах, а также спиртовых и водных вытяжек [12] положительные результаты получены не были. Оказалось, что витамин Е, спиртовая и водная вытяжки из зародышей являются прооксидантами.

Результаты испытаний липоксидазной активности зародышей и антиокислительной способности спиртовых вытяжек из них дают основание полагать, что активность липоксидазы в значительной степени определяется наличием жировых веществ.

Данная работа была предпринята с целью выяснения роли липоксидазы в окислительном прогоркании при хранении зародышевых

хлопьев. Одновременно в опытных образцах проводили испытание активности каталазы и определяли некоторые химические характеристики жира.

Экспериментальная часть

Для исследования были взяты плющенные зародыши (так называемые зародышевые хлопья) и зародыши, полученные в производстве из южных украинских сортов пшениц.

Определение активности липоксидазы производилось при температуре 18—20° методами, описанными Ю. С. Рааль и В. Л. Кретовичем [11], основанными на поглощении кислорода, обесцвечивании каротина и на образовании перекисей ненасыщенных жирных кислот. Каротин был выделен по методу С. Д. Балаховского и Н. И. Булгакова [13].

Активность каталазы определяли газометрическим методом. Сырой жир для исследования извлекали экстракцией сухим серным эфиром в аппарате Сокслеа. Зародышевые хлопья предварительно высушивали в вакууме при температуре 70—75°. Экстракция жира продолжалась в течение 6 часов. Выделенный жир сушили при температуре 60—70° в токе сухого углекислого газа. Исследовали также изменение иодного числа по Гюблю, перекисного и кислотного чисел. Эти определения проводили по стандартным методам.

Для выяснения влияния тепловой обработки зародышевых хлопьев на изменение ферментативной активности нами были предприняты следующие операции. Часть образцов перед помещением их на хранение подсушивали в течение часа при температуре 40—50° или поджаривали в течение часа при температуре 140—150°, или же, наконец, пропаривали при нормальном давлении в течение 7 мин. Кроме того некоторые образцы хранили при установившейся влажности воздуха, равной 70 и 100%. Последнее достигалось путем помещения образцов в эксикаторы, наполненные раствором серной кислоты и дистиллированной водой.

Для сравнения значений липоксидазной активности были исследованы свежесделанные зародыши.

Для выяснения роли микроорганизмов в процессе прогоркания зародышевых хлопьев было проведено микробиологическое исследование. Учет микроорганизмов проводили методом разливок на МПА и СА. Культивирование вели для МПА в термостате при температуре 29—30°, для СА — при температуре 19—21°. Полученные результаты микробиологического исследования приведены в табл. 1 и 2. Из приведенных данных видно, что температура хранения зародышевых хлопьев оказывает заметное влияние на развитие микроорганизмов.

Обработка зародышевых хлопьев теплом приводит к значительному снижению количества микрофлоры. Так у высушенных и пропаренных зародышевых хлопьев после 5 месяцев хранения количество учтенных клеток при посеве на МПА понизилось по сравнению с контролем в 1,5—2 раза, при посеве на СА — в 3 раза. Горечь в этих образцах отсутствовала.

Таким образом, данные табл. 1 и 2 показывают, что при процессах прогоркания действие микроорганизмов полностью не исключалось. Однако значительное снижение количества микроорганизмов при хранении зародышевых хлопьев свидетельствует о том, что микрофлора не оказывает решающего значения на процесс их прогоркания.

Т а б л и ц а 1

Влияние температуры и продолжительности хранения зародышевых хлопьев на их микрофлору

Продолжи- тельность хранения, месяц	Влаж- ность матери- ала, %	Количество клеток на 1 г исследуемого материала			
		на МПА за 24 часа		на СА за 72 часа	
		общее количество	из них плесеней	общее количество	из них плесеней
Контроль	11,5	54.000	нет	28 000	150
При температуре 35—41°					
5	4,8	1950	нет	5600	350
При температуре 16—21°					
5	8,2	22.9000	нет	9.600	150
8	10,0	11.250	150	7.650	150
13	10,2	400	нет	2.650	400
При температуре —2—0°					
8	11,0	650	150	150	150
13	11,1	400	нет	100	100

Т а б л и ц а 2

**Влияние обработки зародышевых продуктов на их микрофлору
(5 месяцев хранения при T=16—21°)**

Исследуемый материал	Влаж-ность, %	Количество клеток на 1 г иссле-дуемого материала				Органолеп-тическая оценка
		на МПА за 24 час.		на СА за 72 час.		
		общее колич.	из них плесеней	общее колич.	из них плесеней	
Контроль	10,4	4500	нет	4900	600	очень горьк.
Зародышевая мука	10,0	23650	нет	19500	450	горькая
Подсушенные хлопья	4,2	2450	нет	1600	нет	нормальн.
Пропаренные хлопья	7,0	3600	100	1600	нет	нормальн.

Определение ферментативной активности показало (табл. 3), что активная липоксидаза присутствует в свежевыделенных зародышах, а также в зародышах пшеницы, полученных в производстве и в обезжиренных зародышевых хлопьях. Наибольшую активность показала соевая мука. Как видно из данных, приведенных в таблице, наблюдается соответствие результатов, полученных при помощи пероксидного метода и метода, основанного на обесцвечивании каротинового раствора.

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что ферментативная активность зародышевых хлопьев в значительной степени зависит от характера воздействия тепла. Так у поджаренных зародышевых хлопьев явно выражена антиокислительная способность и резко понижена активность каталазы. Горечи в этом случае не было. В то же время контрольный образец, который не подвергался тепловому воздействию, при значительном повышении активности липоксидазы имел явно выраженный горький вкус. Каротиновый раствор при добавлении к нему

Таблица 3

Активность липоксидазы в зародышевых продуктах

Исследуемый материал	Продолжительность хранения, месяц	Активность липоксидазы			
		Перексидный метод, мг Fe ⁺⁺⁺	Метод обесцвечивания каротина, час	Контроль, час	Поглощение O ₂ за 45 мин, мл
Зародыши свежeweделенные	0	240	2,25	20	4,15
Зародыши пшеницы (производственные)	14	258	1,5	20	0,70
Зародыши ржи (производственные)	16	—456	2,0	20	0,70
Зародышевые хлопья (обезжиренные)	6	194	2,5	20	1,00
Соевая мука	9	2580	0,25	20	—

таких зародышевых хлопьев обесцвечивался в 2,5 раза быстрее, чем в случае добавления поджаренных зародышевых хлопьев. При этом наблюдалась зависимость между изменением активности липоксидазы, определяемой пероксидным методом, и изменением кислотного числа жира, которое характеризует активность липазы.

Таблица 4

Влияние обработки зародышевых хлопьев на активность липоксидазы (6 месяцев хранения при T=16—21°)

Зародышевые хлопья пшеницы	Активность каталазы ¹	Активность липоксидазы				Числа жира			Органолептическая оценка
		Перексидный метод, мг Fe ⁺⁺⁺	Метод обесцвечивания каротина, час	Контроль, час	Поглощение O ₂ за 45 мин, мл	Иодное	Перекисное	Кислотное	
Исходные	—	—	—	—	—	123,4	006	28,0	Нормальные
Контроль	98,2	1380	1,5	20	1,28	121,7	004	49,6	Горькая
Подсушенные	28,2	500	3,75	20	0,95	111,9	006	29,1	Слабогорьк.
Поджаренные	2,7	103	5,5	20	1,06	118,4	002	27,0	Нормальные
Пропаренные	7,2	844	3,5	20	0,94	111,0	036	31,0	Нормальные
Зародышевая мука	89,1	1200	1,5	20	0,95	119,8	040	71,1	Горькая

¹ За 100 была принята активность каталазы свежeweделенных зародышей.

Это обстоятельство дает возможность высказать предположение, что образование пероксидов в исследуемом объекте находится в прямой зависимости от наличия свободных жирных кислот.

Из данных табл. 4 следует также, что при самых низких значениях ферментативной активности наблюдается понижение иодных чисел жира, определяющих степень насыщенности жирных кислот.

На основании полученных данных можно с уверенностью говорить о положительном воздействии тепла, которое инактивирует окислительные ферменты и приостанавливает процесс прогоркания зароды-

шевых хлопьев. Антиокислительная способность, обнаруженная пероксидным методом (табл. 5), показывает отсутствие липоксидазы при одновременном снижении иодного и резком повышении перекисного чисел жира. Активность каталазы в этом случае также значительно понижалась. Аналогичные результаты были получены В. Л. Кретовичем [1]. Им было установлено, что увлажнение зародышей при хранении приводит к инаktivации их дегидраз.

Таблица 5

Влияние влажности зародышевых хлопьев на активность их липоксидазы
(5 месяцев хранения при $T=16-21^{\circ}$)

Исследуемый материал	Относительная влажность воздуха, %	Влажность прорудков, %	Активность каталазы, %	Активность липоксидазы				Числа жира			Органолептическая оценка
				Пероксидный метод, мг Fe^{+++}	Метод обесцвечивания каротина, час	Контроль, час	Поглощение O_2 за 45 мин, мл	Иодное	Перекисное	Кислотное	
Зародыши свежесывеленные	—	—	100	240	2,25	20	4,15	—	—	—	Нормальные
Зародышевые хлопья	70	10,0	91,4	1350	1,0	20	1,83	121,1	2,38	63,3	Горькие
Зародышевые хлопья	100	32,0	72,4	353	5,0	20	1,28	84,6	2,07	114,7	Глубокая порча

Активность же липоксидазы при хранении зародышевых хлопьев падает независимо от температуры (табл. 6).

Таблица 6

Активность липоксидазы и каталазы зародышевых хлопьев в зависимости от продолжительности и температуры их хранения

Продолжи- тельность хранения, месяц	Влаж- ность, %	Активность каталазы, %	Активность липоксидазы			
			Пероксид- ный метод, <i>мг Fe^{III}</i>	Метод обес- цвечивания каротина, час	Контроль, час	Поглоще- ние O ₂ за 45 мин, <i>мл</i>
Температура — 35—42°						
6	4,8	93,1	253	1,75	20	1,07
Температура 16—21°						
6	8,2	98,2	1380	1,5	20	2,23
13,5	10,2	98,0	934	1,5	20	1,19
Температура 2—0°						
6	10,9	98,4	1080	1,75	20	1,57
13,5	11,1	50,7	270	3,5	20	1,45
Температура — 14—13°						
6	16,6	—	480	1,5	20	1,46

Из табл. 6 видно, что максимальная активность липоксидазы по пероксидному методу наблюдается у зародышевых хлопьев, хранившихся в течение 6 месяцев при температуре 16—21°.

Газометрический метод показал оптимум действия фермента смещенным в сторону более низких температур. Однако вследствие того, что газометрический метод отображает в исследуемом объекте не только действие липоксидазы, а и других оксидаз, результаты его не могут считаться достоверными.

Данные табл. 6 показывают, что температура хранения оказывает влияние на изменение активности фермента в определенной закономерности. Наши данные находятся в соответствии с результатами, полученными В. Л. Кретьевичем [14], Н. М. Сисакиным и Н. А. Васильевой [15] для дегидраз и других окислительно-восстановительных ферментов эндосперма и зародышей пшеницы.

Еще А. Н. Бахом и А. И. Опариным [16] в опытах на прорастающем зерне пшеницы при исследовании активности окислительных и протеолитических ферментов установлено, что активность их возрастает до определенного максимума, характерного для каждого фермента, после чего она понижается. В нашем случае мы не оперировали с живым растительным материалом, однако закономерность для изучаемого окислительного фермента оказалась аналогичной.

В ы в о д ы

1. Определение активности липоксидазы может быть использовано для контроля качества зародышевых хлопьев при их хранении.
2. Определение активности липоксидазы по пероксидному методу показало наиболее высокий результат для зародышевых хлопьев пшеницы, хранившихся в течение 6 месяцев при температуре 16—21°.
3. Тепловое воздействие значительно замедляет процесс прогоркания зародышевых хлопьев, при этом наблюдается понижение активности каталазы и липоксидазы.
4. Хранение зародышевых хлопьев в атмосфере воздуха с относительной влажностью 100% приводит к глубокой их порче.
5. Отрицательные значения липоксидазной активности, полученные при использовании зародышевых хлопьев, поджаренных и хранившихся в условиях 100% относительной влажности воздуха, не могут быть объяснены только ферментативными факторами, о чем свидетельствуют перекисные и иодные числа жира зародышевых хлебов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кретьевич В. Л. Физиолого-биохимические основы хранения зерна. АН СССР, М.-Л., 1945.
2. Соседов Н. И., Швецова В. А. и Андреева П. И. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, февраль, Заготиздат, М., 1948.
3. Гарутин П. П. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, октябрь, Заготиздат, М., 1949.
4. Волкова А. Н. Труды научно-исследовательского института Министерства государственных продовольственных и материальных резервов, вып. 1, Заготиздат М., 1950.
5. Демьяненко М. П. Труды научно-исследовательского института Министерства государственных продовольственных и материальных резервов, вып. 1, Заготиздат, М., 1950.
6. Самнер Д. и Сомерс Г. Химия ферментов и методы их исследования, Гос. изд. иностранной литературы М., 1948.

7. *Bolls A., Axelrod B., Kies M.*, J. of biol. chem., 149, 491, 1943.
8. *Михлин Д. М. и Пшенова К. В.* Биохимия, II, стр. 4, 36, 1946.
9. *Theorell H., Holman R., Kesson A* Arch. Biochem., 14, 250, 1947.
10. *Михлин Д. М., Пшенова К. В.*, Биохимия, 13, стр. 76, 1948.
11. *Рааль Ю. С. и Кротович В. Л.* Труды Московского технологического института пищевой промышленности, вып. 1, Пищепромиздат, М., 1952.
12. *Давыдова Ю. С.* Труды Московского технологического института рыбной промышленности и хозяйства им. А. И. Микояна, вып. 5, Пищепромиздат, М., 1953.
13. *Балаховский С. Д. и Булгаков Н. И.* Биохимия, 7, стр. 151, 1942.
14. *Кротович В. Л.* Биохимия, 7, стр. 232, 1942.
15. *Сисакян Н. М. и Васильева Н. А.* Биохимия, 19, стр. 730, 1954.
16. *Бах А. Н. и Опарин А. И.* Сборник избранных трудов акад. А. Н. Баха, АН СССР, Л., 1937.

В. А. ЯКОВЕНКО,
канд. техн. наук, доцент,
Л. Р. ТОРЖИНСКАЯ,
канд. техн. наук.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ПОЧАТКАХ ПРИ ХРАНЕНИИ НА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДКАХ

Исследовали биохимические изменения зерна кукурузы в початках сорта Харьковская белая зубовидная при хранении на открытых площадках Березовского элеватора.

В результате исследований установлено, что в условиях зимне-весеннего хранения в зерне кукурузы не происходит существенных биохимических изменений до наступления устойчивого потепления. С наступлением потепления в зерне кукурузы значительно увеличивается кислотность жира и муки, уменьшается содержание сахара и жира, а содержание крахмала и белка остается без изменения.

Более резкие биохимические изменения происходят в нижних слоях насыпи, а также на площадке, насыпь которой не оборудована вертикальными вентиляционными каналами.

Биохимические изменения кукурузы при хранении изучали многие авторы. Трудность проведения исследований состояла в том, что приходилось учитывать биохимические превращения, вызываемые одновременно действием микрофлоры и ферментов зерна.

Кукуруза при хранении не обладает достаточной стойкостью вследствие особенности химического состава зерна [1, 2] и легкой поражаемости ее микроорганизмами, особенно плесневыми грибами видов *Aspergillus* и *Penicillium* [2, 3, 4, 5].

Зелени [6], изучая влияние влажности и температуры на биохимические изменения зерна кукурузы, пришел к выводу, что самой изменяемой частью химического состава является жир, а кислотное число его может служить достаточным показателем качества зерна. Автор установил, что между кислотным числом жира и стойкостью зерна при хранении существует определенная взаимосвязь.

Позже Боттомли, Кристенсен и Геддес [7, 8] показали, что качественное состояние зерна кукурузы при хранении может быть определено не только по степени гидролиза жира, но и по количественному содержанию невосстанавливающих сахаров. Было установлено, что при хранении сырого зерна в условиях высоких температур (25—45°) наблюдается снижение количества невосстанавливающих сахаров в основном за счет сахарозы при одновременном увеличении количества восстанавливающих сахаров. Несмотря на то, что авторы пришли к выводу, согласно которому понижение содержания невосстанавливающих

сахаров является более точным показателем качественного состояния кукурузы по сравнению с кислотным числом жира, они полагают, что изменение этих двух химических показателей не является достаточным при определении порчи зерна, т. к. разные виды плесневых грибов вызывают различные изменения в химическом составе зерна [9].

Голик [2] в отличие от исследований, проведенных на зерне, изучал изменения химического состава зерна кукурузы в початках в процессе хранения на обычной площадке. Наблюдение проводилось в течение октября — января. Результаты, полученные автором, показали значительное увеличение кислотного числа жира (в 3 раза) и незначительное увеличение кислотности зерна. При исследовании также было отмечено незначительное снижение содержания крахмала и воднорастворимых углеводов.

Таким образом из краткого обзора литературы видно, что исследование химических изменений кукурузы проводилось либо на зерне в лабораторных условиях (Зелени, Баттомли и др.), либо на початках в условиях осенне-зимнего хранения (Голик).

Наша задача состояла в том, чтобы продолжить исследования биохимических изменений состава зерна кукурузы в початках при хранении на открытых площадках в условиях зимне-весеннего периода (январь — май).

Опыты по хранению початков на асфальтированных площадках проводили на кукурузе сорта Харьковская белая зубовидная в условиях Березовского пункта Заготзерно.

На площадке № 1 размером 8×6 м и емкостью 60 т через каждые 2 м были установлены вертикальные вентиляционные каналы треугольного сечения; на площадке № 2 размером 6×6 м и емкостью 40 т кукуруза хранилась обычным способом. Высота насыпи на площадках не превышала 2 м. На протяжении всего периода хранения — с января по май 1956 г. — насыпи кукурузы не укрывали брезентами. Этим самым были созданы наихудшие условия для хранения опытных партий кукурузы.

Образцы для исследований отбирали на площадках № 1 и 2 в центре насыпи по двум слоям — в верхнем и нижнем, а также на площадке № 2 в нижнем слое у края насыпи.

При исследованиях биохимических изменений определяли: всхожесть и кислотность зерна; кислотное число жира и активность фермента липазы [10], а также — содержание общего азота (по Кьельдалю), крахмала (поляриметрическим методом), сырого жира (по Сокслету) и сахаров в 82%-ной спиртовой вытяжке (по Бертрону).

В табл. 1 приведены результаты изменения влажности зерна початков за весь период хранения.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, влажность зерна початков в течение всего периода исследования оставалась почти на одном уровне (23—24%), и только в начале мая она резко снизилась — до 16,9—18,5% в верхних слоях, в то время как влажность нижних слоев насыпи сохранилась на уровне 19,8—22,7%.

В конце января и начале февраля наблюдалось значительное снижение температуры окружающего воздуха (до $9,4 - 24^\circ$ ниже нуля). Хранение кукурузы в условиях низких температур за этот период вызвало необратимые изменения в биохимическом составе зерна, что выразилось в резком снижении его всхожести: с 95—97% до 28—62% (табл. 2).

Таблица 1

**Изменение влажности зерна при хранении кукурузы в початках
на бунтовых площадках (%)**

Площадки	Места отбора образцов	Даты исследований							
		20 января	7 февраля	22 февраля	9 марта	9 апреля	26 апреля	7 мая	13 мая
№ 1	Верхний слой	23,1	23,5	23,1	24,4	23,9	23,6	16,9	—
	Нижний слой	22,5	20,2	24,5	23,1	23,6	24,2	19,5	—
№ 2	Верхний слой	23,1	23,9	27,4	24,1	24,1	23,0	18,5	16,8
	Нижний слой	22,7	21,9	22,1	25,3	24,3	24,0	22,7	23,6
	Нижний слой (у края бунта)	23,5	23,5	26,5	25,2	24,0	23,4	20,8	19,8

Таблица 2

**Всхожесть зерна початков кукурузы в начале
и в конце хранения (%)**

Площадки	Места отбора образца	Даты определений		
		24 января	7 февраля	7 мая
№ 1	Верхний слой	97	28	28
	Нижний слой	95	45	56
№ 2	Верхний слой	97	38	9
	Нижний слой	95	62	31
	Нижний слой (у края бунта)	—	84	6

В начале и в конце исследования было проведено определение в зерне количественного содержания крахмала и общего азота (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание крахмала и общего азота в зерне в начале и в конце хранения
(в процентах на сухое вещество)**

Площадки	Места отбора образцов	Дата определений			
		24 января		9 мая	
		содержание крахмала	содержание общего азота	содержание крахмала	содержание общего азота
№ 1	Верхний слой	—	—	67,20	2,07
	Нижний слой	—	—	67,00	2,08
№ 2	Верхний слой	67,93	1,98	67,60	2,02
	Нижний слой	67,71	2,00	67,49	2,02

Как видно из табл. 3, несмотря на то, что условия весеннего потепления благоприятствовали развитию биохимических процессов и микрофлоры зерна, снижения содержания крахмала и общего азота

за исследуемый период не обнаружено. Имеющиеся незначительные расхождения между отдельными результатами следует отнести за счет неоднородности материала.

Несколько иные результаты получены при определении содержания жира в зерне початков (табл. 4).

Таблица 4

**Изменение содержания жира в зерне кукурузы при хранении
(в процентах на сухое вещество)**

Площадки	Места отбора образцов	Даты определений				
		24 января	9 февраля	9 марта	9 апреля	7 мая
№ 1	Верхний слой	—	5,04	4,91	4,94	4,97
	Нижний слой	—	5,02	5,05	5,03	4,77
№ 2	Верхний слой	5,01	5,05	5,03	4,90	4,75
	Нижний слой	5,05	5,14	5,09	4,87	4,78
	Нижний слой (у края бунта)	—	5,04	4,80	4,71	4,67

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что за указанный период содержание жира понизилось с 5,05 до 4,67%. Особенно заметное снижение жира по всем слоям насыпи произошло в конце хранения.

Аналогичные изменения произошли и с количественным содержанием сахаров, что видно из табл. 5.

Данные табл. 5 свидетельствуют о том, что в течение января—апреля содержание сахаров оставалось без изменений; в конце хранения процент их снизился почти в 2 раза.

Данные, приведенные в табл. 2, 4 и 5, подтверждают выводы, сделанные Голиком [2],— при температуре 15° процессы гидролиза не сопровождаются заметным расходом основных компонентов зерна на его дыхание.

Из полученных нами результатов следует, что всхожесть зерна к началу потепления находилась на уровне 30—50%. Поэтому становится очевидным, что снижение содержания жира и особенно сахаров произошло не за счет жизнедеятельности зерна, а в результате потребления их развивающимися микроорганизмами, особенно плесневыми грибами.

Кислотное число жира не было стабильным в течение всего наблюдаемого периода (см. табл. 5). Однако резкое повышение его произошло только в конце хранения. Суммарное повышение кислотного числа жира по сравнению с исходным его значением в начале наблюдения произошло в 6—18 раз. Активность липазы за тот же период увеличилась всего только на 40—50%.

Полученные результаты показывают, что активность липазы не может являться достаточным показателем качественного состояния зерна початков. Наоборот, количественное содержание сахаров и особенно кислотное число жира наиболее легко изменяются. Поэтому их и следует использовать при определении качества зерна.

Кроме того, мы проводили определение кислотности зерна по водной и спиртовой вытяжкам (табл. 6).

Таблица 5

Изменение биохимического состава зерна при хранении кукурузы в початках на бунтовых площадках (активность липазы в мгл. 0,1 N КОН на 10 г, кислотность жира в мг 0,1 N на 1 г жира, сахар в мг глюкозы на 10 г муки; все показатели даны в пересчете на сухое вещество)

Площадки	Места отбора образцов	Д а т ы и с с л е д о в а н и й														
		24 января			24 февраля			9 марта			9 апреля			9 мая		
		Активность липазы	Кислотное число жира	Количество сахара	Активность липазы	Кислотное число жира	Количество сахара	Активность липазы	Кислотное число жира	Количество сахара	Активность липазы	Кислотное число жира	Количество сахара			
№ 1	Верхний слой	—	—	—	19,40	0,83	131,5	20,35	1,08	137,0	20,35	1,09	143,0	250,0	5,35	92,8
	Нижний слой	—	—	—	19,40	1,20	143,0	20,35	1,27	137,0	21,85	1,32	149,0	298,5	12,72	104,1
№ 2	Верхний слой	19,40	0,77	149	19,00	0,95	149	19,90	1,31	149,0	20,35	1,13	137,0	257,0	4,75	99,1
	Нижний слой	19,40	0,76	155	20,35	0,93	143	20,36	1,30	143,0	19,90	1,17	149,0	257,5	14,00	86,2
	Нижний слой у края бунта	—	—	—	19,40	2,06	137	21,85	2,20	137,0	20,90	2,34	143,0	265,5	9,24	72,7

Таблица 6

Изменение кислотности зерна при хранении кукурузы в початках на бунтовых площадках

(в мл 0,1 КОН на 10 кг муки)

Площадки	Места отбора образцов	Даты определений				
		7 февраля	22 февраля	9 марта	9 апреля	13 мая
По водной вытяжке						
№ 1	Верхний слой	2,72	3,12	2,92	3,72	4,85
	Нижний слой	3,69	3,09	2,87	4,46	4,53
№ 2	Верхний слой	2,78	2,56	3,39	3,96	4,31
	Нижний слой	2,67	2,83	3,43	3,94	10,54
	Нижний слой (у края бунта)	2,99	3,38	3,12	4,14	8,33
По спиртовой вытяжке						
№ 1	Верхний слой	4,21	4,59	4,72	5,38	7,99
	Нижний слой	3,92	4,59	5,76	5,79	6,95
№ 2	Верхний слой	3,95	4,18	6,53	5,80	9,24
	Нижний слой	4,17	3,89	6,34	5,99	18,14
	Нижний слой (у края бунта)	3,77	4,61	5,97	6,71	12,72

Результаты, приведенные в табл. 6, показывают, что кислотность зерна в течение февраля — мая изменяется более равномерно по сравнению с другими химическими показателями; кислотность, определенная по спиртовой вытяжке в абсолютных величинах, имеет более высокое значение, чем по водной вытяжке, и изменение ее при хранении обладает большей динамичностью.

Таким образом кислотность зерна также следует отнести к показателю, по которому можно судить о качественных изменениях в химическом составе зерна початков.

Изучая биохимические изменения зерна при хранении кукурузы на открытых площадках, мы сделали вывод, что наибольшие изменения происходили в нижних слоях насыпи, а также на площадке № 2, насыпь которой не была оборудована вертикальными вентиляционными каналами.

В ы в о д ы

1. В условиях зимне-весеннего хранения до наступления устойчивого весеннего потепления в зерне кукурузы не наблюдаются существенные биохимические изменения.

2. Более активные биохимические процессы, происходящие в зерне после наступления весеннего потепления, наблюдаются в нижних слоях насыпи на обеих бунтовых площадках, а также на площадке № 2, насыпь которой не была оборудована вертикальными вентиляционными каналами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбе В. Р. Самосогревание зерна. Пищепромиздат, 1935.
2. Голик М. Г. Физиолого-биохимические основы хранения кукурузы. Изд. АН СССР, 1955.

3. *Nogel S. M. a Semeniuk G.* Some mold induced changes in chelled corn. „Plant physiol“ v. 22, № 1, 1947.
4. *Козубенко В. Е.* Больше внимания отбору семенной кукурузы. «Семеноводство» № 2, 1935.
5. *Гусев М. А.* Болезнь кукурузы, именуемая «синий глаз», или «синегузка» «Мукомолье и элеваторно-складское хозяйство», № 7—8, 1940.
6. *Zeleny Z.* The sdistribution of nitrogen in the seed of Zea mays at differmt stroges of maturity. „Ser. chem.“, v. 12, № 5, 1955.
7. *Bottomley R. A., Christensen C. M. a. Geddes W. F.* Factors affecting miold in stored maize. „Ser. chem.“, v. 27, № 4, 1950.
8. *Bottomley R. A., Christensen C. M. a. Geddes W. F.* Grain storage studies IX. The influence of varions temperatures, humidities and okygen concentrations on mold growth and biochemical changes in stored yellon corn. „Ser. chem“, v. 27, № 4, 1952.
9. *Bottomley R. A., Christensen C. M. a. Geddes W. F.* Grain storage studies X. The influence of abration, time and moisture conteut ou fat acidity, nonreducing sugars and mold flora of stored yelcow corn. „Ser. chem“, v. 29, № 1.
10. *Ермаков и др.* Методы биохимического исследования растений. Сельхозгиз, 1952.

В. А. СИПАТОВА

ассистент

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ В ПРОЦЕССЕ МАКАРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье изложены результаты исследования влияния давления и температуры на белковый комплекс пшеничной муки в процессе макаронного производства.

Интерес к белковому комплексу пшеничной муки появился очень давно.

В 1745 г. Беккари впервые опубликовал описание метода выделения клейковины из пшеничной муки, отмывая вещества небелковой природы. В 1769 г. подробное, по тому времени, исследование пшеничной клейковины было проведено академиком Моделем в Российской академии наук. Пармантье (1773 г.) подчеркивает особое значение клейковины для хлебопечения. Тэддей (1819 г.) разделил пшеничную клейковину на 2 фракции. Растворимая в спирте была названа глиадином, а нерастворимая — зимомом. В дальнейшем Риттхаузен, Осборн внесли много нового в изучение растительных белков.

Подход к изучению белкового комплекса до последних лет был довольно односторонним.

Все изучали клейковину, отмытую по стандарту. При этом у разных исследователей получался различный химический состав клейковины, обусловленный не только различием объектов, но и различием в методике отмывания. Содержание белковых веществ в клейковине зависело от экспериментатора. Это привело к тому, что химический состав клейковины до настоящего времени не установлен.

Отсутствие единого взгляда на состав клейковины привело к тому, что до настоящего времени нет определенного взгляда на строение клейковины.

А. Г. Кульман, например, считает клейковину адсорбционным соединением белковых мицелл, объединяемых в α — глиадин, β — глиадин, глютеинин [1].

А. Б. Вакар, изучая образование клейковины при созревании пшеницы, приходит к заключению, что клейковина представляет единое белковое вещество, построенное из однородных молекул, соединенных различными связями [2].

Ряд зарубежных авторов представляют клейковину как комплекс

неограниченного числа фракций, расположенных в порядке изменения их состава и свойств.

Изучая изменения свойств белкового комплекса при воздействии различных технологических режимов в тестоведении, мы пришли к заключению, что наши представления о клейковине, подкрепленные экспериментальными данными, близки к гипотезе А. Б. Вакара.

Очень интересны данные по элементарному составу пшеничного глиаина и глютеина по Осборну (1907 г.) и Княгиничеву (1951 г.).

Элементарный состав пшеничного глиаина и глютеина (%)

Химические элементы	По Осборну 1907 г		По Княгиничеву 1951 г.	
	глиаин	глютеин	глиаин	глютеин
Углерод	52,72	52,34	53,89	52,34
Водород	6,86	6,83	6,82	6,83
Азот	17,66	17,49	17,55	17,59
Сера	1,03	1,08	1,108	1,08
Кислород	21,73	22,26	22,03	22,26

Элементарный состав глиаина и глютеина, по данным двух авторов, колеблется незначительно. Это наводит на мысль, что глиаин и глютеин есть ничто иное, как осколки одного сложно построенного белкового вещества. Разница в том, что при спиртовой обработке клейковины или муки ослабляются одни связи и оторвавшаяся в одном или нескольких местах спиртовая фракция названа глиаином, а при щелочной обработке ослабевают другие связи, оторвавшаяся при этом часть белкового комплекса названа глютеином.

Влияние механических и температурных воздействий на качество и количество белкового комплекса

Приготовление макарон принципиально отличается от приготовления хлеба.

В хлебопекарном производстве основной целью является получение рыхлого, пористого теста, которое хорошо растягивается под давлением углекислого газа. В макаронном производстве стремятся получить плотное, крепкое тесто, способное принимать любую форму при механической обработке [3].

Качество макаронных изделий зависит как от качества сырья, так и от того технологического режима, по которому ведется изготовление макаронных изделий.

Макаронное тесто имеет простой состав. В большинстве случаев это пшеничная мука и вода. Мука представляет раздробленные частички белковой сетки, крахмальные зерна, жировые и другие вещества. При замешивании происходит набухание коллоидных компонентов муки за счет поглощения воды и образование тончайших нитей и пленок белкового вещества, связывающих и склеивающих между собой зерна крахмала. Образуется скелет теста.

Структура теста определяет физические свойства сырых изделий — связность, плотность, упругость, а также качество высушенных изделий.

Структура и физические свойства теста определяются в основном количеством и качеством белковых веществ и углеводов. Но помимо этого на свойства теста оказывают влияние замес и механические воздействия.

В литературе отмечается, что с повышением температуры замеса скелет теста становится более растяжимым, впитывание влаги мукой происходит энергичнее, процесс вымешивания происходит быстрее.

При сильном увеличении температуры начинается процесс клейстеризации крахмала, белковый комплекс теряет способность давать отмываемую клейковину с присущими ей свойствами. Тесто делается рвущимся, неупругим.

Температура, вызывающая полную дезагрегацию (неотмываемость) клейковины, понижается с увеличением влажности теста. Чем выше влажность теста, тем ниже денатурирующая температура.

В хлебопечении (влажность 65—85 %) неотмываемость клейковины наступает при 53—55° С.

В макаронном производстве (влажность 30—32 %) неотмываемость клейковины наступает при 60—70° С.

Увеличение продолжительности замеса ведет к потере связности, к уменьшению прочности, т. е. к ухудшению качества.

Микробиологические и ферментативные процессы в макаронном производстве не имеют большого значения.

В настоящее время в макаронной промышленности применяется в основном 2 вида формовочного оборудования. Это шнековые и гидравлические прессы.

При шнековом прессовании замес теста осуществляется в корытообразной месилке, внутри которой вращается вал с закрепленными на нем лопастями. Прессующим органом являются шнеки. Тесто при помощи шнеков нагнетается в тестовую камеру. При этом температура теста повышается до 55 — 61°.

Давление в шнековом прессе достигает 50—60 атм. На гидравлическом прессе давление равно 150—200 атм.

Для изготовления макарон употреблялась мука со следующими показателями: влажность 13,86 %; зольность 0,5 %; кислотность 4 %; общий азот 14,8 %; сырая клейковина 47,25 %; растяжимость 25 %.

С повышением температуры замеса теста и прессования в полуфабрикате и готовых изделиях наблюдается резкое снижение количества отмываемой клейковины. Клейковина при этом приобретает темный цвет и губчатую структуру. Время истечения из пластометра уменьшается (табл. 1).

Снижение количества отмываемой клейковины вызвано частичной денатурацией белкового комплекса. Из наблюдений над готовыми изделиями следует, что при повышении температуры замеса и прессования готовые изделия при варке распадались, теряли трубчатую форму, хотя механическая прочность на ломкость сухих изделий оставалась в пределах нормы. В данном случае следует предположить [4], что роль связывающего элемента принимает на себя крахмал, который при повышении температуры клейстеризуется и придает необходимую прочность готовым изделиям.

Для уточнения влияния температуры на выход и качество клейковины был проведен следующий опыт в лабораторных условиях. Из отобранной пробы полуфабриката ($t=35^\circ$) была отмыта клейковина и определено ее качество.

Проба теста была разделена на несколько частей, каждая часть была прогрета до определенной температуры в термостате в течение часа.

Т а б л и ц а 1

Р е ж и м ы	Время истечения из пластометра в сек.	Выход клейко- вины в %
Режим I Температура теста при замесе 27° Температура обогрева воды 40° Продолжительность замеса 17 мин. Давление 150 атм.	Тесто—36 Полуфабрикат—25 Готовые изделия 14	Тесто—42,10 Полуфабрикат 40,80 Готовые изделия—38,00
Режим II Температура теста при замесе 55° Температура воды 75° Продолжительность замеса 17 мин. Давление 150 атм.	Тесто—21 Полуфабрикат—10 Готовые изделия -3,8	Тесто — 37,05 Полуфабрикат 20,71 Готовые изделия—16,15

Первая проба была прогрета до 35°, т. е. до температуры, соответствующей температуре полуфабриката после выхода из гидравлического пресса. Последующие пробы прогревались до 45, 55, 62 и 67° (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Наименование сырья для получения клейковины	Нагрев в °	Время истечения из пластометра в сек.	Органолептическая оценка клейковины
Полуфабрикат	35	5	Крошащаяся, губчатая
Тесто	35	44	Серая, эластичная
Тесто	45	41,5	Серая, эластичная
Тесто	55	20	Темносерая, неупругая
Тесто	62	5,6	Темная, крошащаяся, губчатая
Тесто	67	2	Темная, крошащаяся, губчатая

Происходившие изменения объясняются следующим. Полуфабрикат в данном технологическом процессе имел самую максимальную $t = 35^\circ$ (температура обогрева воды). При этой температуре клейковина теста имеет нормальные физические свойства, в то время как клейковина полуфабриката совершенно потеряла свою эластичность, упругость, время истечения из пластометра стало всего 5 сек.

Что могло быть причиной дезагрегации белкового комплекса?

Оставалось проверить, в каком направлении влияют давление (150 атм) и прохождение через отверстия матрицы. Для этого был поставлен следующий опыт на лабораторном прессе.

Из тестомесилки было взято тесто после замеса, отмыта клейковина, определен ее выход, время истечения из пластометра, произведена органолептическая оценка.

Оставшееся тесто было помещено в пресс, где в течение 12 мин.

было произведено выпрессовывание полуфабриката. Часть теста была оставлена в прессе для анализа клейковины. В результате получены следующие данные (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Наименование	Выход клейко- вины в %	Время истечения из пласто- метра в сек.	Органолептическая оценка
Клейковина из муки	36,4	44,1	Светлосерая, эластичная
Клейковина из теста в конце замеса	31,2	25,6	Светлосерая, эластичная
Клейковина из теста, подвергнутая давлению в 150 атм.	29,3	18,4	Серая, малоэластичная
Клейковина из полуфабриката	26,8	7,2	Темноватая, губчатая, рвущаяся
Клейковина из готовых макарон.	24,9	4,3	Темная, губчатая, крошащаяся

Эти опыты свидетельствуют о том, что все этапы макаронного производства связаны с дезагрегацией белкового комплекса. Отсюда становится ясным, почему твердые пшеницы являются лучшим сырьем для макаронной промышленности.

Белковый комплекс твердых пшениц при производстве макарон остается без больших изменений, что связано с выработкой высококачественной продукции.

Еще большие воздействия на тесто происходят при шнековом прессовании. Клейковина, отмытая из теста, взятого из месилки прессы, светлая, эластичная. После прохождения теста через шнеки, отмытая из него клейковина приобретает губчатую структуру серого цвета и крошится.

Дальнейшее исследование изменений белкового комплекса проводилось в нескольких направлениях, а именно: определялось изменение количества белковых фракций по Ермакову [5], т. е. солерастворимые, глиадин, глютеин, неглиадины, небелковые вещества; определялось изменение атакуемости белкового комплекса, время истечения из пластометра и производилась органолептическая оценка.

Как известно, о качестве белков можно судить по различным данным. С одной стороны, можно изучать количество аминокислот, входящих в состав выделенного препарата белка или всего изучаемого объекта. Такое изучение связано с глубоким разрушением структуры белков, с их гидролизом. С другой стороны, можно определять количество отдельных белковых фракций в общем белковом комплексе.

Мы изучали изменения количества белковых фракций в зависимости от технологии тестоведения.

При выборе данной методики исходили из предположения, что физические свойства клейковины обуславливаются не глубокими, химическими изменениями, а изменением морфологии белкового комплекса, изменением структуры с перегруппировкой связей. Эта мысль вполне согласуется с современными взглядами на структуру белковой молекулы. Аминокислотные остатки и более крупные звенья могут соединяться между собой не только пептидными и дикетопиперазиновыми, но

и другими формами связи. Установлено наличие дисульфидных связей между отдельными пептидными цепями.

Существенную роль играют гидроксильные группы. Эти группы могут вступать во взаимодействие, например, с карбоксильными группами, образуя в молекуле белка сложноэфирные связи.

Установлено также, что пептидные цепи могут соединяться между собой солевыми и водородными связями, более слабыми, чем другие связи, имеющиеся в белковом комплексе (пептидные, дисульфидные, сложноэфирные).

Кроме того, огромное многообразие реакционных возможностей белкового комплекса в целом обуславливаются наличием различных свободных групп и радикалов (аминных, гидроксильных, дисульфидных, карбоксильных, имидазольных).

Важнейшей особенностью белков является их способность неодинаково растворяться в различных растворителях.

Это обусловлено различным строением белков и специфичностью действия растворителей. В зависимости от методики фракционирования можно получить различные фракции.

Таким образом, этот путь дает больше возможностей судить о морфологических и структурных изменениях белкового комплекса, чем расщепление на аминокислоты. И если бы удалось точно установить, на какие связи, группы, радикалы действует тот или иной растворитель, то это дало бы возможность несколько глубже заглянуть в структуру белковых молекул.

Относительно методики фракционирования следует отметить, что полнота извлечения белков зависит от степени измельчения материала, от полноты разрушения клеток.

Чтобы полностью извлечь белки, приходилось все препараты клейковины измельчать до прохода через сито IX. Кроме того, тонкоизмельченная клейковина при соприкосновении с растворителями (K_2SO_4) давала при растирании снова единую массу.

Чтобы обойти это препятствие, нами был приготовлен пшеничный крахмал, тщательно очищенный, который добавлялся в одинаковом количестве к каждой навеске. При растирании получалась однородная кашеобразная масса.

Извлечение велось из 2 параллельных навесок по 1 г клейковины (сухой, тонкоизмельченной). Для полноты измельчения добавлялось по 2 г кварцевого песка, измельченного до прохода через сито с отверстиями 1,75 мм и схода с сита с отверстиями 0,5 мм.

Остальные операции велись согласно методике Ермакова.

Определение атакуемости проводилось на сухом веществе клейковины. В качестве фермента был взят пепсин, имеющий непосредственное отношение к процессу пищеварения. Эффект атакуемости определялся по количеству азота, не осаждающемуся 2%-ной трихлоруксусной кислотой.

Сырьем для изготовления исследуемых рожков и макарон служила товарная мука (табл. 4).

Анализ физических свойств изучаемых препаратов клейковины показывает, что имеется некоторое изменение ее свойств на отдельных этапах технологического процесса: происходит расслабление белкового комплекса; уменьшается время истечения из пластометра; уменьшается растяжимость и выход клейковины. В сухих изделиях вместо светлой,

Таблица 4

Показатели качества	Товарная мука для изготовления рожков	Товарная мука для изготовления макарон
Влажность	12,0 %	12,5 %
Кислотность	4,1 %	4,0 %
Выход сырой клейковины	33,5 %	39,5 %
Время истечения из пластометра	80 сек.	101 сек.
Общий азот	15,47 %	15,56 %

блестящей и упругой клейковины получаем темную, крошащуюся (табл. 5).

В этом же направлении изменяется атакуемость белкового комплекса пепсином. С уменьшением упругости клейковины возрастает атакуемость. И только в готовых изделиях, несмотря на то, что клейковина, получающаяся из размолотых макарон или рожков, очень слабая, атакуемость падает.

Таблица 5

Наименование объекта	Время истечения из пласто- метра в сек.	Растя- жимость в см	Количе- ство от- мываемой клейко- вины (выход) в %	Атакуе- мость в мг N	Органолептическая оценка
Клейковина из муки для рожков	80	21	33,5	1,031	светлая, блестящая, упругая
Клейковина из теста для рожков	32	10	28,4	1,201	светлая, менее упру- гая
Клейковина из полуфаб- риката для рожков	7,5	рвется	26,7	1,311	темносерая, рвущая- ся
Клейковина из сухих из- делий	мгновенно	рвется	24,1	0,904	темная, крошащаяся
Клейковина из муки для макарон	101	19	39,5	0,885	светлая, блестящая, упругая
Клейковина из теста для макарон	74	16	36,3	0,990	светлая, упругая
Клейковина из полуфаб- риката для макарон	9	5	34,4	1,151	темносерая, рвущая- ся
Клейковина из сухих из- делий	3	рвется	33,0	0,795	темная, крошащаяся

Объяснение этому факту следует, очевидно, искать в уменьшении реактивной способности белков вследствие анактивирования функциональных групп белка. Эти группы могут вступать во взаимодействие, например, с сахаром, накапливающимся в процессе замеса и формования макарон.

Изменение физических свойств изучаемой клейковины находится в некотором соответствии с изменением белковых фракций.

Из анализа данных по фракционированию можно заключить, что при переходе от клейковины, отмытой из муки, к клейковине, отмытой из теста и из полуфабриката, наблюдается уменьшение количества глиадина и рост количества глютеина (табл. 6).

Таблица 6

Наименование объекта	Общий азот в %	Солерас- твори- мый азот в %	Небелко- вый азот в %	Неглиа- дины в %	Глиадин в %	Глюте- нин в %	Глиадин к глютенину
Клейковина из му- ки для рожков	16,65	6,04	2,01	2,82	70,52	21,38	3,29 : 1
Клейковина из те- ста для рожков	16,90	5,32	1,91	0,61	68,38	25,33	2,69 : 1
Клейковина из по- луфабриката для рожек	16,86	4,62	2,40	0,69	62,87	31,09	2,02 : 1
Клейковина из му- ки для рожков	15,23	6,32	1,80	0,25	72,79	19,30	3,77 : 1
Клейковина из те- ста для макарон	15,62	4,58	1,62	0,20	70,74	21,08	33,4 : 1
Клейковина из по- луфабриката для макарон	15,62	3,09	1,15	0,13	65,67	30,07	2,18 : 1

Из данных таблицы следует, что между качеством клейковины и отношением глиадина к глютенину существует некоторая корреляция. В рожковых и макаронных препаратах свойства белкового комплекса изменяются в сторону расслабления; отношение глиадина к глютенину при этом идет в сторону уменьшения.

Соотношению глиадина и глютемина в муке и клейковине посвящено много работ. Неоднократно высказывалось мнение о связи качества клейковины с количественным соотношением глиадина и глютемина. Эти положения подтвердить опытными данными не удавалось.

Проскуряков и Тишина, Козьмина и Понцова, Княгиничев и другие пришли к выводу, что нет корреляции между соотношением глиадин — и качеством клейковины. глютеин

Следует отметить, что большинство исследователей искали связь между соотношением глиадина и глютемина и хлебопекарными качествами муки. При этом извлечение белков проводилось из муки, что, как известно, отрицательно сказывается на точности данных.

С первого взгляда может показаться, что количество глиадина и глютемина определяет свойства белкового комплекса. Но это только с первого взгляда, а на самом деле скрыты связи, функциональные группы, которые и определяют свойства.

Что значит большой процент глиадина?

Это значит, что в белковом комплексе имеется много связей, которые способствовали ослаблению клейковины и разрываются спиртом.

В наших исследованиях мы изучали изменения белкового комплекса в зависимости от различных воздействий технологического режима.

Извлечение глиадина и глютемина велось из тонкоизмельченных препаратов клейковины. Клейковина отмывалась до полного удаления крахмала.

Клейковина, отмываемая по стандарту, не может служить препаратом для изучения изменений свойств белкового комплекса в процессе тестоведения, так как, например по Смирному, такая клейковина содержит 80,7% белковых веществ, 8,5% жира, 7,92% углеводов, 0,92% золы, что, конечно, сказывается на проценте белковых веществ. Чем

лучше отмыта клейковина от примесей, тем выше процент белковых веществ, тем надежней результаты фракционирования.

На качество готовой продукции большое влияние оказывает качество муки. Нам удалось проследить влияние технологии макаронного производства на белковый комплекс дефектной муки. Клейковина, отмытая из такой муки, была сильно растяжимой, провисала, совершенно не обладала упругостью. Клейковина, отмытая из теста (конец замеса) и из полуфабриката, была липкой, расплывающейся, темного цвета. Из готовых изделий отмыть клейковину вовсе не удалось.

В процессе технологического режима наблюдается усиленное расслабление белкового комплекса. В соответствии с этим идет изменение соотношения глиадин и глютемина. Отношение глиадин и глютемина увеличивается.

Атакуемость с расслаблением клейковины увеличивалась (табл. 7).

Таблица 7

Наименование объекта	Общий азот в %	Солерас- твори- мый азот в %	Небелко- вый азот в %	Неглиа- дин в %	Глиа- дин в %	Глюте- нин в %	Глиадин глютемин в %
Клейковина из му- ки для макарон	15,33	3,37	1,29	1,29	51,91	42,81	1,21 : 1
Клейковина из те- ста для макарон	15,85	3,90	0,19	1,33	61,54	32,32	1,37 : 1
Клейковина из по- луфабриката для макарон	15,44	7,03	3,97	0,74	78,08	13,46	5,80 : 1

Физические свойства изучаемых препаратов клейковины и атакуемости
(в случае незрелой муки)

Наименование объекта	Время истечения из пластометра	Растяжимость	Атакуе- мость в мг N	Органолепти- ческая оценка
Клейковина из му- ки для макарон	29,5 сек.	36 см	1,326	Неупругая, про- висающая, свет- лая
Клейковина из те- ста для макарон	12,4 сек.	бескон. тян.	1,399	Неупругая, свет- лая, липкая
Клейковина из по- луфабриката для макарон	мгновенно	бескон. тян.	1,487	Темно-серая, распл., липкая

Таким образом, в результате исследования изменений белкового комплекса в макаронном производстве можно сделать следующие выводы:

1. Причиной дезагрегации белкового комплекса являются условия технологического режима.
2. Пшеничная мука с «сильной» клейковиной является более подходящей для изготовления макарон, так как дезагрегация белкового комплекса идет слабее.
3. Анализ данных по фракционированию дает возможность установить некоторую закономерность между изменением белковых фракций и качеством белкового комплекса.

4. Изменения белкового комплекса в макаронном производстве являются следствием изменения структуры белковых молекул, изменения связей и функциональных групп в белковом комплексе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кульман А. Г.* Коллоиды в хлебопечении, Пищепромиздат, М., 1953.
2. *Вакар А. Б.* Вопросы качества и переработки зерна, Труды ВНИИЗ, Заготиздат, М., 1952.
3. *Козьмина Н. П., Кретович В. Л.* Биохимия зерна и продуктов его переработки, Заготиздат, 1951.
4. *Лукьянов А. А.* Технология макаронного производства, Пищепромиздат, М., 1939.
5. *Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К.* Методы биохимического исследования растений. Сельхозгиз, 1952.

Л. Е. СИНЕЛЬНИКОВА
канд. техн. наук,
Н. В. РОМЕНСКИЙ,
доктор биол. наук, профессор

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЦ ЮГА УКРАИНЫ

Произведены исследования важнейших сортов пшениц юга Украины и установлен факт не только снижения технологических свойств зерна пшеницы в результате орошения, но и повышения их для некоторых сортов.

Сортовые особенности зерна играют при этом решающее значение.

Из исследованных сортов для поливного земледелия может быть рекомендован сорт Одесская 16.

Сорт Пименка, несмотря на его высокую урожайность, по своим технологическим свойствам уступает другим сортам и вряд ли может быть рекомендован для поливного земледелия.

Задачей настоящего исследования было изучение биохимических и технологических свойств наиболее ценных и распространенных сортов озимых пшениц юга УССР, выращенных в поливных и суходольных условиях.

Цель нашего исследования — получение объективных данных для выбора оптимальных сортов озимых пшениц, предназначенных для орошаемого земледелия юга Украины.

Технологические — мукомольные и хлебопекарные — свойства зерна имеют решающее значение при оценке его качества как сырья для мукомольного производства. Мукомольные и хлебопекарные свойства зерна изменяются в зависимости от районов возделывания пшениц, от наследственных признаков, связанных с сортом, и от комплекса агротехнических мероприятий — удобрения, орошения, обработки почв и др. [7, 11].

По данным С. А. Делиникайтиса [1], П. Н. Шибаяева, А. И. Мурашева [9, 15], Е. В. Сапожниковой [11], К. М. Чинго-Чингаса [13], П. Н. Кизимы [4, 5, 6] у большинства исследованных ими сортов озимых пшениц наблюдалось увеличение общего выхода муки из зерна, выращенного на поливных землях.

Однако в большинстве случаев эти авторы изучали сорта пшениц, утратившие в настоящее время свое народнохозяйственное значение. Другие исследования пшениц проводились только с подразделением их на группы (озимые, яровые, мягкие, твердые) без указания сортов.

Кроме того, указанные выше исследования характеризовались методической односторонностью — мукомольные свойства зерна оценивались только по общему выходу или по выходу 70—72%-ной муки.

Влияние орошения на технологические свойства зерна озимых сортов пшеницы юга Украины исследовалось только Ф. Г. Кириченко [7].

Недостаточно также изучен вопрос о влиянии орошения на свойства муки из зерна орошаемого земледелия.

Предыдущие исследования [9, 10] озимых пшениц поливного происхождения показали, что общие хлебопекарные свойства (объемный выход и пористость) в результате полива не только не ухудшаются, но и во многих случаях улучшаются.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были взяты основные районированные на юге Украины сорта озимых пшениц: Одесская 3, Одесская 12, Одесская 16, а также новые перспективные сорта 289/48 и Пименка урожая 1951, 1952 и 1953 гг., выращенные на поливных и контрольных — неорошаемых — участках Всесоюзного селекционно-генетического института им Т. Д. Лысенко.

Необходимо отметить, что 1951, 1952 и 1953 гг. заметно отличались друг от друга по количеству выпавших осадков.

1951 г. характеризовался значительным недобором осадков; 1952 и 1953 гг. — избыточным (против среднегодовых) количеством осадков.

По данным Всесоюзного селекционно-генетического института урожайность всех сортов озимых пшениц за исследованные нами годы была более высокой на орошаемых участках [2].

Исследовали как само зерно, так и полученную из него муку.

Физические свойства зерна (абсолютный и натурный вес, выравненность, стекловидность) определялись стандартным методом.

Биохимические свойства зерна оценивались: по содержанию общего азота, белковых веществ, клейковины, крахмала, клетчатки, по соотношению белковых фракций в белковом комплексе, зольности, по активности α — и β — амилаз.

Подробные результаты этих исследований изложены в отдельной статье.

Мукомольные свойства зерна исследовались путем лабораторных помолов. Подготовка зерна к помолу осуществлялась во всех исследованиях по одной и той же схеме.

При этом от зерна отделяли все примеси, находившиеся в незначительном количестве, верхний покров зерна очищали на обойке и увлажняли зерно с последующей отлежкой. Режим увлажнения и отлежки устанавливался в зависимости от первоначальной влажности и биотанических и коллоидных свойств зерна (типа и стекловидности).

Помол образцов производился по схеме с 6—7 драными и 10—11 размольными системами.

Мукомольные свойства зерна оценивались по следующим показателям: общему выходу муки, вымалываемости (остаток крахмала в отрубях и мучке); относительной и абсолютной зольности муки общего выхода и муки 72%-ного выхода, а также по другим, общепринятым показателям качества 72%-ной муки.

Для сохранения стабильности технологического процесса при переработке различных сортов зерна режим измельчения на драных и первых размольных системах регулировался в зависимости от извлечения муки и крупок с первых 3 драных систем — от выхода муки с

первых 4 размольных систем, от абсолютной и относительной зольности муки 72%-ного выхода.

Хлебопекарные и биохимические свойства муки оценивались по образцу муки 70—72%-ного выхода, в котором содержание оболочек было незначительно и не искажало полученных результатов биохимических и хлебопекарных достоинств зерна.

Качество полученной муки оценивалось по содержанию общего азота и белковых веществ, соотношению белковых фракций, по выходу клейковины и ее качеству, по физическим свойствам теста.

Физические свойства теста исследовались при помощи альвеографа [11].

Хлебопекарные свойства зерна оценивались по результатам лабораторных выпечек хлеба без добавления сахара и с сахаром.

Качество хлеба оценивалось по следующим показателям: объемному выходу, пористости, органолептической оценке корки, мякиша и пор.

Все исследования были проведены общепринятыми методами без существенных отклонений.

Результаты экспериментальных исследований

Влияние орошения на мукомольные свойства зерна. Влияние орошения на некоторые показатели качества зерна различных сортов озимых пшениц юга Украины показано в табл. 1.

Физические свойства зерна, выращенного в условиях орошения и на суходольных участках, зависят от его сортовых особенностей и от метеорологических условий, что подтверждается данными засушливого 1951 г. и обильного осадками 1952 г. Анализируя данные этой таблицы, можно установить, что наименее крупное зерно (сход с сита $2,75 \times 20$ мм) дали на поливных землях сорта «Одесская 3» и «Пименка», наиболее крупного зерна — сорта «289/48» и «Одесская 16».

Наименьшей стекловидностью и наиболее низкой натурой характеризуется зерно сорта Одесская 12 с поливного участка.

Влияние орошения на мукомольные свойства зерна различных сортов пшениц показано в табл. 2 и 3.

Таблица 1

Качество зерна озимых пшениц урожая 1952 г., выращенных на поливных и неполивных землях

Сорт	Участок	Объемный вес (натура) зерна в г/л	Стекло-видность в %	Крупнота (сход с сита $2,75 \times 20$ мм) в %	Абсолютный вес в г	Выход сырой клейковины в %
«Одесская 3»	контрольный	821	78	53,1	30,6	25,8
	поливной	820	70	53,7	30,4	26,8
«Одесская 12»	контрольный	801	68	60,2	32,3	30,4
	поливной	796	64	59,1	32,1	30,0
«Одесская 16»	контрольный	812	78	62,0	31,8	27,4
	поливной	805	67	60,8	31,6	27,5
«Пименка»	контрольный	822	75	50,3	34,5	19,9
	поливной	817	72	54,4	33,9	22,1
«289/48»	контрольный	820	88	72,5	34,5	28,5
	поливной	811	89	70,6	34,9	31,8

Режим измельчения при переработке всех сортов пшениц был постоянным. Это давало возможность оценивать мукомольные свойства пшениц также и по общему выходу муки.

Постоянство режима подтверждается результатами балансов помолов:

- а) муку драных систем отбирали 8,3—11,7%;
- б) крупку с первых 3 драных систем отбирали от 50,9 до 55,7%, за

Таблица 2

Влияние орошения на мукомольные свойства зерна озимых пшениц урожая 1951 г.

Сорт	Участок	Общий выход в %			Зольность в %					Крахмал в отрубях в %
		муки общего выхода	„мучки“	отрубей	зерна	муки общего выхода	относительная зольность муки общего выхода	зольность муки для хлебопекарной выпечки	относительная зольность муки для хлебопекарной выпечки	
„Одесская 3“	контрольный	77,72	6,31	15,97	1,77	0,85	0,48	0,80	0,44	19,3
	поливной	77,37	5,68	16,92	1,94	0,77	0,39	0,72	0,37	19,4
„Одесская 12“	контрольный	76,85	3,25	19,9	1,75	0,78	0,45	0,72	0,41	19,5
	поливной	75,93	6,52	17,55	1,79	0,67	0,39	0,67	0,37	17,9
„Одесская 16“	контрольный	78,46	4,02	17,52	1,70	0,79	0,45	0,71	0,42	20,6
	поливной	76,75	5,27	17,98	1,71	0,72	0,42	0,69	0,41	17,4

Таблица 3

Влияние орошения на мукомольные свойства зерна озимых пшениц урожая 1952 г.

Сорт	Участок	Общий выход в %			Зольность в %					Остаток крахмала в отрубях в %
		муки общего выхода	„мучки“	отрубей	зерна	муки общего выхода	относительная зольность муки общего выхода	муки для хлебопекарной выпечки	относительная зольность муки для хлебопекарной выпечки	
„Одесская 3“	контрольный	79,00	4,00	17,00	1,96	0,76	0,39	0,70	0,35	18,5
	поливной	78,70	4,10	17,20	2,14	0,77	0,36	0,75	0,35	18,5
„Одесская 12“	контрольный	75,12	5,03	19,85	1,91	0,71	0,37	0,69	0,36	18,5
	поливной	75,23	4,60	20,20	2,06	0,77	0,37	0,75	0,36	20,1
Одесская 16“	контрольный	77,52	4,35	18,13	1,88	0,76	0,40	0,69	0,37	19,2
	поливной	77,17	5,60	17,23	1,86	0,73	0,39	0,71	0,38	18,4
„Пименка“	контрольный	76,73	5,85	17,42	1,80	0,78	0,43	0,75	0,42	25,2
	поливной	75,10	4,90	20,60	1,90	0,70	0,37	0,66	0,36	26,1
„289/48“	контрольный	79,86	2,47	17,67	1,71	0,73	0,42	0,66	0,39	25,0
	поливной	78,25	2,45	19,30	2,10	0,71	0,34	0,69	0,33	22,4

исключением помола пшеницы Одесская 3 без полива урожая 1951 г., когда крупок было отобрано несколько меньше, т. е. 49,62 %;

в) муку с первых размольных систем отбирали в пределах 50—54 %.

Анализ данных табл. 2 и 3 показывает, что общий выход муки из зерна пшениц с орошаемых участков урожая 1951 и 1952 гг. мало изменялся или же наблюдалось некоторое незначительное отклонение в пределах ошибок опыта в сравнении с общим выходом муки из зерна контрольных участков.

Сравнивая вымалываемость зерна изучаемых сортов, можно констатировать, что только один сорт Одесская 16 с поливных участков (как в 1951 г., так и в 1952 г.) дали лучшую вымалываемость, чем с контрольных участков. Наиболее низкую вымалываемость показали сорта Пименка и 289/48, у которых остаток крахмала в отрубях и мучке превышал норму.

Относительная зольность муки общего выхода и 72 %-ного выхода либо не изменялась, либо давала величины ниже зольности соответствующей муки из зерна неполивных участков.

Орошение оказывает также влияние и на другие качественные показатели муки, данные которых приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние орошения на качество муки озимых пшениц урожая 1952 г.

С о р т	Участок	Содержание белковых веществ (N×5,7) в %	Выход клейковины в %		Время истечения из пластометра в м/сек	Гидратация клейковины в %
			сырой	сухой		
Одесская 3*	контрольный	13,88	32,25	10,0	1'55"	233
	поливной	13,05	31,50	9,97	1'23"	216
Одесская 12*	контрольный	15,33	34,80	10,89	1'56"	222
	поливной	13,74	32,15	10,06	1'36"	220
Одесская 16*	контрольный	14,42	33,0	10,35	2'23"	219
	поливной	14,53	32,8	10,50	2'45"	212
Пименка*	контрольный	11,68	27,8	8,84	1'19"	214
	поливной	11,78	28,6	9,17	1'01"	212
289/48	контрольный	14,25	35,3	11,25	2'56"	214
	поливной	15,45	39,2	12,63	3'22"	210

Содержание общего азота и белковых веществ, а также выход клейковины и ее гидратационная способность и время истечения из пластометра уменьшались в муке из зерна поливных участков всех сортов пшениц, за исключением Одесская 16 урожая 1951 и 1952 гг. и 289/48 урожая 1952 г.

Мука из зерна сорта Пименка с неполивных и поливных участков имела наиболее низкие показатели содержания белковых веществ и выхода сырой и сухой клейковины. Под влиянием орошения клейковина из муки этого сорта формировалась более слабая, пластичная, со сниженной гидратационной способностью.

Мука тех сортов пшениц, которые дали повышение количества белковых веществ при орошении, одновременно дала повышение выхода сырой и сухой клейковины и увеличение времени истечения из пласто-

метра. Клейковина муки этих пшениц, таким образом, характеризовалась повышением упругости и снижением пластичности, т. е. улучшением важнейших ее коллоидных свойств.

Орошение вызвало значительные изменения в соотношении белковых фракций муки в благоприятном для хлебопечения направлении, а именно: повысилось содержание глиадина и глютеина и снизилось содержание солерастворимых азотных веществ.

Подробные данные по этому вопросу изложены в отдельной статье.

Влияние орошения на хлебопекарные свойства муки. Результаты исследования физических свойств теста из 72%-ной муки различных сортов пшениц с поливных и контрольных участков приведены в табл. 5.

Таблица 5

Влияние орошения на хлебопекарные свойства муки озимых пшениц урожая 1952 г.

Сорт	Участок	Выход клейковины в %	Время истечения из пластиметра в м/сек	Данные альвеограмм				Водопоглощение, %	Объемный выход хлеба из 100 г муки в мл.		Разность
				Упругость P в мм	растяжимость L в мм	$\frac{P}{L}$	«сила» муки		без сахара	с сахаром	
„Одесская 3“	контрольный	32,25	1'55"	73	83	0,88	134	68,0	406	421	3,7
	поливной	31,50	1'23"	68	68	1,00	70	70,0	403	433	6,9
„Одесская 12“	контрольный	34,80	1'56"	74	80	0,92	149	70,2	380	615	35,7
	поливной	32,15	1'36"	68	79	0,87	108	70,0	326	521	59,8
„Одесская 16“	контрольный	33,0	2'23"	101	82	1,23	177	72,0	328	470	43,2
	поливной	32,8	2'45"	89	108	0,82	184	72,0	341	475	29,0
„Пименка“	контрольный	27,8	1'19"	80	59	1,35	117	71,0	379	490	29,3
	поливной	28,6	1'01"	51	96	0,56	93	69,0	375	476	26,9
„289/48“	контрольный	35,3	2'56"	109	75	1,45	233	71,0	378	496	31,2
	поливной	39,2	3'22"	106	109	0,97	279	70,0	382	494	29,3

Данные этой таблицы показывают, что орошение оказывает заметное влияние на физические свойства теста.

Те сорта пшениц (Одесская 3, Пименка), клейковина которых под влиянием орошения снизила показатели время истечения из пластиметра, дали и тесто с худшими коллоидными и физическими свойствами: уменьшилась упругость, увеличилась растяжимость, удельный расход энергии на деформацию теста («сила» муки) снизился.

Таким образом, свойства теста из муки зерна этих сортов под влиянием орошения ухудшаются. Это особенно проявляется на конфигурации альвеограммы теста из муки сорта Пименка, у которой $W = 93 \cdot 10^3 \text{ эрг}$, $\frac{P}{L} = 0,56$, что говорит о неудовлетворительных хлебопекарных свойствах (рис. 1).

У сортов Одесская 16 и 289/48 урожая 1952 г. с крепкой клейковиной, с большим временем истечения из пластиметра, с большим удель-

ным расходом энергии на деформацию теста («сила» муки) полив не только не ухудшил, а наоборот, улучшил физические свойства теста.

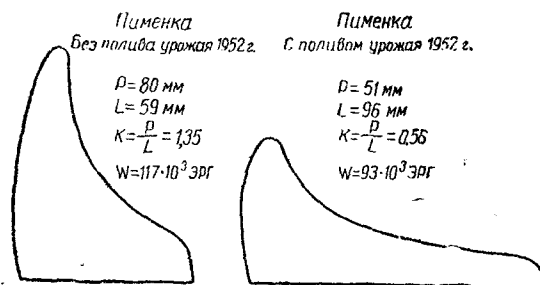


Рис. 1. Альвеограммы теста из образцов муки пшеницы «Пименка» урожая 1952 г.

Этот вывод наглядно подтверждают конфигурации альвеограмм и суммарные хлебопекарные показатели (рис. 2).

Из данных табл. 4 можно сделать вывод об обратной зависимости между пластичностью и «силой» муки (W), а именно: с увеличением

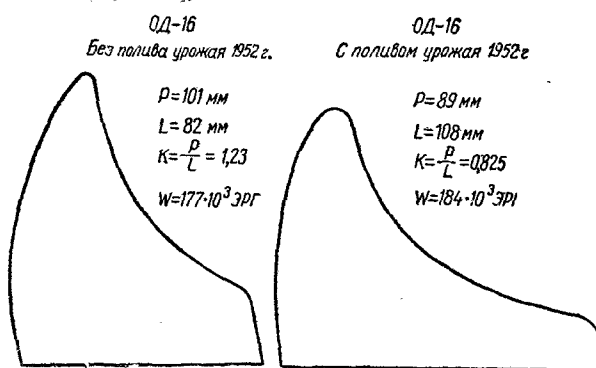


Рис. 2. Альвеограммы теста из образцов муки пшеницы «Одесская 16» урожая 1952 г.

времени истечения клейковины из пластометра уменьшалась ее пластичность и увеличивалась «сила» муки (W).

Данные табл. 5 показывают, что орошение в основном не ухудшает хлебопекарные свойства озимой пшеницы, а у некоторых сортов даже улучшает их.

При выпечке хлеба без добавления сахара из муки пшениц с поливных участков (за исключением сорта 289/48) объемный выход хлеба относится к категории ниже средней. Это, по-видимому, связано с недостаточной газообразующей способностью муки вследствие слабой активности амилазного комплекса и относительно меньшей атакуемости крахмала амилазой.

Такое предположение подтверждается результатами исследования активности амилазного комплекса. У сортов Одесская 16 и 289/48 под влиянием орошения активность β — амилазы уменьшалась, а активность α — амилазы несколько увеличивалась.

При выпечке хлеба с сахаром объемный выход хлеба из муки зерна с поливных участков увеличивался.

Наибольшую положительную реакцию на добавление сахара дает мука из орошаемых пшениц Одесская 16 и Одесская 12. Это обстоятельство имеет особо важное значение для хлебобулочного и кондитерского производства.

Сорт Пименка слабее реагировал на добавление сахара. Это обстоятельство можно объяснить недостаточной газоудерживающей способностью вследствие невысокого качества клейковины и ухудшения физических свойств теста этого сорта пшеницы в результате полива.

Газообразующая способность муки из зерна этого сорта, вероятно, была достаточна, так как при поливе активность β — амилазы для данного сорта повышалась, что подтверждается результатами выпечки хлеба без добавления сахара.

Пористость хлеба из муки пшениц, собранных с поливных участков в 1952 г., либо увеличивалась (за исключением Одесская 3), либо не изменялась в сравнении с пористостью хлеба из муки пшениц неполивных участков.

Водопоглотительная способность муки в результате полива меняется мало, только у сорта Пименка уменьшается она с 71,1 до 69,4%.

По комплексу показателей готового хлеба — объемному выходу, пористости, окраске корки, цвету и структуре мякиша — сорта Одесская 16, 289/48 и Одесская 12 с орошаемых участков обладают хорошими хлебопекарными качествами.

Хлеб из муки сорта Пименка с орошаемого участка получился светлосерый, с грубой структурой мякиша и неравномерными толстостворными порами. Это говорит об ухудшении хлебопекарных свойств этого сорта в результате полива.

Выводы

На основании результатов экспериментального исследования биохимических и технологических свойств зерна некоторых сортов озимых пшениц (Одесская 3, Одесская 16, Одесская 12, 289/48 и Пименка), выращенных на поливных и неполивных участках Всесоюзного селекционно-генетического института им. Т. Д. Лысенко, можно сделать следующие выводы:

1. Технологические свойства зерна пшениц, выращенных в условиях орошения при прочих равных условиях, зависят от сортовых особенностей зерна и метеорологических условий года.

2. Мукомольные свойства исследуемых пшениц под влиянием орошения не изменяются или же изменяются очень незначительно.

Существенных изменений в общем выходе муки не наблюдается.

3. Лучшую вымалываемость показал сорт Одесская 16, худшую — Пименка и 289/48.

4. Как по биохимическим, так и по физическим свойствам теста наиболее низкого качества муку дал в результате полива сорт Пименка.

5. Хлебопекарные свойства некоторых сортов (Одесская 16, Одесская 12, 289/48) под влиянием орошения улучшаются, других (Пименка, Одесская 3) — ухудшаются.

6. Лучшим из числа изучавшихся сортов озимых пшениц для условий орошаемых южных степных районов УССР по комплексу биохимических, мукомольных и хлебопекарных свойств может быть признан сорт Одесская 16 селекции Всесоюзного селекционного-генетического института им. Т. Д. Лысенко. Этот же сорт по данным института характеризуется и наиболее высокими хозяйственными признаками.

Сорт Пименка, несмотря на высокую урожайность, по своим технологическим свойствам уступает другим сортам с орошаемых участков и поэтому вряд ли может быть рекомендован для орошаемых земель юга Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дарканбаев Т. В. Биохимическая характеристика яровых пшениц Казахстана в связи с их технологическими качествами. Докторская диссертация, 1950.
2. Дилиникайтис С. А. Перспективы роста урожайности в орошаемом земледелии. «Роль орошения в зерновом хозяйстве», стр. 74—94, 1932.
3. Ильичева Н. В. Подбор сортов пшениц для орошаемых земель Украины. Автореферат, Одесса, 1954.
4. Кизима П. Н. Определение мукомольных и хлебопекарных качеств зерна пшеницы. «Селекция и семеноводство», № 1, стр. 11—20, 1952.
5. Кизима П. Н. Влияние полива и удобрений на качество урожая яровой пшеницы. «Советская агрономия» № 12, 1952.
6. Кизима П. Н. Влияние орошения на качество зерна озимой пшеницы по данным Хасавюртовского сортоучастка Дагестанской АССР. Информационный бюллетень Государственной комиссии по сортоиспытанию, № 12, стр. 16—23, 1953.
7. Кириченко Ф. Г., Ильичева Н. В., Вишневский В. П. О подборе сортов пшеницы для условий орошения на юге УССР. «Селекция и семеноводство» № 3, стр. 11—23, 1953.
8. Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы. Сельхозгиз, 1951.
9. Мурашев А. И. Мукомольно-хлебопекарные качества сортов селекции Института зернового хозяйства Юго-Востока СССР, «Социалистическое зерновое хозяйство» № 2—3, стр. 54—64, 1946.
10. Роговский В. Сравнительное исследование пшеницы и ячменя поливных и неполивных участков в Голодной степи. № 2, стр. 139—143; № 3, стр. 198—208, Ташкент, 1916.
11. Сапожникова Е. В. Качество урожая пшениц в условиях орошения. «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», № 12, серии I, III, стр. 127—137, 1935.
12. Теуман С. П. и Зибель В. Я. Альвеограф и его применение. Заготиздат, М., 1941.
13. Чинго-Чингас К. М. Мукомольные и хлебопекарные особенности сортов пшениц СССР. Сельхозгиз, 1931, стр. 376—388.
14. Шибанов П. Н. Качество зерна озимых пшениц. «Социалистическое зерновое хозяйство» № 7—8, Саратов, 1932, стр. 57.
15. Шибанов П. Н., Мурашев А. И. Селекция на мукомольно-хлебопекарные качества зерна, Сельхозгиз, 1933, стр. 52.

*П. Г. ДЕМИДОВ,
канд. техн. наук, профессор*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ

В статье описаны влияние гидротермической обработки комбикорма на качество гранул, применение процесса сушки и охлаждения гранул при пневматическом транспортировании, а также дана характеристика некоторых физических свойств гранул.

Велико значение гранулированных комбикормов в укреплении кормовой базы птицеводческих хозяйств колхозов и совхозов. Гранулированные комбикорма следует вырабатывать в широком ассортименте в зависимости от вида, возраста и продуктивной направленности птиц.

В настоящее время комбикормовая промышленность вырабатывает гранулированные комбикорма в недостаточном количестве и ассортименте, что не отвечает полностью запросам сельскохозяйственного птицеводства.

Производство гранул освоено только на Саратовском комбикормовом заводе, где имеется цех по выработке гранул производительностью 5 т/сутки. Схема технологического процесса этого цеха приведена на рис. 1. К существенным недостаткам схемы следует отнести:

— применение малоэффективного способа сушки и охлаждения гранул, требующего продолжительного времени (до 1,75 часа);

— транспортирование гранул в процессе сушки и охлаждения с применением нории вызывает значительное перетирание и измельчение их;

— для шахтных сушилок и охладительных колонок требуется большая площадь;

— гранулы имеют шероховатую поверхность (задиры) и недостаточную прочность.

Указанные недостатки могут быть устранены при применении новой более прогрессивной технологии: проведение сушки и охлаждения гранул во взвешенном состоянии при пневматическом транспортировании и сепарации мелких частиц и гидротермической обработке рассыпного комбикорма перед прессованием.

На рис. 2 приведена принципиальная схема технологического процесса производства гранулированных комбикормов при применении указанных методов.

Готовый рассыпной комбикорм после контроля на просеивающей

Приведенная схема производства гранул по сравнению со схемой Саратовского комбикормового завода, несомненно, будет иметь более высокие технико-экономические показатели.

Настоящая работа является началом изучения этих вопросов и имеет целью ознакомить с полученными результатами¹.

Опыты по исследованию влияния гидротермической обработки комбикорма на качество гранул проводили с комбикормом, составленным по следующему рецепту (в процентах):

Просо	20
Пшеница	30
Ячмень	10
Горох	8
Отруби	18
Рыбная мука	4
Мясокостная мука	6
Мел	3,2
Соль	0,8

100

Гидротермическая обработка комбикорма проводилась паром в лабораторной тестомесилке закрытого типа с Z-образными месильными органами. Оптимальные результаты гидротермической обработки данного комбикорма получены при следующих значениях основных рабочих параметров: давление пара 2—3 ати, продолжительность пропаривания 5—6 мин. при энергичном перемешивании комбикорма. При начальной температуре комбикорма 18—20° последний после гидротермической обработки имел температуру 70—75°, влажность 35—37% и представлял клейстеризованную тестовую массу. Тестовая масса подвергалась гранулированию на шнековом прессе, матрица которого имела круглые отверстия диаметром 4 мм. Выходящие из пресса тестовые жгуты комбикорма имели гладкую поверхность и обладали достаточной упругостью и эластичностью. Гранулы после прессования имели влажность 32—35%, а температуру 50—55°.

Обработка комбикорма паром значительно уменьшает работу, затрачиваемую на прессование гранул, уменьшает микрофлору комбикорма, увеличивает количество воднорастворимых веществ. Содержание воднорастворимых веществ в обработанном паром комбикорме в 2—2,5 раза больше, чем в необработанном.

Для характеристики прочности гранул последние подвергали испытанию на специальном приборе. Гра-

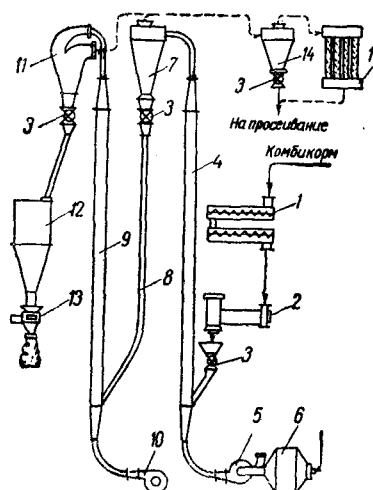


Рис. 2. Принципиальная схема производства гранул с применением гидротермической обработки, сушки и охлаждения во взвешенном состоянии:

1—пропариватель; 2—пресс для гранулирования; 3—шлюзовые затворы; 4—сушильный материалопровод; 5—вентилятор горячего воздуха; 6—калорифер; 7—отделитель гранул; 8—трубопровод горячих гранул; 9—охлаждающий материалопровод; 10—вентилятор холодного воздуха; 11—пневмоаспиратор; 12—бункер для гранул; 13—полуавтоматические весы; 14—циклон; 15—фильтр.

¹ В проведении экспериментальной части участвовали: ассистент С. Т. Никитин, старшие лаборанты А. А. Кочетова, Е. Г. Сазонова.

нулы из обработанного комбикорма обладали в 3—4 раза большей прочностью, чем из необработанного, и имели ровную и гладкую поверхность. Другие физические свойства гранул приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Характеристика физических свойств гранул (при влажности 13%)

Показатели	Единица измерения	Минимум	Максимум	Среднее
Размеры:				
длина	мм	4,15	5,5	4,51
диаметр	"	3,60	3,9	3,75
Вес 100 гранул	г	3,70	4,5	4,00
Насыпной вес	т/м	0,415	0,45	0,43

Таблица 2

Характеристика аэродинамических свойств гранул

Гранулы	Скорость воздуха, м/сек													Скорость уноса, м/сек	
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	начальная	конечная
	% уноса гранул														
После прессования с влажностью 32—35%	—	0,3	0,5	1	1,2	4	7	11,5	30	57,5	89,2	98,5	100	4,5	10
После сушки и охлаждения с влажностью 13%	2	4	5	6	7	14	31,5	79	97	100	—	—	—	4	8,5

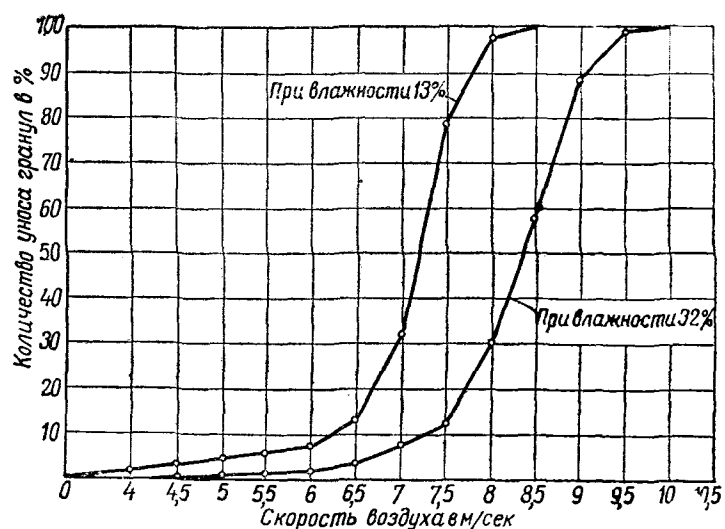


Рис. 3. График зависимости уноса гранул от скорости воздуха

На рис. 3 показана зависимость количества уноса гранул от скорости воздуха. Как видно из графика, унос сухих гранул происходит при меньших скоростях воздуха, чем унос сырых гранул; при этом резкое увеличение количества уноса гранул наблюдается при скорости воздуха 6,5—7,5 м/сек.

Приведенные данные представляют интерес для расчета пневматического транспорта и сепарации гранул при проектировании суши и охлаждения гранул во взвешенном состоянии.

Опыты по исследованию процесса сушки и охлаждения гранул во взвешенном состоянии проводили в лабораторных условиях на специальной пневматической установке.

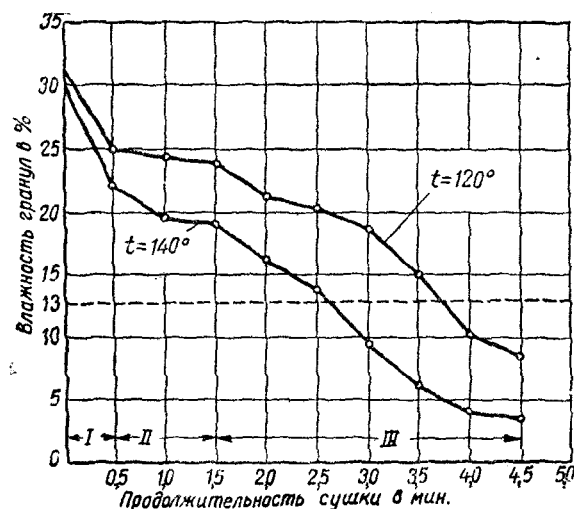


Рис. 4. График изменения влажности гранул в зависимости от продолжительности сушки во взвешенном состоянии

На рис. 4 показано изменение влажности гранул в зависимости от продолжительности сушки во взвешенном состоянии при температуре теплоносителя 120 и 140° .

Как видно из графика, процесс сушки гранул протекает неравномерно, и его можно подразделить на следующие три фазы:

I фаза — быстрое удаление поверхностной влаги (6—8%) за короткий промежуток времени (0,5 мин);

II фаза — замедленное удаление влаги (1—2%) вследствие диффундирования ее из центральных слоев к поверхностным;

III фаза — последующее интенсивное удаление влаги.

Удаление влаги из гранул во взвешенном состоянии достигается при температуре теплоносителя 120° за 3,7 мин., а при 140° — через 2,6 мин.; при этом общий съем влаги равен 17—18%. По данным Саратовского комбикормового завода сушка гранул на шахтной сушилке ВИС-2 при температуре теплоносителя $47-50^\circ$ с доведением влажности гранул до 13% достигается в течение 1,5—1,75 часа.

Приведенные результаты исследования показывают, что процесс сушки гранул во взвешенном состоянии протекает быстрее в 30—35 раз, чем при сушке обычным способом.

После сушки гранулы имели температуру 55—65°, затем подвергались охлаждению. Рис. 5 характеризует изменение температуры гранул в зависимости от продолжительности охлаждения во взвешенном состо-

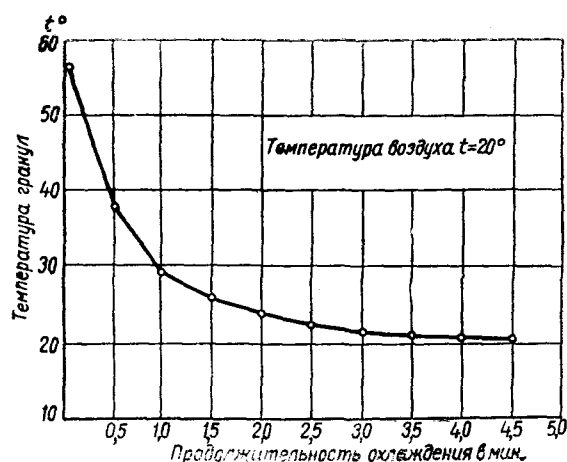


Рис. 5. График изменения температуры гранул в зависимости от продолжительности охлаждения во взвешенном состоянии

янии. Как видно из графика, продолжительность охлаждения гранул до температуры 21° достигается в течение 3 мин. при температуре окружающего воздуха 20°.

Процесс охлаждения гранул в охлаждающей колонке, установленной в цехе гранулирования Саратовского комбикормового завода, не достигает цели, и гранулы выходят недостаточно охлажденными.

В ы в о д ы

Применение гидротермической обработки комбикормов перед гранулированием в процессе сушки и охлаждения гранул во взвешенном состоянии значительно повышает производственную мощность предприятия, улучшит качества гранул и уменьшит издержки производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов П. Г. Технология комбикормового производства, Пищепромиздат, М., 1954.
2. Лебединский И. И. Производство комбикормов, Заготиздат, М., 1956.
3. Федяев В. И. Производство комбинированных кормов, Пищепромиздат, М., 1952.
4. Герасимов С. Я., Пусеп Ф. А. Комбинированные корма, Хлебоиздат, М., 1959.

А. М. КАЛЮЖНАЯ,
канд. техн. наук,
А. Я. НОХОВИЧ,
канд. техн. наук,

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СРОКА ОТЛЕЖКИ СВЕЖЕСМОЛОТОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ НА ЕЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ДОСТОИНСТВА

Задачей исследования является дальнейшее изучение влияния различных сроков хранения свежесмолотой муки на ее хлебопекарные достоинства.

В работе делается попытка установить оптимальные сроки хранения муки со слабой клейковиной с целью улучшения ее хлебопекарных свойств.

Установление сроков хранения свежесмолотой муки имеет большое практическое значение. В литературе имеются весьма противоречивые данные об оптимальных сроках хранения и о процессах, протекающих в муке при хранении.

Изучением этого вопроса занимались Н. П. Козьмина, Л. А. Тривятский, А. И. Островский, А. Я. Ауэрман, С. И. Теумин, Д. П. Изергин, Н. И. Соседов и др.

Н. П. Козьмина [1] установила, что клейковина хранящейся муки претерпевает изменения — увеличивается упругость клейковинного студня и уменьшается водопоглотительная способность при набухании. Поэтому не каждая мука должна быть обязательно подвергнута предварительной отлежке для улучшения качества, а только мука, характеризующаяся слабой клейковиной.

Д. П. Изергин [2] исследовал изменения, происходящие в муке при хранении. Мука II сорта 85%-ного выхода, полученная непосредственно из-под выбоя, хранилась в течение месяца и через каждые 5 дней в ней определяли выход клейковины, количество растворимых белков, сахара, диастатическую активность и кислотность; качество муки оценивали также по хлебопекарной выпечке. Изергин пришел к выводу, что отлежка 85%-ной муки не является обязательной, так как изменений хлебопекарных свойств после отлежки обнаружено не было.

С. И. Теумин [3] изучал изменения физических свойств теста в зависимости от продолжительности отлежки муки. Определение физических свойств теста проводилось на альвеографе. Мука хранилась в лаборатории при комнатной температуре в течение 2 месяцев и испытывалась через каждые 5—10 дней.

В результате этих исследований установлено, что физические свойства теста при 20—25-дневной отлежке не претерпевают существенных изменений.

Л. А. Трисвятский [4] указывает, что необходимо отказаться от «стандартных» сроков хранения муки. При хранении необходимо обязательно учитывать температуру складского помещения и исходные качества зерна.

Клемт [5] приводит данные об изменении хлебопекарных качеств муки при длительном хранении в условиях комнатной температуры. Первая выпечка производилась через 2 недели, вторая — через 2 месяца, третья — через 3 месяца. Изменения физических и химических свойств муки при хранении не изучались. По мнению Клемта отлежка муки может явиться хорошим способом улучшения качества немецких пшениц, отличающихся весьма слабой клейковиной.

Таким образом, вопрос об установлении оптимальных сроков хранения свежесмолотой муки на мельнице нельзя считать в полной мере решенным.

Задачей данного исследования является дальнейшее изучение влияния различных сроков хранения свежесмолотой пшеничной муки высшего, I и II сортов и обойной муки на ее хлебопекарные качества.

Работа проводилась в лабораторных и производственных условиях. Изучению подвергали образцы муки со слабой клейковиной.

Лабораторные исследования

Для проведения исследований в лабораторных условиях были взяты два образца муки I сорта различной влажности и один образец обойной муки. Определяли титруемую кислотность по болтушке, выход сырой клейковины и ее качество по пластометру. Образцы хранили в мешочках весом по 3 кг каждый.

Результаты исследования приведены в табл. 1—3.

Таблица 1
Изменения качества муки I сорта в процессе хранения
в лабораторных условиях при $t = 15-20^\circ$

Срок хранения	Влажность муки, %	Кислотность, градусы	Выход сырой клейковины, %	Время истечения клейковины при $t = 20^\circ$, сек.
Начальная	13,0	5,7	34,2	32
5 дней	13,0	5,7	32,4	30
10 дней	12,5	6,6	32,4	32
20 дней	12,2	6,6	31,4	34
25 дней	11,3	6,4	30,28	52
30 дней	11,0	6,8	30,2	70

На основании проведенных исследований по хранению муки I сорта можно сделать следующие выводы:

1. Хранение свежесмолотой сухой муки I сорта с нормальной влажностью в комнатных условиях в течение 20 дней не оказывает существенного влияния на изменение свойств клейковинного студня. По показаниям пластометра (32—34 сек) на 25-й день хранения сухой муки уже обнаруживается определенное укрепление клейковины (52 сек).

2. Во влажной муке укрепление клейковины обнаруживается несколько ранее, т. е. на 20-й день хранения (по показаниям пластометра).

Таблица 2

Образец муки I сорта с повышенной влажностью

Срок хранения	Влажность муки, %	Кислотность, градусы	Выход сырой клейковины, %	Время истечения клейковины при $t=20^{\circ}$, сек.
Начальная	16,2	3,7	37,48	25
5 дней	16,2	3,8	35,48	24
10 дней	16,2	3,6	34,8	25
20 дней	15,4	3,6	36,0	67
25 дней	15,0	3,8	36,5	77

3. Кислотность муки за исследованные сроки хранения несколько повышается.

Аналогичным исследованиям в лабораторных условиях подвергалась и обойная мука. Хранение продолжалось в течение 40 дней (табл. 3).

Таблица 3

Срок хранения	Влажность муки, %	Кислотность, градусы	Выход сырой клейковины, %	Время истечения клейковины при $t=20^{\circ}\text{C}$, сек.
Исходная	14,8	4,0	22,6	53
5 дней	14,9	4,0	24,2	54,5
20 дней	14,3	5,2	23,8	60
30 дней	14,4	5,0	23,8	60
40 дней	14,4	5,8	23,8	68

Результаты этих исследований показывают, что диапазон изменения качества клейковины значительно меньший по сравнению с мукой I сорта.

Исследования в производственных условиях

В производственных условиях опыты по хранению пшеничной муки со слабой клейковиной проводили в весенне-летний период в Полтаве на мельзаводе и в Одессе на мельзаводе № 2.

Мука высшего, I и II сортов с влажностью 13,6—14,4% хранилась на складах в стандартных штабелях в течение 30—45 дней при температуре воздуха 15—20°. Через каждые 5 дней в муке исследовали указанные выше свойства, производили стандартным методом пробные выпечки, определяли физические свойства теста, по показаниям альвеографа и диастатическую активность по Рамзей.

Хлебопекарные достоинства муки оценивали по водопоглотительной способности, времени брожения, объемному и весовому выходам хлеба и его пористости.

Данные, полученные при проведении указанного исследования, представлены на рис. 1, 2. Физические свойства теста по показаниям альвеографа приводятся в табл. 4.

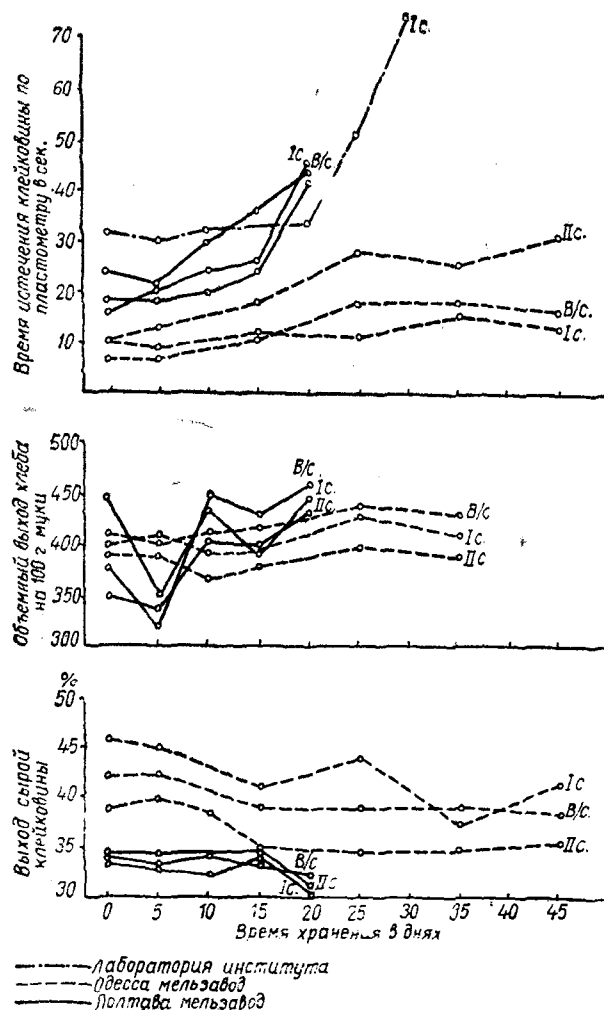


Рис. 1. Изменение качественных показателей муки в процессе хранения

Результаты исследований в производственных условиях позволяют сделать следующие выводы:

1. При хранении муки наблюдается некоторое увеличение кислотности и диастатической активности.
2. Физические свойства теста (по показаниям альвеографа) не обнаруживают значительных изменений.
3. Выход сырой клейковины несколько уменьшается.
4. Объемный выход хлеба имеет тенденцию к увеличению после 10-дневного хранения; оптимум достигается после 20—25-дневного хранения.

5. Максимальное укрепление клейковины (по показаниям пластометра) достигается после 15—25-дневного хранения муки.

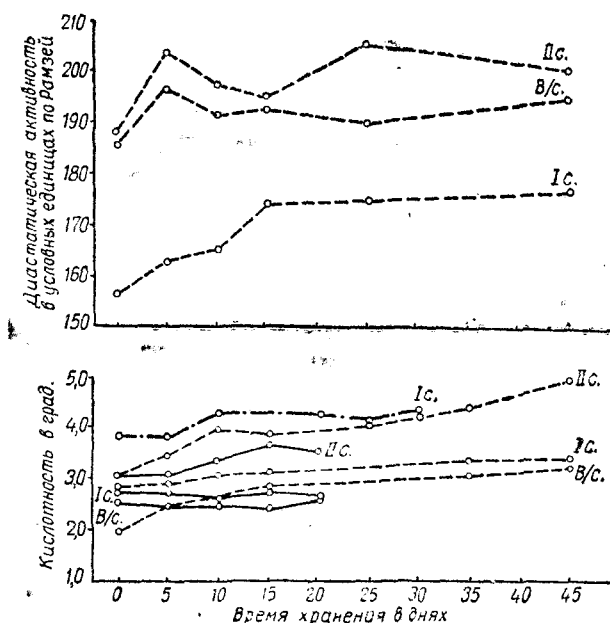


Рис. 2. Изменение качественных показателей муки в процессе хранения

Таблица 4

Срок хранения в днях	Удельная работа W в 10^3 эргах						
	Начальная	5	10	15	25	35	45
Высший	80	83	83	81,8	78	77,4	87
Первый	84	75	70,5	81,7	75	76,7	84,5
Второй	80	70	—	77,8	77	73,7	8

Общие выводы

Хранение сортовой муки на складах до 10 дней практически не изменяет хлебопекарных свойств муки.

Для «созревания» муки со слабой клейковиной можно считать приемлемым хранение на складах в течение 20—25 дней при $t = 15-20^\circ\text{C}$.

Хранение муки свыше этих сроков должно определяться в зависимости от исходных свойств клейковины и температуры складского помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмина Н. П. Созревание пшеничной муки. «Советское мукомолье», № 1, 1935.
2. Изергин Д. П. Влияние отлежки на хлебопекарные качества муки, «Советское мукомолье» № 4—5, 1931.
3. Теумин С. И. К вопросу о влиянии сроков отлежки на физические свойства муки. Сообщение и рефераты ВНИИЗ (к научной конференции ВНИИЗ), 1947.
4. Трисвятский Л. А. Об отлежке пшеничной и ржаной муки, «Советское мукомолье», № 10, 1939.
5. Dr. Klemt L. Mehllagerung und Back-fähigkeit. „Zeitschrift f. das getreide Mühlen und Backereiwesen“, № 10, 1934.

*А. М. КАЛЮЖНАЯ,
кандидат технических наук*

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ПОКАЗАНИЯМИ АЛЬВЕОГРАФА И ОБЪЕМНЫМ ВЫХОДОМ ХЛЕБА

Задачей данного исследования является изучение взаимозависимости между удельным расходом энергии на деформацию теста W по альвеографу и объемным выходом хлеба.

Объектом исследования служили сорта украинских пшениц ОД-3, ОД-12, ОД-16, Пименка, Народная, Мелянопус-37. Установлена определенная зависимость между W и объемным выходом хлеба в пределах отдельных сортов пшениц с учетом конфигурации альвеограмм.

Хлебопекарные свойства пшеничной муки определяются ее газообразующей и газодерживающей способностью.

Газообразующая способность муки зависит от содержания в ней свободных сахаров и сахарообразующей способности, связанной с атакуемостью крахмала.

Газодерживающая способность, или «сила» муки, определяется физическими свойствами теста и обуславливается белково-протеиновым комплексом.

Оценка хлебопекарных свойств муки объективными методами имеет важное значение для ее технологической характеристики.

Таковыми методами являются физические испытания свойств теста, которые получили широкое распространение в различных странах Европы и Америки. Они связаны с применением специальной аппаратуры и, в частности, альвеографа.

Многочисленные исследования, проведенные во ВНИИЗ, в достаточной степени подтвердили возможность использования альвеографа для контроля качества пшениц по физическим свойствам теста [1 и 2].

Большой интерес представляет сопоставление показателей физических свойств теста с хлебопекарными свойствами и, в частности, объемным выходом хлеба [3].

Н. П. Козьмина указывает, что не всегда удается установить определенную взаимозависимость между силой муки по альвеографу и объемным выходом хлеба.

Задачей данного исследования является изучение зависимости между показаниями альвеографа и объемным выходом хлеба по результатам пробных выпечек.

Объектом исследования служили сорта мягкой пшеницы ОД-3, ОД-12, ОД-16, Пименка и твердой — Мелянопус 37 и Народная — Одес-

ской, Днепропетровской, Николаевской и Херсонской областей урожая 1952—1955 гг.

Из пшениц изготовлялись мука 72%-ного выхода, которая подвергалась испытанию. Мука получалась почти одинаковой дисперсности (на одинаковой нумерации мучных сит). Диастатическая активность по Рамзей для мягких пшениц колебалась незначительно в пределах сорта и по сортам.

Следовательно, решающее значение на свойства полученного хлеба оказывала «сила» муки.

«Сила» муки по альвеографу характеризовалась показателем W — удельной работы на деформацию испытуемого теста: чем больше показатель W , тем сильнее мука.

Кроме того, по альвеографу учитывался коэффициент K , т. е. отношение упругости теста P к его растяжимости L .

Установлено, что для оптимальных хлебопекарных достоинств этот показатель должен быть в пределах 0,8—1,5.

Выпечка хлеба проводилась с избытком дрожжей, чтобы исключить влияние качества дрожжей на результаты исследования.

Зависимости между W и объемным выходом хлеба устанавливали в пределах сорта и нескольких сортов мягкой пшеницы при одинаковой конфигурации альвеограмм по показателю K .

Разделяем конфигурации альвеограмм на 3 типа:

I тип	$K = 0,8 — 1,4$
II тип	$K = 0,15 — 0,7$
III тип	$K = 1,6 — 5,0$

Нам удалось получить 2 конфигурации альвеограмм по каждому сорту, так как в некоторые годы в связи с повреждением зерна клопом-черепашкой значительно уменьшилась упругость теста P и увеличилась растяжимость L .

Результаты исследований представлены в виде кривых на рисунке.

На оси абсцисс откладывались W в 10^3 эрг на оси ординат — объемный выход хлеба на 100 г муки.

Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

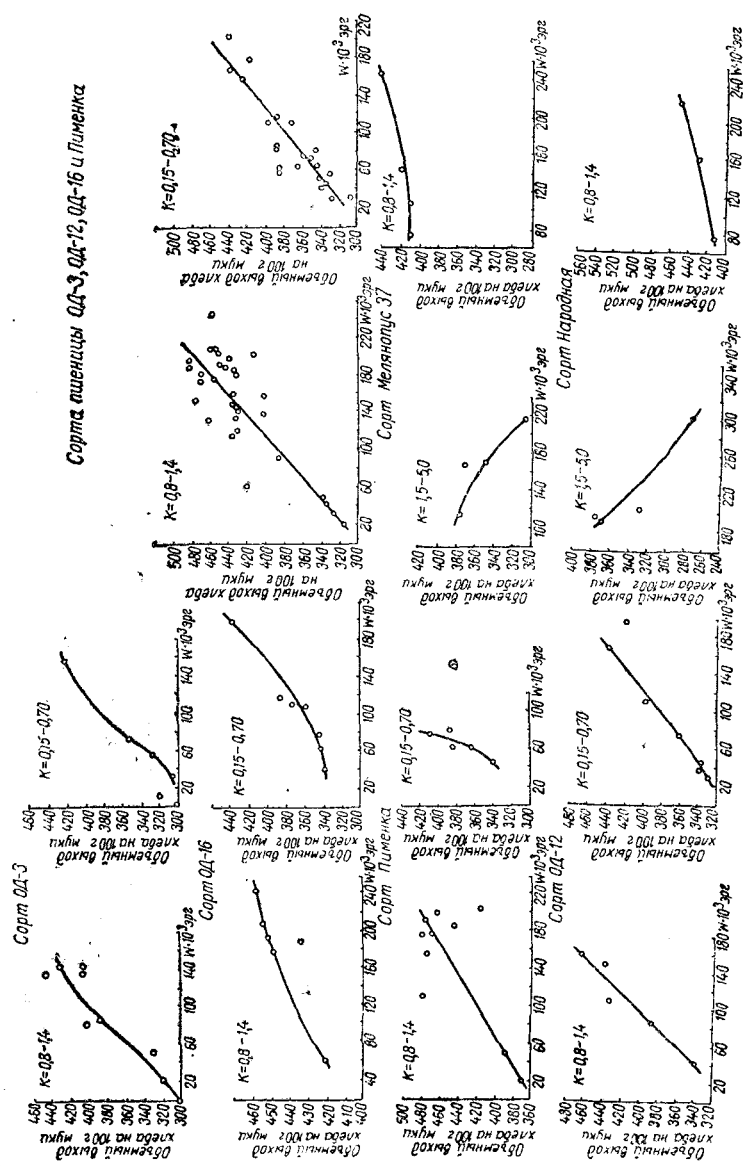
— каждому сорту украинских пшениц не соответствует определенная конфигурация альвеограмм. Конфигурация альвеограмм меняется в зависимости от года урожая, района произрастания;

— для сортов мягкой пшеницы ОД-3, ОД-12, ОД-16 и Пименка в пределах сорта и определенной конфигурации альвеограмм обнаруживается почти прямая зависимость между удельным расходом энергии на деформацию испытуемого теста W и объемным выходом хлеба;

— для наилучших в хлебопекарном отношении сортов пшеницы ОД-16 и Пименка (при $K = 0,8—1,4$) наибольшее количество точек находится в пределах $W = 180—210 \cdot 10^3 \text{ эрг}$ и соответствует значению объемного выхода 450—480 см^3 ; для сорта ОД-3 $W = 50—150 \cdot 10^3 \text{ эрг}$ при объемном выходе 330—430 мм^3 ;

— для мягкой пшеницы при конфигурации альвеограмм I типа ($K = 0,8—1,4$) каждому значению W соответствует большее значение объемного выхода хлеба, чем при конфигурации II типа;

— для твердых пшениц при конфигурации альвеограмм I типа ($K = 0,8—1,4$) обнаружена почти прямая зависимость между W и объемным выходом хлеба. При конфигурации III типа ($K = 1,5—5,0$) при зна-



чении $W > 100 \cdot 10^3 \text{ эрг}$ обнаружена обратная зависимость между W и объемным выходом хлеба;

— в пределах указанных 4 сортов мягких пшениц, взятых вместе, не наблюдается такая закономерная зависимость между W и объемным выходом хлеба, как для отдельных сортов.

Заключение

1. По показателям альвеографа (W и k) можно установить ориентировочно объемный выход хлеба и, следовательно, сделать вывод о хлебопекарных свойствах муки.

2. Альвеограф необходимо использовать для оценки качества муки в хлебопекарной и мукомольной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теумин С. и Зибель В. Альвеограф и его применение. Заготиздат, М., 1941.
2. Гроссман В. К вопросу о новых методах оценки качества пшениц. Журнал «Советское мукомолье», № 3, 1940, стр. 32.
3. Byron S. Miller, Bette Hays, and Jous A Johnson. Corrdation of farynograph, mixograph, sedimentation, and baking data of hard red winter wheat flaur samples varying widely in quality. Cereal chemistry vol 33, September, 1956, № 5.
4. Козьмина Н. П. и Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. Заготиздат, 1950, стр. 252—254.

В. И. ЖИДКО,
канд. техн. наук, доцент,
П. Н. ПЛАТОНОВ,
доктор техн. наук

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

Работа посвящена дальнейшему уточнению метода расчета процесса сушки зерна, предложенного В. М. Дацковским. В результате исследования получена новая зависимость произведения коэффициента испарения β на величину свободной поверхности испарения m от удаляемой влаги.

Основной метод, применяемый при расчете зерносушилок, учитывает только статику процесса сушки. Этот метод не отражает сущности процесса и является очень приближенным. Основываясь на балансе сухого вещества зерна, влаги, тепла и воздуха, статически метод не дает возможности рассчитывать по заданному режиму сушки наиболее выгоднейшие размеры сушилки, время сушки, процент снижения влажности, температуру нагрева зерна и т. п., вследствие чего в дальнейшем он не может быть рекомендован для расчета процесса сушки зерна.

За последнее время в результате работ ряда исследователей вопросы кинетики и динамики сушки коллоидных капиллярно-пористых тел получили дальнейшее развитие. Так, А. В. Лыков [1] при определенных допущениях получил уравнения длительности сушки для периодов постоянной и убывающей скорости сушки применительно к телам правильной формы и однородного строения (неограниченной пластины, неограниченного цилиндра и шара).

Неправильная форма зерна, неоднородное строение его, необходимость сохранения при сушке технологических или семенных качеств зерна чрезвычайно усложняют метод, предложенный Лыковым, и требуют постановки специальных исследований для определения влагокоэффициентов при различных условиях сушки отдельных культур.

Метод расчета, предложенный В. М. Дацковским [2], достаточно прост для практических расчетов и дает результаты, совпадающие с опытными данными. Этот метод, основываясь на ряде допущений, обладает преимуществами по сравнению с существующими методами расчета сушки и в основном сводится к следующему: дается метод расчета всех величин (расход тепла, габариты сушилки, количество секций, высота секций, экспозиция сушки и т. п.); представляется возможным увязать температуру нагрева зерна с режимом сушки.

Предложенный метод применим для расчета новых и модернизации существующих конструкций зерносушилок.

При расчете процесса сушки по методу Дацковского произведение

коэффициента испарения со свободной поверхности β на долю геометрической наружной поверхности m , с которой происходит испарение по закону испарения со свободной поверхности, зависит только от действительной скорости теплоносителя в межзерновых каналах V_v :

$$\beta m = 1,3 + 0,95 V_v. \quad (1)$$

Учитывая, что величина βm оказывает существенное влияние на точность расчета, было проведено исследование для установления более общей зависимости произведения βm от основных параметров процесса сушки.

Исследование проводилось на полупроизводственной установке, воспроизводящей процесс сушки шахтной зерносушилки ВИСХОМ [3]. В качестве подопытного материала была взята сортовая пшеница ОД-3.

Во время опытов начальная влажность зерна изменялась в пределах 20—30 %, начальная температура теплоносителя — 90—140°С, условная скорость теплоносителя в слое зерна была принята равной 0,37 м/сек, т. е. того же порядка, что и в производственных зерносушилках.

При постоянном барометрическом давлении $b = 730$ мм рт. ст., высоте секции $l = 0,2$ м, отношении объема зерновой массы к его наружной поверхности $\omega = \frac{1}{860}$ м, среднем коэффициенте скважистости зерновой массы $\phi = 0,4$ выражение для βm будет иметь следующий вид:

$$\beta m = 2,28 G_m l g \frac{1}{1 - \frac{13,6 \Delta W G_3}{G_m (p_{н. ср} - 1,13 d_1)}}, \quad (2)$$

где $\Delta W = W_1 - W_2$ — разность между влажностью зерна на входе и на выходе из секции, %;

G_m — расход теплоносителя в секции, кг/час;

G_3 — расход зерна в секции, кг/час;

$p_{н. ср}$ — давление насыщенного пара в мм рт. ст., соответствующее средней температуре зерна в секции;

d_1 — влагосодержание воздуха при входе в секцию.
кг с. в.

Величины, входящие в правую часть уравнения (2), определялись во время экспериментального исследования путем измерения основных параметров процесса сушки и служили основанием для вычисления величины βm .

Полученные при исследовании результаты указывают на более сложную зависимость произведения βm , чем это было принято Дацковским. В частности исследования показали, что эта величина при постоянной скорости теплоносителя находится в зависимости от количества удаляемой влаги $W_{уд}$ (см. рисунок):

$$W_{уд} = W_t - W_k, \quad (3)$$

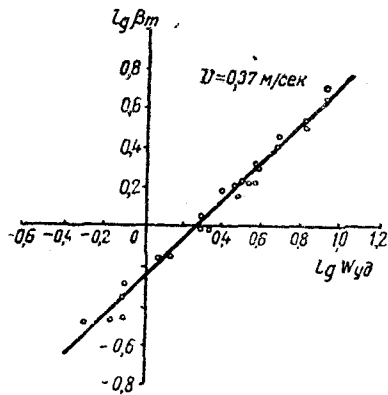
где W_t — текущая относительная влажность зерна, %;

W_k — конечная относительная влажность зерна при выходе из сушилки, %.

Полученная в результате экспериментального исследования зависимость может быть выражена эмпирической формулой:

$$\beta m = c \cdot W_{yl}^n, \quad (4)$$

где c и n — постоянные коэффициенты, величина которых определена по методу наименьших квадратов.



Опыты показали, что величина коэффициента n при изменении скорости теплоносителя в пределах от 0,26 до 0,53 м/сек остается постоянной и равной 0,95. Постоянная c является функцией скорости теплоносителя при его движении в зерне и для принятого в практике значения этой скорости 0,37 м/сек $c=0,5$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А. В. Теория сушки. Госэнергоиздат М., 1951.
2. Дацковский В. М. Труды Одесского технологического института им. И. В. Сталина, том 3, Заготиздат, М., 1952.
3. Платонов П. Н., Жидко В. И. Труды Одесского технологического института им. И. В. Сталина, том 5, Заготиздат, М., 1955.

*В. И. ЖИДКО,
канд. техн. наук, доцент,
П. Н. ПЛАТОНОВ,
доктор техн. наук*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ «ПРОГРЕССИВНЫХ» РЕЖИМОВ СУШКИ ЗЕРНА

Работа посвящена выявлению степени эффективности «прогрессивного» режима сушки зерна. В результате экспериментального исследования установлено, что применение «прогрессивных» режимов повышает производительность зерносушилок при одновременном снижении расхода топлива.

Одним из способов повышения производительности зерносушилок является изыскание новых, более эффективных режимов сушки. В этом направлении за последние годы проделана значительная работа. Внедрены в практику ступенчатые и дифференцированные режимы, позволившие на 20—30% повысить производительность зерносушильных установок. Однако и при этих режимах не использованы все резервы интенсификации процесса сушки, в частности не использована возможность повышения температуры нагрева зерна, так как максимальный предел ее остался на прежнем уровне (50°С)¹.

Рядом исследователей доказана возможность существенного увеличения нагрева зерна, особенно в конце процесса сушки, где зерно наименее влажно и, следовательно, наиболее устойчиво при нагреве.

Так, И. И. Ленарский [1] на основании исследования комплексного влияния температуры нагрева, влажности зерна и времени нагрева на биохимические изменения, происходящие в зерне при сушке, установил границу максимально допустимых температур нагрева зерна продовольственного назначения.

Полученная закономерность была уточнена при исследовании процесса сушки в условиях, близких к производственным [2].

Опираясь на полученные П. Н. Платоновым и И. И. Ленарским закономерности были предложены режимы сушки зерна, названные «прогрессивными».

«Прогрессивный» режим предусматривает повышение температуры нагрева зерна по мере снижения его влажности в процессе сушки в соответствии с полученной закономерностью, допуская рост температуры нагрева зерна выше предела, установленного существующими нормами.

При этих режимах повышение температуры зерна содействует ускорению перемещения влаги внутри и испарению ее с поверхности

¹ Имеется в виду пшеница с нормальной исходной клейковиной.

зерен. Кроме того, при «прогрессивном» режиме сушки зерна интенсивность обезвоживания в некоторой степени увеличивается за счет использования явления термодиффузии. При высоких температурах нагрева зерна внутри отдельных зерен усиливается испарение влаги, которая в парообразном состоянии под действием градиента температуры перемещается к поверхности зерна.

Таким образом, применение повышенных температур нагрева зерна создает возможность дальнейшего повышения производительности зерносушильных установок.

Целью настоящего исследования явились проверка эффективности «прогрессивных» режимов и возможность их осуществления на типовых конструкциях зерносушилок шахтного типа.

Экспериментальная установка и методика исследования

Исследование проводилось в лабораторных условиях на специальной установке, условия сушки зерна в которой были максимально приближены к условиям работы производственной зерносушилки ВИСХОМ [2].

Экспериментальная установка, не нарушая непрерывности процесса сушки, позволяла определять до и после каждой секции расход и параметры теплоносителя (температуру и относительную влажность) и параметры зерна (температуру нагрева, влажность и качественное состояние его).

Для технологической оценки качества зерна проводили следующие анализы: определение степени денатурации спирторастворимых белков до и после каждой секции; определение качества теста на альвеографе до и после опыта; пробные выпечки до и после опыта и определение качества и количества клейковины до и после опыта [2].

Подопытным материалом служила сортовая пшеница ОД-3. Для получения необходимой начальной влажности применялось искусственное увлажнение зерна с последующей длительной отлежкой.

Процесс сушки зерна при «прогрессивном» режиме слагался из двух периодов. Первый период — период прогрева материала — характеризуется тем, что зерно, попадая в сушилку, доводится до температуры нагрева, соответствующей определенной точке кривой безопасных температур нагрева зерна (рис. 1). Вторым периодом является период сушки зерна, т. е. основным периодом процесса. В этот период происходит процесс удаления влаги из зерна при возрастающей температуре его нагрева.

Наиболее выгодным режимом будет, конечно, тот, у которого период прогрева наименьший. Это дает возможность проводить основной период процесса сушки зерна при более высо-

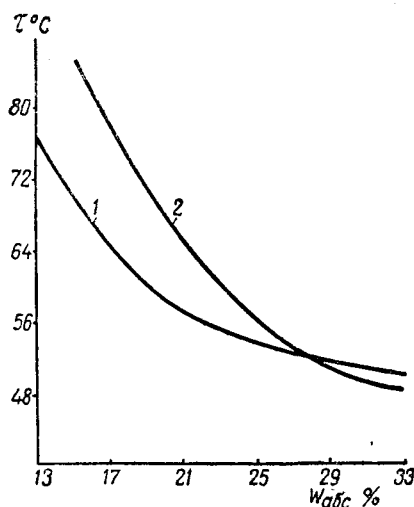


Рис. 1. Границы допустимых температур нагрева зерна продовольственной пшеницы (кривая 1 — по данным И. И. Ленарского, кривая 2 — по данным П. Н. Платонова и В. И. Жидко)

ких температурах нагрева, недопуская при этом денатурации белков. С этой целью в первую секцию сушилки подавался теплоноситель при температуре 155—165° вне зависимости от влажности зерна, что позволило нагревать зерно уже в первой секции до температуры 40—45°. В остальные секции (период сушки) подавался теплоноситель более низкой температуры (одинаковой во всей секции), что обеспечивало необходимый рост температуры нагрева зерна и, следовательно, интенсивное испарение влаги. «Закала» зерно во всех приведенных опытах не было обнаружено.

Интересно отметить, что при ступенчатых режимах сушки зерна значительная часть объема сушилки используется для прогрева зерна, так как в первую ступень подается теплоноситель при сравнительно низкой температуре. Температура нагрева зерна достигает 50° только в конце процесса сушки.

Исследование состояло из 4 серий опытов, предусматривающих сушку зерна при различных режимах с определенной начальной влажностью (22, 27, 32 и 37—40 %, отнесенных к сухому веществу зерна).

Для установления эффективности «прогрессивных» режимов в каждой серии опытов параллельно проводилась сушка зерна по режиму, принятому в производстве.

Результаты исследования

В основу сравнения работы сушилки при производственных и «прогрессивных» режимах были положены: скорость сушки, производительность установки, удельный расход тепла.

Анализ кривых скорости сушки показывает, что величина скорости сушки при «прогрессивном» режиме на 60—90 % превышала величину при обычном режиме.

Интенсификация процесса сушки при «прогрессивном» режиме привела к значительному увеличению производительности, выраженной в кг-%/час (см. таблицу 1)¹.

Для оценки эффективности «прогрессивного» режима сушки зерна с различной влажностью была получена зависимость коэффициента увеличения производительности σ от начальной влажности зерна (рис. 2):

$$\sigma = \frac{E_n}{E_o},$$

где: E_n — производительность установки при «прогрессивном» режиме, кг %/час.

E_o — производительность установки при производственном режиме, кг %/час.

Из рис. 2 следует, что величина коэффициента σ тем выше, чем выше температура нагрева зерна.

Для сравнения режимов по удельному расходу тепла был принят коэффициент ψ , равный

$$\psi = \frac{Q_n}{Q_o},$$

¹ В таблицу включены только опыты с полным сохранением хлебопекарных качеств муки, полученной из просушенного зерна; качественные показатели зерна для этих опытов см. [2].

Таблица I

№ опыта	Условия сушки	Начальная влажность в %, абс. вл.	Конечная влажность в %, абс. вл.	Температура теплоносителя, в °С		Температура нагретая в конце сушки в °С	Время сушки, в мин.	Производительность установки в кг %/час	Удельный расход тепла q в ккал кг исп. вл.	Скорость сушки в периоде постоянной скорости сушки в кг исп. вл. в час
				в зоне подогрева	в зоне сушки					
30	Производственный режим	20,9	15,7	75	75	56,0	27,5	44,0	1400	0,240
28	Прогрессивный режим	21,7	15,2	155	90	66,0	27,5	56,0	1510	0,342
27	то же	22,0	14,8	155	110	80,0	27,0	64,0	1610	0,260
29	Производственный режим	26,6	18,7	80	80	54,4	32,0	58,0	1060	0,322
16	Прогрессивный режим	28,7	16,8	165	125	80,5	30,0	97,0	1230	0,650
17	то же	27,0	16,3	165	120	80,0	29,0	88,0	1286	0,580
22	то же	28,0	18,9	165	130	70,6	22,0	94,0	1300	0,510
20	Производственный режим	30,7	22,7	95	95	55,0	34,5	52,0	1680	0,342
14	Прогрессивный режим	30,0	19,0	160	90	62,0	32,0	82,5	1155	0,466
15	то же	32,3	20,3	160	100	62,0	33,0	85,0	1185	0,532
19	то же	30,0	17,8	160	130	75,6	30,0	101,6	1215	0,544
6	Производственный режим	36,6	26,6	95	95	54,5	35,0	60,0	1480	0,445
12	Прогрессивный режим	30,0	22,4	160	100	64,0	34,5	98,0	922	0,602
23	то же	36,6	20,9	160	125	67,7	33,0	108,6	1170	0,480
25	то же	41,1	22,8	165	130	64,0	34,5	128,0	1035	0,670
33	то же	30,4	19,7	150	130	70,6	42,0	92,0	955	—
34	то же	29,3	18,5	160	130	75,0	42,0	92,5	1100	—

где $Q_{\text{п}}$ — удельный расход тепла при «прогрессивном» режиме,
 Q_0 — удельный расход тепла при производственном режиме,
 ккал

кг исп. вл.

Исследование показало, что величина ψ изменяется в зависимости от начальной влажности зерна (рис. 3).

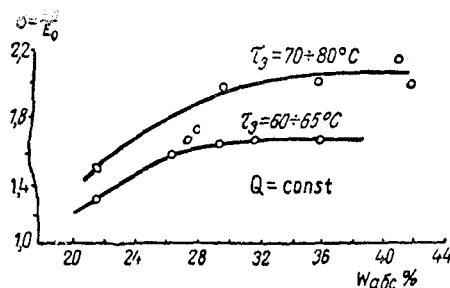


Рис. 2. Сравнительные данные производительности установки при «прогрессивных» и производственных режимах сушки зерна

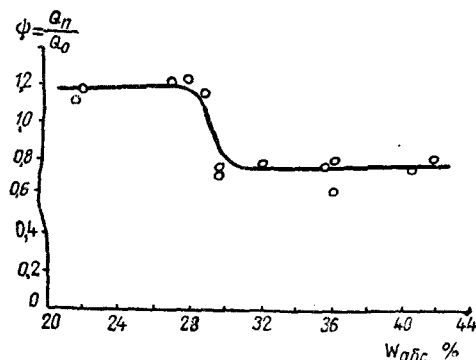


Рис. 3. Сравнительные данные удельного расхода тепла при «прогрессивных» и производственных режимах сушки зерна

Анализ полученных зависимостей (см. рис. 2, 3) показывает, что при сушке зерна с начальной влажностью до 28% удельный расход тепла при «прогрессивном» режиме на 15—20% больше, чем при производственном режиме. Для этих же значений влажности производительность установки больше на 50—80%. При сушке зерна с начальной влажностью выше 28% удельный расход тепла при «прогрессивном» режиме по сравнению с производственным режимом уменьшился на 25—30% при одновременном росте производительности на 60—90%.

Выводы

1. За счет применения повышенных температур нагрева зерна при «прогрессивном» режиме сушки производительность установки, выраженная в кг-%/час, увеличилась на 50—90% по сравнению с производственным режимом. Меньший процент соответствует сушке зерна меньшей начальной влажности.
2. «Прогрессивные» режимы наиболее выгодны при сушке зерна с влажностью, превышающей 25%. В этом случае, кроме увеличения производительности установки почти в 2 раза удельный расход тепла на 25% снижается по сравнению с производственным режимом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленарский И. И. Биохимия зерна, сборник 1, АН СССР, 1951.
2. Платонов П. Н., Жидко В. И. Труды Одесского технологического института им. И. В. Сталина, том 5, 1955.

*В. А. ЯКОВЕНКО,
канд. техн. наук, доцент,
А. П. ТОЛКАЧЕНКО*

ОПЫТНАЯ СУШКА РЯДОВОЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕМЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

В статье приведены данные по режимам сушки рядовой кукурузы в зерне для семенных целей. Сушка кукурузы проводилась в производственных условиях на передвижных зерносушилках «Кузбасс».

Производственные исследования сушки семенной кукурузы на сушилках ВИСХОМ и «Кузбасс» проводили Всесоюзный научно-исследовательский институт кукурузы и Харьковская областная контора Заготзерно [1, 2, 3]. На основании этих исследований А. Репин и С. Краснопопосовский пришли к выводу, что для сохранения посевных качеств кукурузы температура теплоносителя при сушке не должна превышать 50—60°, а нагрев зерна 40°.

В инструкции Министерства сельского хозяйства СССР по сушке семян кукурузы [4] приводятся режимы для кукурузы с влажностью 20—22% и ниже. Рекомендуемые инструкцией режимы предусматривают при двухступенчатой сушке температуру теплоносителя на I ступени 50°, на II ступени 60° и соответственно нагрев зерна на I ступени 32°, на II ступени 36°.

Для определения более производительных режимов сушки кукурузы мы провели опытную сушку на Одесской реализационной базе. Сушка проводилась на двух сушилках — «Кузбасс», ЗСП-2. Наличие двух сушилок, работающих последовательно, позволило использовать каждую сушилку в качестве отдельной ступени.

Теплоноситель на I ступень (сушилку) подавался с температурой значительно выше 50° (90—100°) для уменьшения времени на нагрев зерна и одновременного повышения съема влаги.

На II ступени температура теплоносителя устанавливалась ниже, чем на I ступени с расчетом нагрева зерна не выше 40—42°.

Опытной сушке подвергалась рядовая кукуруза в початках, содержащая 70—80% гибрида Вир—42, имевшая влажность 21—24% и всхожесть — 92—95%. Кукуруза до обмолота и сушки хранилась в бунке на асфальтированной площадке, оборудованной вентиляционными каналами. Количество битых зерен после обмолота составляло 3,6%, трещиноватых — 2,0%.

Температура наружного воздуха во время сушки колебалась в пределах от —8 до +9°.

Наблюдение за нагревом зерна проводили на I и II ступенях согласно инструкции по сушке [4], отбирая пробы из нижнего ряда коробов холодной камеры (I ступень) и горячей камеры (II ступень).

Энергию прорастания и всхожесть до и после сушки определяли в обласной лаборатории и параллельно на областной контрольно-семенной станции.

Перед проведением опытной сушки на первой сушилке (I ступень) холодная камера была подключена к горячей (отключается вентилятор холодного воздуха и открывается люк между холодной и горячей камерами). Вторая сушилка (II ступень) работала обычным способом.

Для устранения неравномерности нагрева зерна по длине шахты (до 10—12°) в распределительной камере на расстоянии примерно одной трети от передней стенки была установлена перегородка из металлического сита с размерами отверстий 1,7×20 мм. Перегородка эта создавала дополнительное сопротивление на пути движения теплоносителя, что способствовало более равномерному распределению теплоносителя по отдельным коробам. Неравномерность нагрева зерна после этого уменьшилась до 2—4°.

В качестве топлива была использована смесь угольной пыли (отсев угля) и кукурузных стержней.

Результаты опытной сушки

Двухступенчатая сушка семенной кукурузы с применением более высокой температуры теплоносителя на I ступени в сравнении со II ступенью дает положительные результаты, как это видно из данных, приведенных в табл. 1.

При всех режимах сушки имел место больший съем влаги на I ступени (от 3,0 до 5,2%) и меньший — на II ступени (от 1,3 до 3,0%).

Режимы сушки устанавливали по температуре нагрева зерна, что

Таблица 1

Результаты опытной сушки рядовой кукурузы в зерне для семенных целей на зерносушилках «КУЗБАС» ЗСП-2

№ опытов	Температура теплоносителя, °С		Нагрев зерна, °С		Влажность зерна, %			Общее снижение влажности, %	Энергия прорастания		Всхожесть, %	
	на I ступени	на II ступени	на I ступени	на II ступени	до сушки	после I ступени	после II ступени		до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
1	50	60	28	33	22,6	18,7	17,4	5,2	91	87	94	90
2	50	70	28	45	22,4	18,8	15,8	6,6	91	82	94	90
3	60	60	30	40	21,1	18,1	15,6	5,5	91	87	94	94
4	60	60	32	40	21,8	18,5	16,0	5,8	91	91	95	94
5	70	50	38	40	20,8	17,9	15,6	5,2	—	—	93	91
6	70	60	34	41	21,7	18,1	15,9	5,9	91	86	94	90
7	80	60	35	37	22,0	18,5	16,3	5,7	91	84	95	90
8	80	60	36	37	23,5	18,4	15,8	7,7	91	84	95	90
9	90	50	38	39	23,0	18,3	15,8	7,2	91	79	93	83
10	90	60	44	42	22,6	18,5	15,9	6,7	96	74	98	82
11	90	60	45	42	22,8	18,4	15,4	7,4	94	75	98	78
12	100	50	37	36	22,3	18,7	16,4	5,9	91	91	95	94
13	100	50	44	40	22,6	18,0	15,1	7,5	85	80	92	87

достигалось регулированием выпускного механизма: с повышением температуры теплоносителя уменьшали экспозицию сушки, вследствие чего увеличивалась производительность сушилки.

Применение теплоносителя с более высокой температурой на I ступени до 80° практически не ухудшало семенных качеств зерна, которые определяли сразу после сушки.

Таблица 2
Влияние режима сушки на производительность сушилок

Температура теплоносителя, °С		Общее снижение влажности, %	Производительность сушилок	
I ступень	II ступень		т/час	т- %/час
50	60	6,3	1,00	6,3
70	50	5,2	1,50	7,8
80	60	6,4	1,37	8,8
90	50	6,7	1,45	9,7
100	50	6,7	1,67	11,2

Данные табл. 2 показывают зависимость между режимами сушки и производительностью сушилок. Повышение температуры теплоносителя на I ступени в 2 раза (с 50 до 100°) позволило повысить производительность сушилок почти в 2 раза. Качество семян при этом удовлетворяло требованиям стандарта.

Однако результаты, полученные при определении всхожести, показали, что режимы сушки существенно влияют на качество семенной кукурузы при хранении (табл. 3).

Таблица 3
Влияние режимов сушки кукурузы на ее всхожесть

Температура теплоносителя, °С		Нагрев зерна, °С	Влажность, %		Всхожесть, %				
I ступень	II ступень		до сушки	после сушки	до сушки	после сушки	После хранения в течение		
							1,5 месяцев	3 месяцев	
								на фильтровальной бумаге	в земле
50	60	28—33	22,6	17,4	94	90	92	75	72
70	50	38—40	20,8	15,6	93	91	94	93	93
80	60	36—37	23,5	15,8	95	90	72	63	47
90	50	38—39	23,0	15,8	93	83	71	62	57
90	60	42—44	20,6	15,9	98	92	74	53	50
100	50	36—37	22,3	16,4	95	94	61	53	45
100	60	42—45	22,4	15,4	94	94	70	56	56

Всхожесть кукурузы сразу же после сушки имеет высокие численные значения вне зависимости от температуры теплоносителя до 80° на I ступени. При хранении кукурузы в лабораторных условиях в течение 3 месяцев всхожесть ее резко снизилась, за исключением кукурузы, просушенной при температуре теплоносителя на I ступени 70°, на II ступени 50°. Возможно, что это обстоятельство следует объяснить тем, что исходная влажность зерна, просушенного при указанном ре-

жине, была на 2—3% ниже в сравнении с другими партиями и составляла 20,8%.

Снижение всхожести кукурузы после 3 месяцев хранения, просушенной при температуре теплоносителя 50—60°, объясняется высокой влажностью зерна после сушки (17,4%).

Кроме того, нами было проведено определение жизнеспособности просушенных семян методом окрашивания зерен 0,1%-ным раствором кислого фуксина [5].

Т а б л и ц а 4
Влияние сушки на жизнеспособность семян кукурузы после 2 месяцев хранения (в процентах)

Температура теплоносителя, °С		Жизнеспособные	Нежизнеспособные	И них трещиноватые
I ступень	II ступень			
50	60	92	8	6
70	50	94	6	—
80	60	72	28	20
90	50	70	30	22
90	60	76	24	14
100	50	66	34	30
100	60	68	32	16

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что снижение жизнеспособности семян после 2 месяцев хранения обуславливается наличием трещин в отдельных зернах. Трещины в большинстве случаев появляются в процессе сушки между эндоспермом и зародышем (зародыш как бы отслаивается), а также в самих зародышах и эндосперме.

Появление в зерне при сушке трещин, вызывающих снижение всхожести, подтверждается опытом, проведенным нами на сушилке ВИСХОМ двухступенчатым способом (табл. 5).

Т а б л и ц а 5
Влияние трещиноватости семян на их всхожесть

№ опытов	Температура теплоносителя, °С		Всхожесть, %		Всхожесть просушенных семян после удаления трещиноватых зерен, %
	I ступень	II ступень	до сушки	после сушки	
1	90	60	82	72	92
2	100	70	81	54	82

Как видно из табл. 5, всхожесть семян после сушки при отборе от зерновой массы трещиноватых зерен повышается на 18—20%.

В ы в о д ы

1. При двухступенчатой сушке возможно применение режима сушки с температурой теплоносителя на I ступени 70°, на II ступени 50° при максимальном нагреве зерна 38—40°. Применение такого режима

сушки позволяет увеличить производительность сушилок на 20—25% по сравнению с рекомендованным инструкцией.

2. Применение более жестких режимов сушки связано с потерей всхожести семян кукурузы при хранении. Всхожесть семян может снижаться в результате трещиноватости зерна или в случае хранения семян с повышенной влажностью (16,5—17,5%).

3. Полученные предварительные результаты показывают, что необходимы глубокие исследования режимов сушки кукурузы и влияния этих режимов на всхожесть при хранении, а также на появление трещин в семенах кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репин А. Н. Сушка семенной кукурузы в зерне, «Земледелие», № 9, 1955.
2. Репин А. М. Сушіння і зберігання кукурудзи. Держсільгосвидав, Київ, 1955.
3. Краснополюсовский С. И. Огневая сушка семенной кукурузы, «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 10, 1954.
4. Инструкция по сушке и хранению семян кукурузы, Сельхозгиз, 1955.
5. Фирсова М. К. Методы определения и оценки качества семян, Сельхозгиз, 1955.

В. А. ЯКОВЕНКО,
канд. техн. наук, доцент,
Л. Р. ТОРЖИНСКАЯ,
канд. техн. наук,
А. Г. АТАНАС,
ассистент

ХРАНЕНИЕ КУКУРУЗЫ НА ОТКРЫТЫХ БУНТОВЫХ ПЛОЩАДКАХ В ЗИМНЕЕ И ВЕСЕННЕЕ ВРЕМЯ

Данные исследования зимне-весеннего хранения кукурузы на открытых бунтовых площадках Березовского элеватора показали, что зимой не происходит существенных изменений в химическом составе зерна и его микробном обсеменении; весеннее потепление вызывает резкую активацию биохимических и микробиологических процессов.

Хранить продовольственную кукурузу с влажностью 23—25% на площадках в Одесской области можно при условии, если бунты будут расформированы до наступления устойчивого весеннего потепления.

I

На юге Украины все еще распространено хранение кукурузы в початках на различного вида бунтовых площадках.

Время хранения кукурузы в бунтах зависит от количества заготавливаемой кукурузы, имеющейся складской емкости, оснащенности технической базы пункта и других причин.

Впервые хранение кукурузы в бунтах описал Перепелкин [1]. Он проводил (с февраля по июль) опытное хранение кукурузы с влажностью 19 и 27%. При этом автор исследовал динамику снижения влажности и пораженность плесневыми грибами початков, всхожесть и кислотность зерна. Репин [2], проводивший бунтовое хранение початков в обертках с влажностью 27—28% в осенне-зимних условиях, наблюдал резкое снижение всхожести и энергии прорастания зерна. Значительно позднее Голик [3] исследовал хранение початков с влажностью 24,5% на бунтовых площадках обычного и улучшенного типов. Наблюдение проводилось в первом случае с октября по январь, а во втором — с октября по апрель. В ненастную погоду кукурузу на обычных площадках укрывали брезентами, а площадки улучшенного типа оборудовали вентиляционными каналами из плетней по земляной подсыпке, а над поверхностью насыпи на специально устроенный каркас натягивали брезент, на 30—40 см отстоящий от насыпи. Голик исследовал изменение всхожести, пораженность початков плесневыми грибами (органолептическим путем), содержание крахмала, сахаров, сырого жира и изменение его кислотного числа. Голик показал, что при хранении кукурузы на обычной бунтовой площадке в течение 3 меся-

цев (с октября по январь) происходит значительное увеличение кислотности жира и уменьшается содержание крахмала и сахаров.

Все авторы, изучавшие хранение кукурузы в бунтах, установили, что при таком способе хранения происходит незначительное снижение влажности зерна (3—4%), что не может обеспечить сохранность кукурузы и устойчивость против поражения ее плесневыми грибами. Кукуруза с высокой влажностью во всех случаях при наступлении морозов теряла всхожесть и поэтому не могла быть использована в качестве семенного материала.

Настоящее исследование было предпринято по инициативе работников Одесского областного управления хлебопродуктов для изучения предельных сроков хранения кукурузы в початках при отсутствии специально приспособленных хранилищ.

II

Опытное хранение было организовано на Березовском элеваторе. Исследовали кукурузу Харьковскую белую зубовидную, сформированную в бунт, с 12 по 22 октября 1955 г.

Кукуруза при поступлении на пункт отличалась самой различной влажностью (колебания до 10%). Средняя влажность зерна початков была 25%, влажность стержней — 39%. До исследования кукуруза в початках была размещена на асфальтированной площадке, ее не перемещали и не перемещали.

В целях создания соответствующих условий для наблюдения в конце января 1956 г. бунт разграничили на две партии путем создания между ними прохода шириной в 2 м. На площадке № 1 размером 8×6×2 м и емкостью 60 т были установлены вертикальные каналы треугольного сечения через каждые 2 м по длине и ширине. Бунт № 2 емкостью 40 т не был оборудован вентиляционными каналами и имел размеры 6×6×2 м.

В начале наблюдения (20 января 1956 г.) кукуруза имела следующие качественные показатели (табл. 1).

Таблица 1

Качественные показатели кукурузы в начале наблюдения

Влажность, %		Примесь, %		Температура насыпи, °С	Пораженность плесневыми грибами
зерно	стержень	сорная	зерновая		
22,9	32,7	2,0	3,0	2—6	Единичные початки

Исследование продолжали в течение 4 месяцев с 20 января по 13 мая 1956 г.

Во время наблюдения периодически проводили определение влажности початков и температуры насыпи. Для биохимических и микробиологических исследований производили отбор образцов в центре насыпей.

Результаты исследования кукурузы в процессе хранения были удовлетворительные. Резкое ухудшение качества началось после 10 апреля в результате наступившего потепления.

13 мая комиссия в составе работников элеватора и института провела визуальное и органолептическое определение состояния партий кукурузы. В результате осмотра партий было установлено, что изменился цвет зерен на початках верхнего слоя и, кроме того, на них появилось множество трещиноватых зерен; средний слой початков имел стойкий плесневело-гнилостный запах, а поражение зародышей плесенью достигало 80—90%; початки кукурузы нижнего слоя наиболее сохранились — зерно их не потеряло характерного блеска.

Качественные показатели початков кукурузы по слоям приведены в табл. 2.

Таблица 2

Качественные показатели кукурузы в конце хранения
(13 мая 1956 г.)

Показатели качества	Слой насыпи		
	верхний	средний	нижний
Температура насыпи, °С	15,0	12,0	8,0
Влажность, %:			
зерна	16,8	19,9	23,55
стержня	13,0	18,0	24,0
Сорная примесь, %	13,0	10,0	2,0
Зерновая примесь, %	5,0	22,0	5,0

В табл. 3 приведены данные по состоянию окружающего воздуха за период хранения с ноября 1955 г. по май 1956 г.

Таблица 3

Характеристика состояния окружающего воздуха за период хранения

Показатели	1955 г.		1956 г.				
			м е с я ц ы				
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май
Среднемесячная температура (по среднесуточной), °С	0,3	— 0,1	— 1,9	— 9,4	— 2,4	8,0	14,0
Максимальная температура (среднесуточная), °С	11,7	12,2	10,3	7,8	9,2	25,0	24,9
Минимальная температура (среднесуточная), °С	—13,3	—14,5	—20	—24,4	—11,5	—2,7	2,7
Относительная влажность (среднемесячная), %	70	76	82	71	75	53	43
Максимальная суточная, %	99	100	100	100	96	98	85
Минимальная суточная, %	36	40	58	43	41	28	22

Данные таблицы показывают, что наиболее низкая среднемесячная температура воздуха имела место в феврале и была равна —9,4°; наиболее низкая среднесуточная температура воздуха также наблюдалась в феврале и достигала —24,4°. В апреле температура воздуха повысилась до 25° выше нуля.

Таким образом, за опытный период хранения кукурузы среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах от —24,4 до +25°. Относительная влажность воздуха за тот же период находилась в пределах 22—100%. В феврале была отмечена наиболее высокая от-

носительная влажность воздуха, что соответствовало самой низкой температуре за весь период его хранения.

Низкая температура воздуха вызывала значительное понижение температуры насыпи початков кукурузы до 6—13° ниже нуля (табл. 4).

Таблица 4
Изменение температуры насыпи кукурузы при хранении на бунтовых площадках (С°)

Места наблюдений		Даты наблюдений						
		10 января	7 фев- раля	22 фев- раля	9 марта	9 апреля	22 апреля	7 мая
Бунт № 1	Верхний слой	4	-5—3	10 9	4—3	5 8	17—18	16
	Нижний слой	4	1—1	13 0	4—1	—7	17—20	5
Бунт № 2	Верхний слой	2	-4—1	-9—8	3—2	5 11	18	15
	Нижний слой (в центре)	6	-2—2	-7—6	-3—1	6—10	15—19	17
	Нижний слой (у края бун- та)	4	-1—1	— —8	-4—2	5—11	15—18	19

Как видно из табл. 4, в бунте № 1 более низкая температура насыпи отмечена в нижнем слое, а в бунте № 2 — в верхнем.

Наблюдаемая неравномерность охлаждения початков кукурузы по отдельным слоям позволяет сделать заключение, что в период резкого похолодания вентиляционные каналы следует прикрывать для того, чтобы холодный воздух не поступал внутрь насыпи и не охлаждал ее. Соблюдение этого условия особенно важно при хранении семенной кукурузы, даже при условии, если она хранится в складах.

За исследуемый период влажность початков практически не повышалась.

При хранении кукурузы в бунтах на открытых площадках, не укрытых брезентами, в большинстве случаев наблюдалось снижение влажности не только зерна, но и стержней початков (табл. 5).

Так в бунте № 1 с января по май влажность зерна снизилась в верхнем слое на 6,2%, а в нижнем слое — на 3,2%; соответственно произошло снижение влажности стержней на 10,7 и 9,9%. В бунте № 2, в котором отсутствовали вентиляционные каналы, влажность зерна не снижалась в нижнем слое (в центре бунта), в то время как в верхнем слое влажность зерна понизилась в тех же пределах, что и в бунте № 1; влажность стержней понижалась также неравномерно по слоям насыпи: большее снижение наблюдалось в верхнем слое — на 18,5% и меньшее в нижнем слое — на 10—12%. Таким образом, при хранении кукурузы в бунтах снижение влажности початков происходит в основном за счет потери влаги стержнями.

Из данных, приведенных в табл. 6, видно, что кукуруза до наступления резкого похолодания имела высокую всхожесть зерна — 95—97%.

Резкое снижение температуры воздуха в первой декаде февраля до —16° привело к фактической потере всхожести кукурузы. Более всего снизилась влажность зерна в бунте № 1 и менее всего в бунте № 2.

Потеря всхожести зерном кукурузы по слоям насыпи также оказалась неравномерной. Большая потеря всхожести наблюдалась в верх-

Таблица 5

Изменение влажности початков кукурузы при хранении (%)

Места отбора образцов			Д а т ы о п р е д е л е н и й							
			20 января	7 фев- раля	22 фев- раля	9 марта	9 апреля	26 апреля	7 мая	13 мая
Площадка № 1	Верхний слой	{ зерно стержень	23,06 31,50	23,50 30,00	23,05 27,60	24,36 30,10	23,94 31,40	23,60 28,60	16,90 20,81	— —
	Нижний слой	{ зерно стержень	22,71 33,90	20,4 25,80	24,43 33,60	23,08 30,60	23,60 27,80	24,20 30,00	19,50 24,00	— —
Площадка № 2	Верхний слой	{ зерно стержень	23,06 31,50	23,59 29,40	27,42 34,20	24,09 32,00	24,05 29,30	23,00 33,40	18,50 25,40	16,8 13,0
	Нижний слой	{ зерно стержень	22,74 33,90	21,90 26,20	22,05 27,20	25,25 29,90	24,28 30,20	23,95 31,60	22,70 26,40	23,55 24,0
	Нижний слой (у края бунта)	{ зерно стержень	— —	23,50 30,60	26,53 33,40	25,18 31,40	24,00 28,40	23,35 24,00	20,75 27,20	19,9* 18,0*

* Средний слой.

Таблица 6

Изменение всхожести кукурузы при хранении на бунтовых площадках зимой и весной (%)

Места отбора образцов		Д а т ы о т б о р а о б р а з ц о в						
		24 января	7 фев- раля	22 фев- раля	9 марта	9 апреля	26 апреля	7 мая
Бунт № 1	{ верхний слой	97	28	43	63	54	33	28
	{ нижний слой	95	45	—	84	42	54	56
Бунт № 2	{ верхний слой	97	38	35	75	69	24	9
	{ нижний слой	95	62	99	70	68	19	31
	{ нижний слой (у края бунта)	—	94	58	79	7	—	6

них слоях и меньшая — в нижнем слое. Однако в конце хранения самые низкие значения всхожести зерна были в бунте № 2. Это объясняется тем, что влажность початков кукурузы в бунте № 2 была больше, чем в бунте № 1.

III

В зерне кукурузы в процессе хранения происходили изменения химического состава. Данные по химическому составу зерна представлены в табл. 7.

Из данных, приведенных в табл. 7, видно, что при хранении кукурузы на площадке № 1 происходит незначительное снижение содержания жира (на 0,1%); на площадке № 2 в апреле содержание жира снизилось на 0,22%. Снижение содержания жира в зерне кукурузы сопро-

вождалось значительным повышением кислотного числа жира. Количественное содержание сахаров к концу хранения резко снизилось, причем¹ как изменение кислотности жира, так и уменьшение содержания сахаров наблюдались при наступлении весеннего потепления.

Таблица 7

Изменение химического состава зерна при бунтовом хранении кукурузы

№ бунтов	Даты определений	Содержание жира, %	Кислотное число жира в мл 0,1 N KOH на 1 г жира	Сахара глюкозы в мг на 10 г муки
1	24 января	5,00	0,77	—
	24 февраля	5,00	1,12	137,0
	9 марта	4,97	1,17	137,0
	9 апреля	4,95	1,21	143,0
	9 мая	4,90	4,03	99,1
2	24 февраля	5,07	1,10	143,0
	9 марта	5,04	1,30	143,0
	9 апреля	4,85	1,15	143,0
	9 мая	4,78	9,30	92,8

Сравнивая результаты исследования по изменению химического состава зерна кукурузы следует отметить, что данные Голика и наши получены в разные периоды года.

Голик исследовал изменения химического состава кукурузы при бунтовом хранении в течение октября — января; наши данные относятся к январю — маю. Полученные нами результаты не совпадают с данными Голика по изменению количественного содержания жира и особенно сахаров, а также по росту кислотного числа жира.

В табл. 8 приведены данные исследования влияния бунтового хранения на развитие микрофлоры зерна кукурузы.

Таблица 8

Микрофлора зерна кукурузы при хранении ее на бунтовых площадках¹
(количество клеток в тысячах на 1 г сухого веса)

Даты исследований	Площадка № 1		Площадка № 2	
	бактерии	плесени	бактерии	плесени
7 февраля	3650	100	3550	200
9 марта	500	350	800	345
9 апреля	700	300	1000	335
13 мая	13700	305	1760	200

¹ Данные получены в результате исследования среднего образца центральной части бунтовых площадок.

Определение количественного состава микрофлоры проводили методом смыва, которые затем разводили и высевали на плотные питательные среды — СА и МПКА.

Колонии микроорганизмов выращивали для бактерий при температуре 27—29° в течение 2 суток, для плесеней (при температуре 23—25°) в течение 3 суток.

Данные табл. 8 показывают, что более значительные изменения в количественном составе микрофлоры наблюдаются на площадке № 1 за счет роста численности бактерий.

К концу хранения в обоих бунтах количество микроорганизмов на зерне початков значительно возросло.

Таким образом, изучая данные по развитию микрофлоры зерна кукурузы в последний период хранения и по изменению химического состава зерна, мы приходим к выводу, что микроорганизмы потребляют воднорастворимые вещества — прежде всего сахара и в меньшей степени жиры.

Выводы

1. В условиях зимнего хранения не происходит существенных изменений в химическом составе зерна и в его микробном обсеменении. Весеннее потепление вызывает резкую активизацию биохимических и микробиологических процессов.

2. Хранение продовольственной кукурузы с влажностью 23—25% на площадках в условиях Одесской области возможно при условиях расформирования бунтов до наступления устойчивого весеннего потепления. Оборудование бунтов вентиляционными каналами улучшает условия хранения кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репин А. Н. Хранение и сушка семенного материала кукурузы и сорго. Труды, НИИЗХ им. В. В. Куйбышева, вып. 6. Изд. научно-исследовательского института зернового хозяйства, Киев — Полтава, 1937.
2. Голик М. Г. Физиолого-биохимические основы хранения кукурузы. Изд. АН СССР, М., 1955.

В. Б. ФАСМАН,
кандидат техн. наук, доцент

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕВАТОРОВ

В статье делается попытка расширить систему технико-эксплуатационных показателей работы транспортирующего оборудования зерновых элеваторов, приводятся производственные данные по ряду коэффициентов и предлагается определять эти показатели при анализе работы элеватора.

В настоящее время показателем использования транспортного оборудования элеватора является коэффициент использования K_n производительности норий [1, 2], относимый ко времени работы оборудования (коэффициент интенсивности использования). Этот коэффициент в эксплуатационной практике используется совершенно недостаточно и, являясь единственным показателем, не может в полной мере характеризовать использование оборудования.

Улучшение использования транспортного оборудования элеваторов должно выразиться в ряде технико-эксплуатационных показателей.

Данная работа выполнена на основании производственного материала, собранного в течение 1948—1959 гг., на ряде элеваторов различного типа. В работе рассматриваются следующие показатели:

- коэффициент одновременности работы норий;
- коэффициент грузооборота норий;
- коэффициенты использования времени (коэффициент экстенсивного использования) и производительности (интегральный).

Коэффициент одновременности работы норий

Один из показателей эксплуатации оборудования элеватора — **коэффициент одновременности работы норий**. Коэффициент одновременности работы норий σ представляет отношение среднего числа норий, работающих одновременно, к общему числу норий, установленных на элеваторе. Он характеризует совместное выполнение при работе элеватора нескольких операций.

Обозначая T_n — суммарную продолжительность работы всех норий элеватора, T_s — продолжительность работы элеватора и n — число норий на элеваторе, получим согласно определению:

$$\sigma = \frac{T_n}{T_s}. \quad (1)$$

Если за рассматриваемый период грузооборот норий (объем их работы) составляет Γ_n при технической (паспортной) производительности нории Q и среднем коэффициенте использования K_n ,

$$\text{то} \quad T_n = \frac{\Gamma_n}{K_n Q}. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2)

$$\sigma = \frac{\Gamma_n}{n K_n Q T_{\Sigma}}. \quad (3)$$

Значение σ зависит от общей постановки эксплуатации элеватора. Большое влияние на величину σ должно оказывать ежедневное планирование работы элеватора. С улучшением эксплуатации при составлении ежедневных планов — графиков работы элеватора значение σ должно увеличиваться и приближаться к единице. Необходимо подчеркнуть, что обязательность ежедневного составления планов-графиков работы предусматривается правилами технической эксплуатации элеваторно-складского хозяйства [3].

Элеватор, как известно, в разные периоды года имеет различную интенсивность работы. Наряду с периодами очень напряженной работы, в течение которых на элеваторе для выполнения заданий должно работать наибольшее количество норий, часто бывают периоды, характеризующиеся малыми объемами операций и, как правило, меньшими значениями σ . Однако необходимо отметить, что и малый объем операций при условии ежедневного планирования работы элеватора может быть выполнен с большими значениями σ . С другой стороны, при отсутствии ежедневных планов-графиков даже наиболее напряженные периоды работы могут характеризоваться небольшими значениями σ , что еще более увеличивает напряженность работы.

Величина σ , так же как и K_n , влияет на число часов работы элеватора, на удельное энергопотребление и, в конечном итоге, на удельные издержки обращения. С увеличением σ уменьшается T_{Σ} , облегчается выполнение необходимого объема работы, снижаются удельный расход энергии и удельные издержки обращения.

Коэффициент σ оказывает очень большое влияние на удельное энергопотребление на элеваторах с собственными электростанциями.

Таблица 1

Значение σ для некоторых элеваторов в периоды усиленной и малонапряженной работы

№ элеватора	Характеристика элеватора		Среднее значение σ в период		Среднее значение
	Т и п	Количество и производительность норий, т/час	усиленной работы	малонапряженной работы	
1	Заготовительный	2×100	0,87	0,69	0,78
2	Заготовительный	2×100	0,58	0,51	0,31
3	Мельничный	2×150	0,63	0,55	0,46
4	Базисно-перевалочный	5×350	0,75	0,44	0,73

Для иллюстрации в табл. 1 приведены значения σ , зафиксированные в периоды напряженной и малонапряженной работы на четырех элеваторах; для частичной характеристики постановки эксплуатации

оборудования этих элеваторов в таблице указаны средние значения коэффициента K_n . Низкие значения σ на элеваторе № 2 объясняются как недовлительной постановкой работы, так и недостаточной мощностью собственной электростанции, не обеспечивающей нормальной одновременной работы обеих норий, сепараторов и зерносушилки. Эксплуатация оборудования с такими малыми значениями σ и K_n приводит к тому, что в дни с более или менее напряженной работой этот элеватор в состоянии выполнить только работу по приему; внутренние же операции приходится выполнять в дни с небольшим поступлением. Для сравнения приведены вполне удовлетворительные показатели работы оборудования элеватора № 1, имеющего аналогичное оборудование и примерно такой же объем работы. Сравнивая показатели работы обоих элеваторов, достаточно указать, что годовое число часов работы элеватора № 2 в 3,1 раза больше, а удельный расход топлива в 2,6 раза выше, чем на элеваторе № 1. Неудовлетворительны показатели работы оборудования и элеватора № 3. Благодаря хорошей постановке технической эксплуатации работа оборудования элеватора № 4 характеризуется средним значением K_n и достаточно высокой средней величиной σ в период напряженной работы. Что же касается величины $\sigma = 0,44$, то для пятинорийного элеватора ее нельзя признать достаточно удовлетворительной; при наличии ежедневного оперативного планирования работы оборудования можно добиться более высоких значений σ даже в период малонапряженной работы.

Наблюдения за работой ряда элеваторов и обработка отчетных данных показали, что фактические значения σ колеблются в широких пределах (табл. 2). Меньшие значения σ наблюдаются, естественно, при недостаточно удовлетворительной технической эксплуатации элеватора, при отсутствии ежедневного планирования работы, а также в периоды наименее напряженной работы. Большие значения σ , как правило, имеют место при правильном ежедневном планировании, в наиболее напряженные периоды работы.

В табл. 2 приведены и наилучшие значения σ , которые можно рекомендовать для практики.

Таблица 2

Наблюдаемые в практике и оптимальные значения

Число норий на элеваторе	2	3	4	5
Наблюдаемые в практике значения σ	0,55 ± 0,90	0,40 ± 0,83	0,52 ± 0,82	0,28 ± 0,80
Оптимальные значения σ	0,75 ± 0,90	0,67 ± 0,83	0,60 ± 0,82	0,60 ± 0,80

Опыт работы передовых элеваторов свидетельствует о том, что указанные в таблице оптимальные значения σ вполне достижимы.

Коэффициент грузооборота норий

Показателем работы оборудования элеватора, определяющим объем работы основных машин — норий, является **грузооборот норий** Γ_n , равный количеству зерна, перемещенного нориями в течение данного периода (обычно года). Грузооборот норий характеризует напряженность работы оборудования и влияет на расход энергии; от грузо-

оборота норий непосредственно зависит число часов работы элеватора и в конечном итоге, издержки обращения.

Вместо грузооборота норий удобно пользоваться отношением этой величины к грузообороту элеватора $\Gamma_{\text{э}}$; назовем это отношение **коэффициентом грузооборота норий**:

$$i = \frac{\Gamma_{\text{н}}}{\Gamma_{\text{э}}}. \quad (4)$$

Так как $\Gamma_{\text{э}} = \kappa_0 E_{\text{э}}$, где κ_0 — коэффициент оборота элеватора и $E_{\text{э}}$ — емкость элеватора, то

$$i = \frac{\Gamma_{\text{н}}}{\kappa_0 E_{\text{э}}}. \quad (5)$$

Коэффициент i является за данный период средним показателем, учитывающим число подъемов норией зерна каждой партии за время хранения на элеваторе вплоть до отгрузки. Если, например, все зерно подвергается сепарированию, сопровождающемуся двумя подъемами, то, учитывая прием и отпуск, получим для данного случая при отсутствии других операций $i=4$; подача на очистку даже части зерна по ходу приема сокращает соответственно объем работы норий и значение i . С другой стороны, необходимость перемещений зерна, связанных с охлаждением, освещением, подготовкой партий, инвентаризацией и т. п. вызывает увеличение i .

Следует иметь в виду, что наряду с перемещениями, необходимыми с точки зрения сохранности зерна, на элеваторах иногда имеют место перемещения нерациональные, являющиеся следствием неудачно составленного плана размещения. Такие нерациональные перемещения вызывают увеличение коэффициента i , времени работы оборудования, расхода энергии и издержек обращения.

Величина коэффициента i зависит в первую очередь от типа элеватора по назначению. По-видимому для фондовых элеваторов величины i должны быть значительно большими, чем, например, для элеваторов, портовых; на фондовых элеваторах повышенные требования к качеству зерна и значительные сроки хранения сопряжены с многократными перемещениями и увеличенными объемами работы норий при небольшом грузообороте. Портовые и перевалочные элеваторы характеризуются, как известно, значительными грузооборотами, небольшими сроками хранения. В данном случае нет необходимости в многократных перемещениях каждой партии зерна, вследствие чего эти типы элеваторов отличаются небольшими значениями i . Для элеваторов производственных и заготовительных характерны средние значения коэффициента i .

Теоретические значения годового грузооборота норий («годовой работы элеватора»), выраженного через грузооборот $\Gamma_{\text{э}}$, для различных типов элеваторов по назначению впервые вычислены проф. Д. В. Шумским [1, том II], отмечавшим ориентировочность и приближенность своих расчетов, а также необходимость их расчета для каждого конкретного элеватора по данным экономических изысканий.

Для различных элеваторов одного типа значения i могут колебаться иногда в больших пределах в зависимости от многих факторов — коэффициента оборота, выполнения данным элеватором функций элеваторов других типов. Например, выполнение портовым элеватором функций заготовительного или производственного ведет к увеличению коэффициента i , а выполнение мельничным элеватором функций перева-

лочного — к уменьшению i . Для одного и того же элеватора величина i в разные годы может подвергаться значительным колебаниям. В этом случае она зависит от грузооборота элеватора, качества поступающего зерна, темпов поступления и отгрузки и других, часто трудно поддающихся учету, факторов.

В табл. 3 приведены теоретические и фактические значения коэффициента i для разнотипных элеваторов. Фактические значения i даны по нескольким элеваторам каждого типа; для большинства элеваторов значения i приведены за ряд лет.

Таблица 3

Значение коэффициента грузооборота норий i

Тип элеватора по назначению	теоретические значения		Фактические значения				
	по данным [1, том II]	по дан- ным [2]	колебания по имею- щимся данным	по разным элеваторам			
				№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1. Заготовительный	5,55	5,0	4,4 ÷ 7,2	4,8; 5,6	5,3; 7,2; 6,7	6,0	4,4
2. Базисный	7,70	8,10	3,4 ÷ 6,2	4,8; 6,2; 5,3	3,4; 5,5	—	—
3. Перевалочный	3,09	3,55					
4. Фондовый	10,1	7,9	7,3 ÷ 12,1	10,7; 9,9	7,3; 11,9; 10,5	12,1	—
5. Мельничный	6,7	6,7	4,6 ÷ 6,2	4,8; 4,6; 5,2	5,7; 6,2	4,7	—
6. Портовый	3,38	4,5	3,4 ÷ 5,3	5,3; 3,8; 3,4	3,9	—	—

Данные по заготовительным элеваторам подтверждают относительную правильность теоретических значений коэффициента i . Колебания величины i по 4 элеваторам значительны и объясняются рядом причин. Так, по заготовительному элеватору № 2 колебания i в течение 3 лет объясняются главным образом различным качеством поступавшего в течение каждого года зерна: значения 7,2 и 6,7 соответствуют годам с поступлением зерна повышенной влажности и засоренности, а также с большим объемом операций с семенным зерном, требующим, как известно, многократной очистки зерна для доведения до посевных кондиций. Самое низкое для заготовительных элеваторов значение 4,4 по элеватору № 4 объясняется тем, что почти вся отгрузка с этого заготовительного пункта шла через элеватор при небольшой емкости его (по сравнению с емкостью всего пункта); достаточно сказать, что коэффициент оборота элеватора за этот год составил 3,4.

Для фондовых элеваторов наблюдаются значительные колебания значений i . Для элеватора № 2 большее значение 11,9 объясняется значительным объемом перемещений, связанных с необходимостью постепенного охлаждения зерна, так как в соответствующем году позднее наступили морозы, а качество зерна требовало хотя бы постепенного охлаждения.

Для мельничных элеваторов характерны меньшие колебания величины i . Несколько завышенные значения коэффициента i для элеватора № 2 по сравнению с другими мельничными элеваторами объясняются главным образом значительной емкостью элеватора, соответствующей 92-дневному запасу зерна, в то время как элеватор № 1 может обеспечить работу мельницы лишь в течение 52 дней. Необходимо указать, что приведенные в таблице теоретические значения i для мельничных элеваторов несколько завышены.

Для базисно-перевалочных и портовых элеваторов характерны большие колебания коэффициента i , соответствующие различным ус-

ловиям работы как для различных элеваторов, так и в разные годы. Для этих типов элеваторов основным фактором, обуславливающим различные значения i , является грузооборот. Так, для базисно-перевалочного элеватора № 1 приведенные в таблице значения i наблюдались при таких значениях коэффициента оборота κ_0 : при $\kappa_0 = 10,2$; $i = 4,3$; $\kappa_0 = 8,4$ $i = 5,3$; $\kappa_0 = 4,6$ $i = 6,2$.

Необходимо подчеркнуть, что при проектировании значение i следует определять на основании данных экономического обоснования и с учетом особенностей работы конкретного элеватора. Фактические же значения коэффициента i могут быть определены по формуле (4), причем грузооборот норий следует устанавливать по данным учета работы норий.

В процессе эксплуатации необходимо стремиться к всемерному снижению коэффициента i , сведению числа подъемов к минимуму, устранению нерациональных перемещений. Необходимо отметить, что применение термометрических установок, силосных пробоотборников, установок для активного вентилирования, поточных методов подработки зерна должно способствовать снижению коэффициента грузооборота норий.

Введение в эксплуатационную практику коэффициента i дает возможность правильно оценить работу элеватора, контролировать объем работы норий, способствует устранению нерациональных перемещений зерна и внедрению активных методов хранения и проверки качества зерна без перемещения его.

Коэффициенты использования времени и производительности

Обобщающими показателями работы основного оборудования элеватора являются коэффициент использования времени (коэффициент экстенсивного использования) λ_t и интегральный коэффициент использования производительности λ_Q .

В отличие от коэффициента интенсивного использования производительности K_n , определяемого за время работы оборудования, коэффициенты λ_t и λ_Q относятся ко всему периоду работы элеватора.

Коэффициент использования времени представляет собой отношение фактического времени работы всех норий элеватора к возможному времени работы за тот же период:

$$\lambda_t = \frac{T_n}{nt}, \quad (6)$$

где t — продолжительность рабочего периода элеватора.

Так как на основании уравнения (1) $T_n = n\sigma T_\Sigma$, то

$$\lambda_t = \sigma \frac{T_\Sigma}{t}. \quad (7)$$

Таким образом, коэффициент λ_t равен произведению коэффициентов одновременности работы норий σ и использования рабочего периода элеватора $\frac{T_\Sigma}{t}$.

Интегральный коэффициент использования производительности оборудования характеризует использование технической производительности оборудования в течение рабочего периода элеватора и определяется как отношение

$$\lambda_Q = \frac{G_n}{ntQ}. \quad (8)$$

Из уравнений (2), (6) и (8) получим:

$$\lambda_Q = \frac{T_n}{nt} K_n = \lambda_t K_n \quad (9)$$

где K_n — среднее значение коэффициента интенсивного использования производительности.

Согласно полученному уравнению интегральный коэффициент использования производительности представляет собой произведение коэффициентов интенсивного использования производительности и использования времени. Соотношение (9) может быть применено для проверки вычислений при определении коэффициентов λ_t и λ_Q , а также при составлении сводных графиков.

Коэффициенты λ_t и λ_Q за сутки наиболее напряженной работы элеватора были предложены Д. В. Шумским [1, том I] и применяются в практике работы ГИ Промзернопроект для характеристики сводных суточных графиков работы элеватора. Месячные (за месяц наиболее напряженной работы) и значительно реже годовые коэффициенты λ_t и λ_Q также применяются в проектной практике.

В эксплуатационной практике эти коэффициенты совершенно не применяются. Их внедрение, однако, может значительно помочь в борьбе за улучшение использования оборудования.

Рост грузооборота элеватора влечет за собой увеличение объема работы норий G_n и повышение коэффициентов λ_t и λ_Q . Необходимо отметить, что при значительном повышении грузооборота элеватора может увеличиться и рабочий период элеватора; это увеличение, однако, происходит значительно медленнее, чем рост величин T_n и G_n в уравнениях (6) и (8).

С улучшением технической эксплуатации на элеваторе, как известно, повышается значение K_n , что влечет за собой снижение величин T_n и λ_t . При этом возможно небольшое повышение коэффициента λ_Q за счет уменьшения продолжительности рабочего периода.

Величины коэффициентов λ_t и λ_Q могут колебаться в значительных пределах и зависят от ряда факторов: типа и объема работы (т. е. грузооборота G_n), элеватора, значения коэффициента i , постановки технической эксплуатации, соответствия количества и производительности норий объему работы элеватора; в значительной степени величины λ_t и λ_Q зависят от продолжительности периода, за который они определяются (сутки, месяц, год).

Так как $\lambda_Q = \lambda_t K_n$, то для характеристики обоих разбираемых коэффициентов достаточно рассмотреть колебания величин λ_t . Значения наиболее общего коэффициента λ_Q будут зависеть от колебаний как λ_t , так и K_n .

В периоды напряженной работы элеватора значения λ_t должны быть достаточно высокими. Так, для суток наиболее напряженной (так называемой «максимальной») работы, как видно из результатов обработки эксплуатационных данных большого числа элеваторов (табл. 4), коэффициент использования времени может достигать величины $\lambda_t = 0,90 \div 0,95$. В месяцы напряженной работы возможны значения $\lambda_t = 0,70 \div 0,90$. Разумеется, при увеличении периода, за который рассматриваются показатели, и при уменьшении напряженности работы величины λ_t снижаются. Наименьшими значениями характеризуются периоды ненапряженной работы. Велики колебания годовых значений λ_t .

Таблица 4

Значения коэффициента использования времени (%)

Тип элеватора	Значения коэффициента λ_t					За год
	за сутки			за месяц		
	„Макс.“ работы	напряжен- ной работы	ненапря- женной работы	напряжен- ной работы	ненапря- женной работы	
1. Заготовительный	80÷95	50÷85	5÷35	50÷90	10÷35	15÷30
2. Базисно-перевалочный, портовый	75÷90 (55÷70)	55÷75 (30÷40)	3÷25	75÷80 (40÷70)	4÷50	20÷45 (6÷15)
3. Мельничный	75÷90 (35÷70)	60÷70 (20÷50)	10÷40	55÷85 (40÷50)	10÷35	20÷40 (10÷15)
4. Фондовый	50÷70	35÷60	8÷25	35÷60	5÷25	10÷25

Примечание. Величины в скобках относятся к элеваторам с завышенной суммарной производительностью норий.

Из данных, приведенных в табл. 4, видно, что элеваторы, на которых суммарная производительность норий выбрана с большим запасом, характеризуются, как правило, малыми значениями коэффициента λ_t . Эти же данные свидетельствуют о зависимости λ_t от назначения элеватора.

Для определения λ_t и λ_Q должно быть известно значение t .

Максимальная продолжительность рабочего периода элеватора за год составляет $t = 360 \cdot 24 = 8640$ час., что соответствует $360 \times 3 = 1080$ сменам. Необходимо учесть, что в период малонапряженной работы элеватор работает в две и даже в одну смену, имеет выходные дни. Кроме того, элеватор может не работать во время капитального ремонта и дезинсекции. В связи с этим продолжительность рабочего периода не достигает указанной величины.

На основании обработки эксплуатационных данных приводим значения t за год для различных типов элеваторов:

Тип элеватора по назначению	Продолжительность рабочего периода в часах	Число рабочих смен
1. Заготовительный	4800—5600	600÷700
2. Базисно-перевалочный, портовый	5600—6400	700÷800
3. Мельничный	5200—6000	650÷750
4. Фондовый	4000—4800	500÷600

Для месяцев напряженной работы $t = 30 \times 24 = 720$ час., другие месяцы характеризуются меньшими значениями t .

На элеваторах в процессе эксплуатации необходимо учитывать G_n и T_n и определять величину K_n . При анализе работы элеватора следует определять и такие показатели как i , σ , λ_t и λ_Q .

Для нормирования этих показателей и внедрения их в эксплуатационную практику необходимо продолжить накопление и обобщение производственных данных,

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шумский Д. В.* Элеваторно-складское хозяйство, части I и II. Заготиздат, 1940—1941.
2. *Платонов П. Н., Ляторовский Б. Г., Рекайкин П. Н.* Элеваторы и склады. Загэтиздат, 1954.
3. Правила технической эксплуатации элеваторно-складского хозяйства Заготзерно, Главзаготсортзерно, Главмуки и Главкрупы Министерства заготовок Союза ССР. Заготиздат, 1948.

*В. Б. ФАСМАН,
кандидат техн. наук, доцент*

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРУЗКИ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА НА ПОТРЕБНУЮ МОЩНОСТЬ ЕГО ПРИВОДА

В работе рассматривается зависимость потребной мощности привода ленточных транспортеров от степени загрузки. Экспериментальные данные подтверждают правильность выведенных уравнений.

Приведенные уравнения могут быть использованы при нормировании энергопотребления на элеваторах. Предлагаются формулы, облегчающие при сохранении точности расчет потребной мощности привода ленточных транспортеров.

Для нормирования и учета энергопотребления на элеваторах необходимо знать закон изменения потребной мощности привода каждой машины в зависимости от загрузки ее.

В отношении ленточных транспортеров имеется мнение, что потребная мощность их привода мало зависит от загрузки. Из такого неточного предположения исходил и автор [1] при изучении энергопотребления на элеваторах.

Г. В. Древис [2] на основании проведенных испытаний утверждает, что на холостой ход ленточных транспортеров расходуется значительная мощность; приведенные им данные свидетельствуют о зависимости потребной мощности от загрузки транспортера.

Очевидно, что для наклонных транспортеров расход энергии с уменьшением загрузки должен снижаться тем в большей степени, чем выше подъем груза.

В данной работе изучается зависимость потребной мощности N и коэффициента сопротивления ленточного транспортера ω от его коэффициента загрузки k и длины транспортирования.

Коэффициент снижения потребной мощности.

Отношение величины мощности при неполной ($k < 1$) и полной загрузке ($k = 1$) назовем коэффициентом снижения потребной мощности при неполной загрузке:

$$p = \frac{N_{k < 1}}{N_{k=1}}. \quad (1)$$

Потребная мощность привода ленточного транспортера, как известно [3, 4], определяется через тяговое усилие W_0 :

$$N = \frac{W_{\Sigma} v}{102 \eta_m}, \quad (2)$$

где v — скорость движения транспортной ленты;
 η_m — к. п. д. передаточного механизма привода.

Тяговое усилие определяют как сумму сопротивлений на всех участках транспортера.

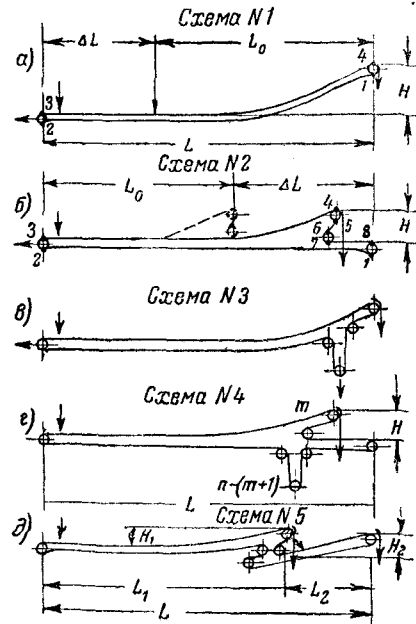


Рис. 1. Расчетные схемы ленточных транспортеров

Для простейшей схемы транспортера (рис. 1,а) при производительности κQ

$$W_{1-2} = (q_{\Sigma} + q_p'') L \omega''; \quad (3)$$

$$W_{2-3} = c S_2 = c(S_1 + W_{1-2}) = c[S_1 + (q_{\Sigma} + q_p'') L \omega'']; \quad (4)$$

$$W_{3-4} = (\kappa q + q_{\Sigma} + q_p') L \omega' + \kappa q H; \quad (5)$$

$$\begin{aligned} W_{4-1} &= c'(S_1 + S_4) = c'[S_1 + (S_1 + W_{1-2} + W_{2-3} + W_{3-4})] = \\ &= c'[S_1 + (1 + c)S_1 + (1 + c)(q_{\Sigma} + q_p'') L \omega'' + \kappa q(L \omega' + H) + \\ &\quad + (q_{\Sigma} + q_p') L \omega'], \end{aligned} \quad (6)$$

где:

$W_{1-2}, W_{2-3}, W_{3-4}, W_{4-1}$ — сопротивления движению ленты на соответствующих участках транспортера;

$S_1 = S_{\min}$ — натяжение сбегавшей с приводного барабана ленты (минимальное натяжение);

S_2, S_3, S_4 — натяжение ленты в соответствующих точках;

L — длина транспортера;

H — высота подъема груза;

ω', ω'' — коэффициенты сопротивления движению ленты на грузной (желобчатой) и порожней (плоской) ветвях;

$q = \frac{Q}{3,6v}$ — погонная нагрузка от перемещаемого материала;

q_L — погонная нагрузка от ленты;

q_p', q_p'' — погонная нагрузка от вращающихся частей роликовых опор на грузной и порожней ветвях;

c, c' — коэффициенты сопротивления движению ленты на направляющем и приводном барабанах.

В формуле (5) принято, что длина транспортирования груза равна длине транспортера ($L = L_0$).

После преобразования суммы $W_0 = W_{1-2} + W_{2-3} + W_{3-4} + W_{4-1}$ согласно равенствам (3) — (6) получим

$$W_0 = A_1 S_1 + A_2 (q_L + q_p'') L \omega'' + A_3 (q_L + q_p') L \omega' + A_3 k q (L \omega' + H), \quad (7)$$

где:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= c + c' [1 + (1 + c)] = c + c' (2 + c); \\ A_2 &= (1 + c') (1 + c); \quad A_3 = 1 + c'. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Можно показать, что для большинства схем ленточных транспортеров справедливо уравнение (7); схемы различаются лишь значениями коэффициентов A_1, A_2 и A_3 .

Для часто встречающейся в практике схемы № 2 (рис. 1,б)

$$\left. \begin{aligned} A &= c + c(1 + c) + c(1 + c)^2 + c' [1 + (1 + c)^3]; \\ A_2 &= (1 + c')(1 + c)^3; \quad A_3 = (1 + c')(1 + c)^2. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Для схемы № 3 (рис. 1,в)

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= c + c(1 + c) + c(1 + c)^2 + c(1 + c)^3 + c' [1 + (1 + c)^4]; \\ A_2 &= (1 + c')(1 + c); \\ A_3 &= 1 + c'. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

В транспортерах часть направляющих барабанов нередко расположена на порожней ветви недалеко от точки минимального натяжения, а другая часть — на грузной ветви недалеко от точки максимального натяжения; в каждой группе барабаны расположены один за другим (рис. 1,г). Во всех случаях один направляющий барабан является концевым. Если через m обозначить число барабанов, расположенных на грузной ветви, через n — полное число направляющих барабанов, то в общем виде для схемы № 4 значения коэффициентов в уравнении (7) будут:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= c + c(1 + c) + c(1 + c)^2 + \dots + c(1 + c)^{n-1} + c' [1 + (1 + c)^n]; \\ A_2 &= (1 + c')(1 + c)^{m+1}; \\ A_3 &= (1 + c')(1 + c)^m. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Формулы (8), (9) и (10) являются частными случаями уравнений (11).

Иногда встречаются схемы ленточного транспортера, которые не яв-

ляются частными случаями схемы № 4. Примером может служить схема № 5 (рис. 1, д) транспортера с постоянным сбросом; в этом случае.

$$W_0 = A_1 S_1 + A_2 (q_n + q_p'') L w'' + A_3 (q_n + q_p') L_1 w' + A_3 \kappa q (L_1 w' + H_1) + \\ + (1 + c') (q_n + q_p') L_2 w' + (1 + c') \kappa q (L_2 w' + H_2), \quad (12)$$

где, согласно уравнениям (11),

$$A_1 = c + c(1 + c) + c(1 + c)^2 + c(1 + c)^3 + c(1 + c)^4 + c' [1 + (1 + c)^5];$$

$$A_2 = (1 + c')(1 + c)^3;$$

$$A_3 = (1 + c')(1 + c)^2.$$

Используя изложенный метод, для любой схемы транспортера можно получить соответствующее уравнение $W_0 = Z(\kappa)$.

Во всех случаях тяговое усилие выражается уравнением:

$$W_0 = a_1 \kappa + b_1. \quad (13)$$

Для схемы № 4, а значит и для схем № 1, 2 и 3 в соответствии с равенством (7)

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= A_3 q (L w' + H); \\ b_1 &= A_1 S_1 + A_2 (q_n + q_p'') L w'' + A_3 (q_n + q_p') L w'. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Так как W_0 пропорционально N , а при $\kappa = 1$ $W_0 = a_1 + b_1$, то

$$p = \frac{N_{\kappa < 1}}{N_{\kappa = 1}} = \frac{W_{\kappa < 1}}{W_{\kappa = 1}} = \frac{a_1}{a_1 + b_1} \kappa + \frac{b_1}{a_1 + b_1}.$$

Обозначая

$$a = \frac{a_1}{a_1 + b_1}; \quad b = \frac{b_1}{a_1 + b_1}, \quad (15)$$

получим окончательно:

$$p = a \kappa + b. \quad (16)$$

Таким образом, для ленточного транспортера получена такая же зависимость p от κ , как и для нории [5]. И в данном случае свободный член уравнения (16) характеризует мощность холостого хода транспортера ($p = b$ при $\kappa = 0$).

Зависимость коэффициента сопротивления от загрузки

Коэффициент сопротивления w , представляющий собой отношение сил вредного сопротивления при перемещении груза к его весу, может быть определен, как известно [4], из уравнения:

$$N = \frac{QLw}{367} + \frac{QH}{367}; \quad (17)$$

отсюда для производительности κQ и мощности pN

$$w = \frac{367N}{\kappa QL} p - \frac{H}{L}. \quad (18)$$

Обозначая

$$\left. \begin{aligned} a' &= \frac{367N}{QL} a - \frac{H}{L} \\ b' &= \frac{367N}{QL} b \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

из уравнений (18) и (19) получим:

$$w = a' + \frac{b'}{\kappa}. \quad (20)$$

Как видно из рассмотрения уравнения (20), с уменьшением загрузки транспортера коэффициент сопротивления, естественно, увеличивается.

При полной загрузке ($\kappa = 1$)

$$w = a' + b'. \quad (21)$$

При $\kappa = 0$ величина $w = \infty$. Для этого случая определение потребности мощности N по уравнению (17) приводит к неопределенности типа $0 \times \infty$ и, разумеется, лишено смысла.

По уравнениям (16) и (20) можно построить характеристику ленточного транспортера, т. е. график зависимости w и p от κ (рис. 2).

Можно показать, что уравнения (16) и (20) справедливы для всех типов конвейеров с тяговым органом.

Опытные данные

Экспериментальная проверка зависимости p и w от κ была проведена на нескольких элеваторах для ленточных транспортеров производительностью 100, 175, 350 и 500 т/час.

Для определения коэффициента загрузки.

$$\kappa = \frac{Q_3}{Q} = \frac{E}{t_3 Q'}$$

представляющего отношение эффективной производительности транспортера к его технической (паспортной) производительности, измеряли эффективное время t_3 , т. е. время, в течение которого транспортер работал под нагрузкой. Количество пропущенного за это время зерна E определяли взвешиванием.

Для определения мощности привода транспортеров N при различной загрузке измеряли силу подводимого к электродвигателю тока. Вычисления мощности, отдаваемой электродвигателями, были произведены при помощи характеристики, составленных по каталожным величинам к. п. д. и коэффициента мощности двигателя. Все опыты проводили при температуре воздуха $t > 0$.

В большинстве опытов зерно транспортировалось не на полную длину транспортера L , т. е. длина транспортирования $L_0 < L$ (см. рис. 1, а и б).

Так как при этом тяговое усилие W_0 снижается на $\Delta W_0 = A_3 \kappa q w' \Delta L_1$, то при обработке опытных данных к полученному значению мощности N добавлялась величина

$$\Delta N = \frac{\Delta W_0 v}{102 \eta_m} = A_3 q \kappa w' \Delta L \frac{v}{102 \eta_m},$$

где $\Delta L = L - L_0$.

Таким образом при сравнении экспериментальных данных исклю-

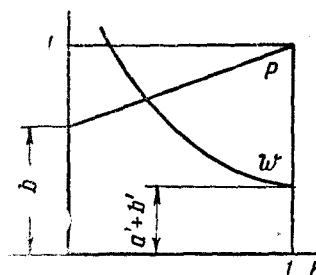


Рис. 2. Характеристика ленточного транспортера

чалось влияние уменьшения длины транспортирования и все значения мощности приводились к случаю $L_0 = L$.

Обработанные опытные данные представлены в таблице 1 и на рис. 3. В таблице приведены технические данные транспортеров и ре-

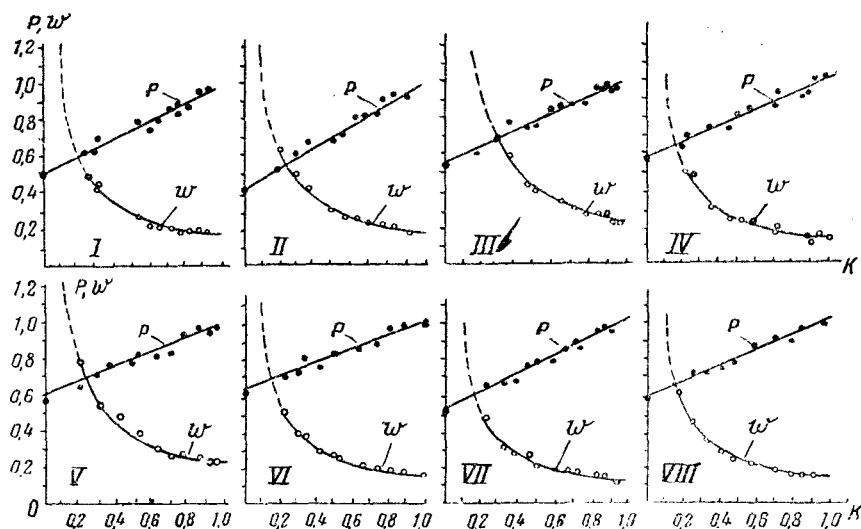


Рис. 3. Экспериментальные характеристики ленточных транспортеров (см. таблицу на стр. 124)

зультаты теоретических вычислений для сравнения опытных и теоретических данных.

Экспериментальные значения параметров a , b , a' и b' уравнений (16) и (20) определены по способу наименьших квадратов. Для характеристики рассеяния опытных данных и точности полученных результатов для каждой серии опытов были вычислены средние квадратические отклонения σ_p и σ_w коэффициентов p и w (в процентах к средним значениям p и w).

Теоретические значения параметров a , a' , b' и коэффициента сопротивления w вычислены по формулам (14), (15), (19) и (21); при этом расчетные значения мощности N получены по формуле (2), в которой $W_0 = a_1 + b_1$. При расчете принято: $w' = 0,04$; $w'' = 0,035$; $c = 0,07$; $c' = 0,04$; $\gamma_m = 0,95$. Для остальных величин (q_p' , q_p'' , q_n , v), входящих в формулы (14) и (2), учтены их фактические значения. Величина натяжения S_1 для каждого транспортера вычислена по весу натяжного груза G .

Экспериментальные данные полностью подтверждают правильность выведенных уравнений (16) и (20). Полученные при обработке опытных данных расхождения (σ_p , σ_w) в пределах $3 \div 7\%$ являются результатом неизбежного случайного разброса и лежат в пределах вероятных ошибок наблюдения.

Сравнение теоретических и опытных значений коэффициента сопротивления w подтверждает относительную правильность принимаемых в расчетной практике коэффициентов w' , w'' , c и c' , а вполне удовлетворительное согласование экспериментальных значений коэффициента a уравнения (16) с расчетными доказывает возможность ис-

Таблица 1

Номер серии опытов	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
А. Технические данные транспорта								
1. Q, г/час	100	100	175	175	175	350	350	500
2. Тип	Подси- льный	Приемный	Приемный	Подси- льный	Подси- льный	Надси- льный	Подси- льный	Надси- льный
3. Номер схемы	1	1	3	1	2	2	1	2
4. L, м	46,6	28,7	36,2	81,7	42,9	87,0	87,3	86,4
5. H, м	2,7	3,7	3,7	3,1	1,1	1,3	3,1	1,3
6. N _y , кват	2,8	2,8	7,0	7,0	7,0	14,0		
Б. Результаты вычислений (теоретические)								
7. Коэффициент a в формуле (16)	0,480	0,590	0,500	0,480	0,370	0,400	0,490	0,430
8. Коэффициент a' в формуле (20)	0,051	0,058	0,057	0,047	0,081	0,055	0,047	0,052
9. Коэффициент b' в формуле (20)	0,118	0,133	0,159	0,092	0,142	0,106	0,085	0,092
10. w при k=1	0,169	0,191	0,216	0,139	0,223	0,161	0,132	0,146
В. Результаты эксперимента								
11. Коэффициент a в формуле (16)	0,48	0,576	0,44	0,422	0,40	0,37	0,48	0,42
12. σ_p , %	3,4	3,3	4,7	2,8	5,2	4,0	2,6	2,7
13. Коэффициент a' в формуле (20)	0,062	0,054	0,049	0,031	0,080	0,048	0,039	0,044
14. Коэффициент b' в формуле (20)	0,112	0,127	0,183	0,100	0,143	0,103	0,088	0,094
15. σ_w , %	5,5	5,1	6,3	3,3	6,9	5,9	3,7	2,9
16. w при k=1	0,174	0,181	0,232	0,131	0,223	0,151	0,127	0,138
16. N _n , кват	2,9	2,4	5,7	6,7	5,1	13,7	13,6	18,2

пользования последних при нормировании энергопотребления в потоках, включающих ленточные транспортеры.

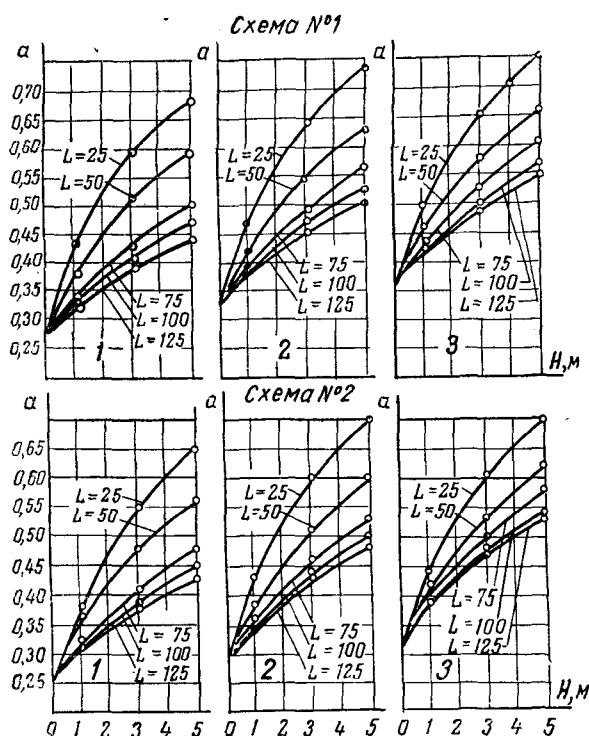


Рис. 4. Расчетные значения коэффициента α в уравнении (16). 1 — $Q=100$ т/час; 2 — $Q=175$ и 350 т/час; 3 — $Q=500$ т/час

На рис. 4 представлены кривые изменения расчетных значений коэффициента α в зависимости от H и L для используемых на элеваторах ленточных транспортеров производительностью от 100 до 500 т/час. Эти данные могут быть использованы при нормировании энергопотребления на элеваторах.

Приводим вычисленные значения коэффициентов уравнений (14):

№ схемы (см. рис. 1)	Расчетные формулы	Значения коэффициентов		
		A_1	A_2	A_3
1	(8)	0,153	1,11	1,04
2	(9)	0,315	1,27	1,19
3	(10)	0,402	1,11	1,04

Необходимо указать, что потребная мощность N и коэффициент w в значительной степени зависят от качества монтажных работ, условий ухода за транспортером и от температуры воздуха в помещении. При неудовлетворительном монтаже, неправильном уходе за транспор-

тером и отрицательной температуре воздуха величины N и w возрастают.

Примененный в работе метод и выведенные уравнения (7), (11) и (12) могут быть использованы для определения потребной мощности ленточных транспортеров; расчет по этим уравнениям по точности равносильен подробному расчету «по сопротивлениям», но значительно проще его.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фасман В. Б. Нормирование энергопотребления на элеваторах. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 8, 1953.
2. Древис Г. В. Электрооборудование мельниц, крупозаводов и элеваторов. Заготиздат, 1948.
3. Козьмин П. С. Портовые и судовые машины непрерывного транспорта. Изд. «Морской транспорт», 1947.
4. Сливаковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины. Машгиз, 1955.
5. Фасман В. Б. Зависимость коэффициента полезного действия норки от ее загрузки и высоты. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 3, 1956.
6. Соколов А. Я. Подъемно-транспортные машины. Заготиздат, 1946.
7. Чарный М. Формула определения мощности привода ленточного транспортера. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 6, 1954.

*И. Р. ДУДАРЕВ,
канд. техн. наук*

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОПРЕССОВОГО СПОСОБА ШЕЛУШЕНИЯ УВЛАЖНЕННОЙ ПШЕНИЦЫ

Работа посвящена исследованию нового метода шелушения увлажненной пшеницы перед помоллом в муку, названного винтопрессовым. Указанный метод позволяет регулировать количество отделенных оболочек применительно к последующему использованию ошелушенной пшеницы.

При современной технологии переработки зерна освобождение эндосперма от оболочек, по существу, выполняется не зерноочистительным, а размольным отделением. Вследствие этого:

— значительная часть оболочек в измельченном виде попадает в муку, а до 9% эндосперма в отруби;

— при относительном содержании в зерне пшеницы $80 \pm 2\%$ эндосперма и зольности $0,5 \pm 0,05\%$ номинальный выход муки составляет 78% со средневзвешенной зольностью примерно 0,9%.

В связи с этим одной из важнейших задач, стоящих перед мукомольной промышленностью, является изыскание способов наиболее полного технологического использования зерна для получения максимального количества муки высоких сортов при минимальных трудовых и материальных затратах.

Технология отделения плодовых оболочек зерна в настоящее время установлена [1], но для практического применения ее необходимо создать шелушильную машину, которая эффективно отделяла бы в процессе подготовки зерна к помолу плодовые и отчасти семенные оболочки с анатомических частей зерновок, доступных механическому воздействию.

Многие ученые, а также новаторы мукомольно-крупяного производства на протяжении многих лет проводили экспериментальные исследования для изыскания практически приемлемых способов обработки увлажненной и отволоженной пшеницы на современных видах лабораторных и производственных щеточно-бичевых и шелушительно-шлифовальных машин. Мы имеем в виду исследования Я. М. Жислина (1936 г.), В. Я. Гиршсона (1938 г.), Б. В. Аккерштейна (1939 г.), Н. В. Роменского (1936—1945 гг.) [2], П. П. Тарутина (ВНИИЗ, 1948—1950 гг.), И. К. Кравченко (1950 г.) и др., а также широко поставленные исследования процесса шелушения пшеницы Л. И. Шехтмана [3] в производственных условиях (1926—1938 гг.) на специально сконструированном для этой цели оборудовании.

Результаты исследований указанных авторов не решили окончательно вопроса о существенном улучшении процесса переработки зерна в муку, однако помолы даже не полностью ошелушенного зерна, тщательно проведенные на экспериментальной мельнице ВНИИЗ (1950 г.) под руководством П. П. Тарутина [1], убедительно доказали прогрессивность нового, пока несовершенного способа подготовки зерна к помолу. Наряду с общим повышением уровня продовольственного использования зерна и улучшением хлебопекарных достоинств муки увеличивался выход высоких сортов ее на 2,6% по сравнению с выходом, получаемым из зерна, подготовленного к помолу обычным способом.

Основные условия конструирования шелушильной машины

Основной причиной недостаточно удовлетворительных технологических результатов шелушения пшеницы является несоответствие кинематики, динамики и геометрии рабочих органов применявшихся ранее шелушильных машин механико-технологическим свойствам оболочек, которые изменялись в процессе водной обработки зерна. В 1952—1955 гг. в лаборатории кафедры «Технологическое оборудование» под руководством доктора техн. наук А. В. Панченко и доц. Л. И. Котляра автором этой статьи было проведено исследование предложенного способа шелушения пшеницы. Сущность этого способа следующая: в условиях значительного межзернового давления происходит трение зерновок о шероховатые поверхности вращающегося рабочего барабана и его неподвижной обечайки.

Этот способ обработки пшеницы обосновывается реальным учетом структурно-механических преобразований в оболочках, вызываемых увлажнением зерна и последующим кратковременным отволаживанием его. Эти изменения по данным А. А. Алявдиной [4] и В. Г. Александрова [5] в значительной мере обусловлены резко выраженным капиллярным строением плодовых оболочек, способствующих интенсивному всасыванию влаги. Уменьшение капилляров в направлении от плодовой оболочки к алейроновому слою снижает влагонепроводящую способность этих анатомических частей зерна и обуславливает дифференцированное распределение влаги между оболочками и эндоспермом [4]. Последнее в свою очередь приводит к напряженному состоянию стенок капилляров оболочек, а непосредственным результатом физико-химического воздействия воды является ослабление связи между оболочками и эндоспермом.

Набухание оболочек создает благоприятные условия для их сдвига относительно друг друга и алейронового слоя. Некоторое снижение прочности оболочек, как показывает исследование П. П. Пересечного [6], связанное с повышением влажности, в известной мере компенсируется переходом их из хрупкого в пластически вязкое состояние.

Учитывая микроанатомическое строение пшеничного зерна и физические преобразования в его покровах, вызванные капиллярным поглощением влаги, механическую обработку увлажненного зерна следует проводить в период наибольшего давления на стенки капилляров плодовой оболочки и отклеивания ее от семенной оболочки, т. е. тогда, когда сдвигающие и разрывающие усилия, воздействующие на зерновки в рабочей зоне машины, могут быть по модулю наименьшими.

Исходя из изложенных выше предпосылок, были разработаны технические условия конструирования шелушильной машины, коротко

сводящиеся к следующему: непрерывность впуска и выпуска обрабатываемого зерна; возможность установочного регулирования относительной скорости движения зерновок изменением кинематики и геометрии рабочего органа; регулирование степени заполнения рабочей зоны путем изменения выпускной способности машины при варьировании скорости продольного перемещения обрабатываемого зерна; применение шелушильного комплекта с различной макро- и микрогеометрией поверхности для изменения интенсивности обтирания зерновок о рабочие элементы; непрерывное удаление из рабочей зоны машины снятых оболочек для предупреждения прилипания к поверхности обработанных зерновок (этому должен способствовать и отвод из машины воздуха с высоким тепло- и влагосодержанием для предупреждения конденсации влаги); возможность установления разных режимов шелушения при минимальном количестве пропусков через последовательно установленные шелушильные машины.

При проектировании механизмов шелушильной машины мы стремились к тому, чтобы:

— конструктивное исполнение отдельных элементов давало возможность изменять режим шелушения зерновок;

— механизмы передачи движения позволяли осуществлять редукцию скоростей от двигателя к ведущим звеньям с целью изучения эффективности процесса в зависимости от кинематики и геометрии рабочих элементов.

Экспериментальный образец, разработанный нами, назван винтопрессовой шелушильной машиной.

Лабораторная винтопрессовая шелушильная машина

На рис. 1 представлен продольный и поперечный разрезы лабораторной шелушильной машины, состоящей из следующих узлов.

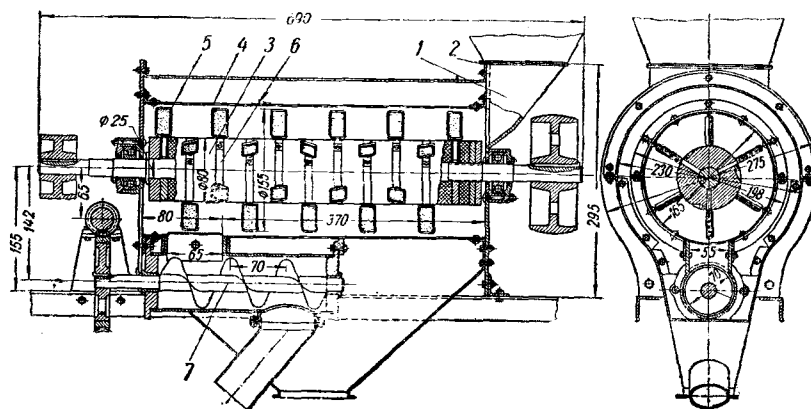


Рис. 1. Продольный и поперечный разрезы лабораторной модели винтопрессовой шелушильной машины

Приемно-впускной узел состоит из бункера 1 с заслонкой 2, регулирующей подачу зерна.

Шелушильный узел представляет равномерно вращающийся-

ся лопаточный ротор 3, окруженный неподвижной стальной обечайкой 4 (сито размером отверстий $1,2 \times 20$ мм). Ротор 3 образуется набором стальных лопаток 5 с полуступенчатой поверхностью, на которую нанесены либо рифли шагом 2,5 мм и глубиной 1,5 мм, либо наждачная масса, фиксируемая магнетиальной связкой, образующей грубо шероховатую абразивную поверхность. Три радиально расположенные лопатки монтируются на валу посредством стальных дисков 6. Номинальный круговой шаг лопаток, определяемый центральным углом между осями, составляет 120° . Осевое смещение лопаток, находящихся на двух рядом расположенных дисках, определяется углом 60° между проекциями радиальных осей лопаток на плоскость, перпендикулярную оси вращения ротора. Линейный угол двухгранного угла, образуемый указанной выше плоскостью и условно плоской поверхностью поворотной лопатки, называемый далее углом атаки α можно изменять от 0 до 360° . Каждые две продольно размещенные лопатки являются рабочими, т. е. назначением их является транспортирование зерна от приемно-впускного комплекта к дросселирующе-выводящему комплекту; третья, так называемая отражающая лопатка, задерживает транспортирование зерна, создавая тем самым циркуляционное движение обрабатываемой смеси в рабочей зоне машины. Конструкция лопаток позволяет вместе с тем производить изменение радиального зазора между образующей цилиндрической сетчатой обечайки и концевой частью лопатки.

Длина рабочей зоны лабораторного образца машины составляют 370 мм (см. рис. 1).

Дросселирующе-выводящий узел состоит из винтового транспортера 7, в котором зерновой поток при выходе из шелушильной части машины резко меняет движение на противоположное направление.

Индивидуальный привод шелушильной машины, как это видно из кинематической схемы, представленной на рис. 2, включает электродвигатель и два бесступенчатых механических вариатора для оперативного изменения угловой скорости вращения лопаточного ротора и винтового транспортера.

Конкретные задачи исследования, основные результаты которого изложены в данной статье, состояли в том, чтобы изучить, как влияют на процесс шелушения:

— степень увлажнения и продолжительность отволаживания зерна пшеницы;

— кинематические и геометрические параметры лопаточного барабана.

Основные технологические операции процесса шелушения пшеницы включали предварительную обработку зерна распыленной горячей водой с начальной температурой 70° и кратковременное отволаживание его, после чего производилась обработка зерна в шелушильной машине с последующим пропуском через воздушный сепаратор.

Режим механической обработки увлажненной пшеницы определяется: угловой скоростью вращения лопаточного барабана (n_1 об/мин); ориентацией рабочих и отражающих лопаток, характеризуемых углами атаки их (соответственно α_r и α_o), микрогеометрией стальной либо абразивной рабочей поверхности лопаток; радиальным зазором между лопатками и сетчаткой обечайкой (δ мм); отношением угловых скоростей вращения лопаточного барабана и дросселирующе-выходящего шнека.

Исследование проводили на мягкой пшенице IV типа второй груп-

пы стекловидности, имевшей зольность $1,76 \pm 0,03\%$, влажность $13 \pm 0,2\%$. Для оценки и сопоставления технологических и энергетических результатов шелушения зерна были приняты следующие пять показателей: 1 — выход ошелушенного зерна $K_{зш}$ или отходов шелушения $K_{ош} = 100 - K_{зш}$; 2 — потери крахмала с отходами шелушения Π_c , выраженные относительно содержания его в зерне; 3 и 4 — зольность про-

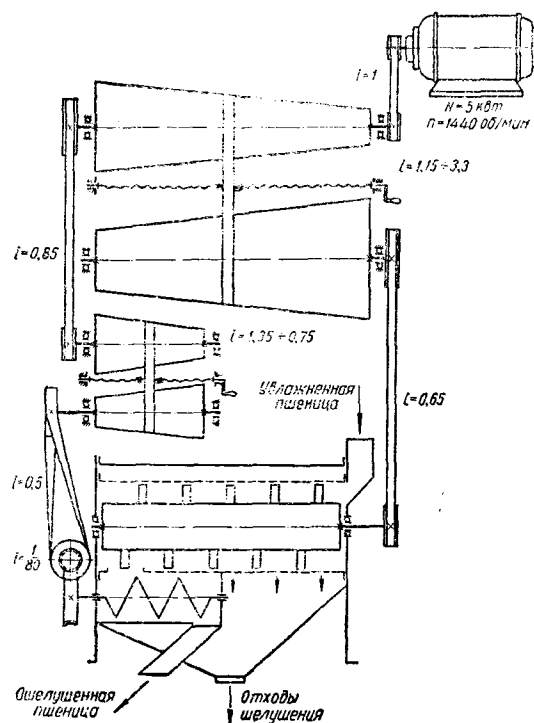


Рис. 2. Кинематическая схема винтопрессовой шелушильной машины

дуктов шелушения — ошелушенного зерна $A_{зш}$ и отходов $A_{ош}$, 5 — суммарный расход энергии, отнесенный к 1 кг обработанного зерна и к 1 кг отходов шелушения.

Основываясь на указанных показателях, при установлении технологически оптимального режима шелушения мы стремились достигнуть:

- максимального отделения плодовых и семенных оболочек при одновременном сохранении питательного алейронового слоя, что предотвращает выкрошивание эндосперма и, следовательно, потери крахмала;
- минимального количества разрушенных зерновок;
- получения ошелушенного зерна, влажность которого способствует успешному протеканию последующих процессов переработки;
- минимального электропотребления.

Обработка пшеницы в винтопрессовой шелушильной машине

Первый этап исследования (I—IV серии опытов) — изыскание оптимальной степени увлажнения пшеницы и продолжительности ее отволаживания в диапазоне изменения этих параметров соответственно от 3 до 11% и от 5 до 90 мин. и пропусков зерна через машину от 1 до 4.

На рис. 3 и 4 приведены экспериментальные данные, полученные

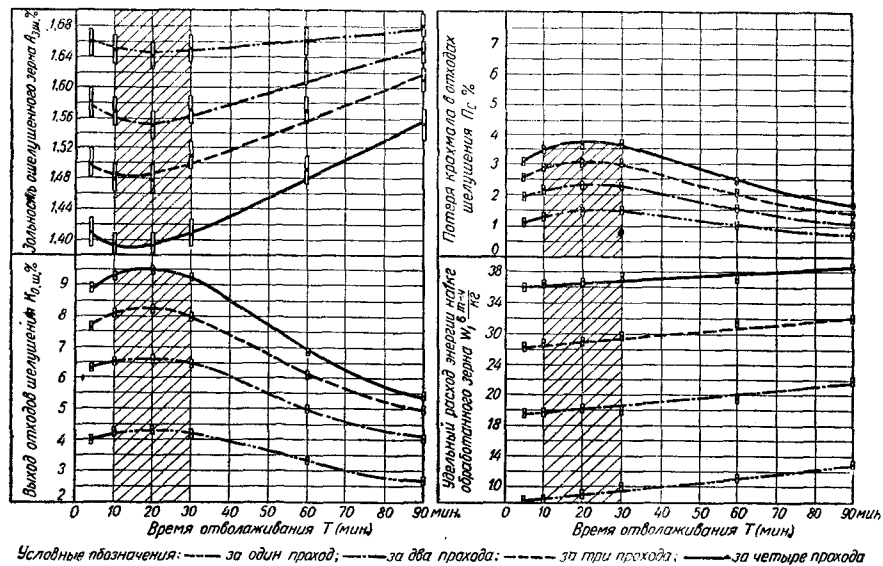


Рис. 3. Эффективность шелушения пшеницы в зависимости от увлажнения

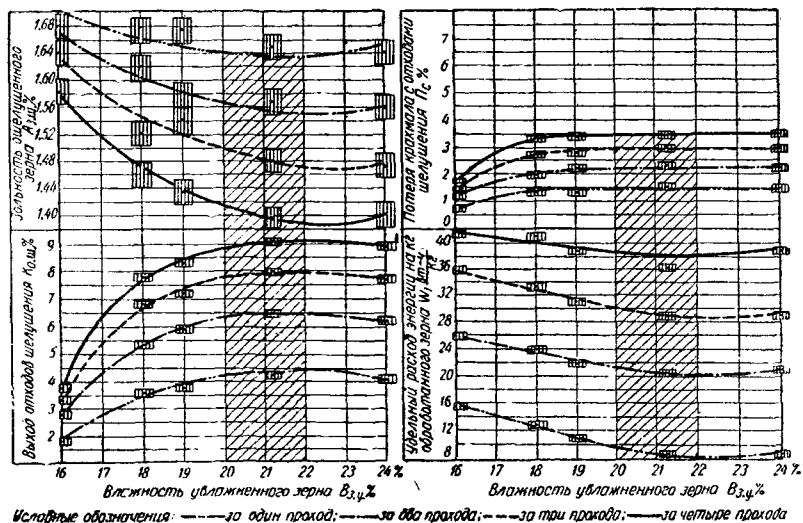


Рис. 4. Эффективность шелушения пшеницы в зависимости от продолжительности отволаживания

при температуре зерна 20—25° и режиме шелушения, характеризующим углами атаки рабочих и отражающих стальных лопаток $\alpha_p = \alpha_o = 45^\circ$, радиальным зазором между ними и сетчатой обечайкой $\delta = 5 \text{ мм}$, окружной скоростью вращения лопаточного ротора $v = 10,5 \text{ м/сек}$ и отношением угловых скоростей вращения ротора и шнека $\frac{n_1}{n_2} \approx 62$. Из данных, приведенных на рис. 3 и 4, следует, что оптимальными параметрами являются: увлажнение пшеницы на 7÷9% (при начальной влажности зерна 13% влажность перед шелушением в пределах 20—22%); эти параметры были установлены П. П. Тарутиным [1] и полностью подтверждаются нашими опытами; кратковременное отволаживание пшеницы 10—30 мин. резко снижает проникновение влаги в эндосперм.

При очень кратковременном отволаживании (до 5 мин.) уже в процессе первого пропуска зерна через машину вместе с отходами шелушения выводится основная часть влаги; это обстоятельство существенно снижает эффективность последующих пропусков зерна через машину. Наоборот, при чрезмерно продолжительном отволаживании зерна (более 90 мин.) влажность отходов, получаемых в результате первых двух пропусков через машину, значительно снижается, а при третьем и четвертом пропусках практически не изменяется. Снижение эффективности шелушения в этом случае находит выражение в уменьшении количества отделяемых оболочек, увеличении количества битых зерен и в излишнем повышении влажности эндосперма.

Таким образом, технологические и энергетические показатели процесса шелушения ухудшаются в случае значительного отклонения степени увлажнения и продолжительности отволаживания зерна от вышеуказанных оптимальных значений, установленных для пшеницы большинством исследователей этой проблемы.

Для подопытной пшеницы эффективность процесса шелушения за четыре пропуска через указанную машину при оптимальных условиях подготовки может быть охарактеризована следующими данными: снижение зольности зерна на 21% по отношению к исходной (зольность ошелушенного зерна 1,39%), относительные потери крахмала — 3,5%, прирост количества битых зерен — 4,2%, суммарный расход энергии на 1 кг обработанного зерна — 36,5 вт·ч.

Второй этап исследования (V и VIII серии опытов) — установление влияния угловой скорости вращения лопаточного ротора и дросселирующе-выводящего шнека на эффективность процесса шелушения увлажнения пшеницы.

Эксперименты были проведены на пшенице, имевшей конечную влажность 21 и 19% при продолжительности отволаживания 10 мин. Выбор второй влажности (19%) был сделан для того, чтобы проверить, является ли ранее установленная влажность пшеницы (21%) оптимальной в широком диапазоне изменения кинематических условий работы лопаточного ротора шелушительной машины, определяемых окружной скоростью вращения его от $v = 4,9$ до $v = 13,8 \text{ м/сек}$ (соответственно $n_1 = 600 \div 1700 \text{ об/мин}$); при этом варьировании значений постоянным оставалось отношение угловых скоростей вращения ротора и шнека $\frac{n_1}{n_2} \approx 60$.

Лопатки ротора в этих сериях опытов применяли с получистой и

грубой поверхностью (стальные и абразивные), ориентация которых характеризовалась значениями $\alpha_p = \alpha_o = 45$.

Из анализа полученных данных следует, что для указанных выше пределов изменения окружной скорости вращения ротора более высокая технологическая эффективность достигается при влажности зерна 21% и $v = 10,5$ м/сек. Следовательно, подтверждается ранее сделанный вывод об оптимальной степени увлажнения пшеницы перед шелушением.

На рис. 5 представлены данные об эффективности шелушения пше-

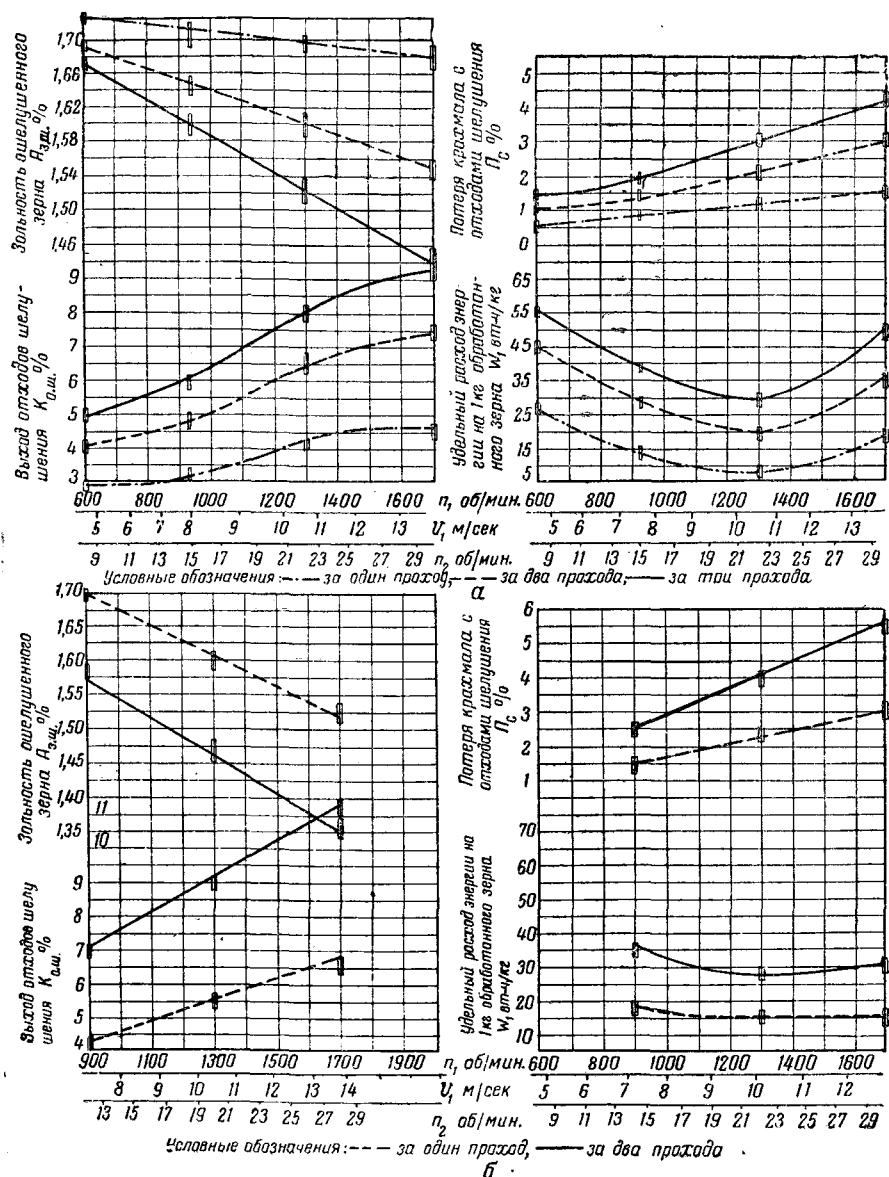


Рис. 5. Эффективность шелушения пшеницы в зависимости от окружной скорости ротора шелушительной машины: а — со стальными лопатками; б — с абразивными лопатками

ницы с влажностью около 21 % при одном, двух и трех пропусках через шелушительную машину со стальными лопатками и одним и двумя пропусками — с абразивными лопатками.

Из приведенных данных следует, что с увеличением окружной скорости вращения стальных и абразивных лопаток от 4,9 до 10,5 м/сек эффективность шелушения повышается. Дальнейшее увеличение скорости от 10,5 до 13,8 м/сек обуславливает резкое ухудшение технологических и энергетических показателей исследуемого процесса. Так при $v = 13,8$ м/сек шелушительная машина работает как бичевая дробилка, о чем свидетельствует значительное возрастание битых зерен, достигающее 12,5 % при применении абразивных лопаток; при этих условиях значительно повышается и энергоемкость процесса.

Сопоставим эффективность шелушения пшеницы при использовании абразивных и стальных лопаток. Применение абразивных лопаток обуславливает за один пропуск примерно такие же технологические показатели, какие возможны при двух пропусках через машину с ротором из стальных лопаток. Действительно, при $v = 10,5$ м/сек в обоих случаях примерно одинаковы следующие показатели: относительный выход отходов шелушения и суммарные потери крахмала (соответственно 6,1 и 2,3 %), снижение зольности ошелушенного зерна на 0,17 %. Однако суммарный расход энергии на обработку 1 кг зерна в первом случае (при применении абразивных лопаток) 15,9 вт·ч, во втором случае (при применении стальных лопаток) — выше и составляет 20,1 вт·ч.

Таким образом более целесообразным является использование лопаток с наждачной абразивной поверхностью нежели со стальной рифленой, а также введение в состав трансмиссионных механизмов шелушительной машины механических бесступенчатых вариантов чисел оборотов лопаточного ротора и дросселирующе-выводящего шнека. При этих условиях создается практическая возможность настройки машины на технологически и экономически оптимальный режим работы.

Третий этап исследования (IX и XII серии опытов) — установление влияния ориентации рабочих и отражающих лопаток в продольном и радиальном направлениях.

Экспериментально было установлено, что эффективность шелушения не зависит от угла атаки рабочих лопаток, но некоторое влияние на этот процесс оказывает угол атаки отражающих лопаток при наиболее рациональном чередовании их в осевом направлении: две рабочие и одна отражающая лопатка.

На рис. 6 представлены данные об эффективности шелушения пшеницы при углах атаки стальных и абразивных лопаток ($\alpha_p = \alpha_o = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ и 60°). Получены они при следующих оптимальных значениях технологических и кинематических параметров: влажность 21 %, продолжительность отволаживания 10 мин., окружная скорость вращения лопаточного барабана 10,5 м/сек, отношение угловых скоростей вращения ротора и шнека $\frac{n_1}{n_2} \approx 61$.

Из приведенных данных следует, что с увеличением значений $\alpha_p = \alpha_o$ от 15° до 60° повышается интенсивность обработки пшеницы, но вместе с тем увеличиваются потери крахмала с отходами шелушения и затраты энергии на осуществление рабочего процесса. Так, при крайних значениях исследованных углов атаки рабочих и отражающих абразивных лопаток 15° и 60° относительный выход отходов шелуше-

ния соответственно 7,9 и 10,6%, зольность ошелушенного зерна 1,57 и 1,40%, потери крахмала с отходами шелушения 3,0 и 4,9%, суммарный расход энергии на 1 кг обработанного зерна 25,5 и 31,8 вт·ч.

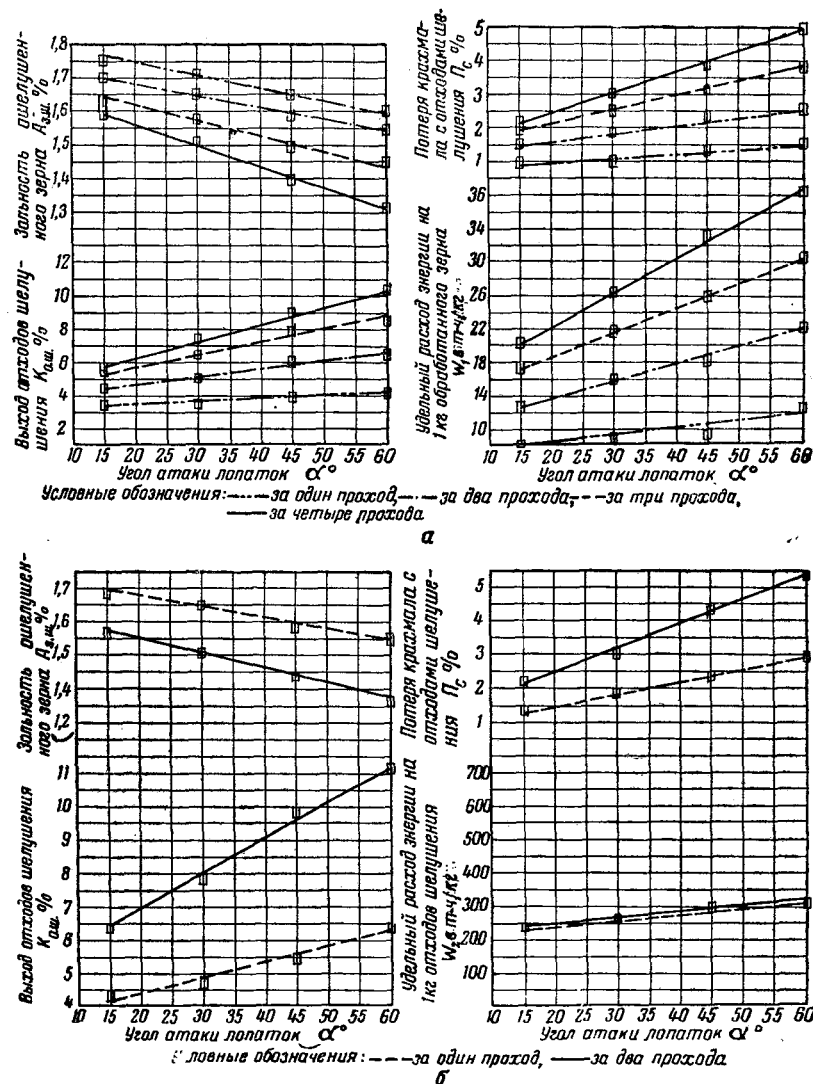


Рис. 6. Эффективность шелушения пшеницы в зависимости от угла атаки рабочих и отражающих лопаток: а — со стальными лопатками; б — с абразивными лопатками

Результаты третьего этапа исследования подтвердили ранее сделанный вывод о более высокой эффективности процесса шелушения при применении абразивных лопаток.

Изучая экспериментальные данные о влиянии радиального зазора между лопатками и обечайкой, приходим к выводу, что зазор $\delta = 5$ мм можно считать оптимальным, так как увеличение его до 15 мм и умень-

шение до 2 мм ухудшали основные технологические показатели процесса шелушения.

Потери крахмала с отходами шелушения зависят от степени интенсивности рассматриваемого процесса (рис. 7). Необходимо, однако,

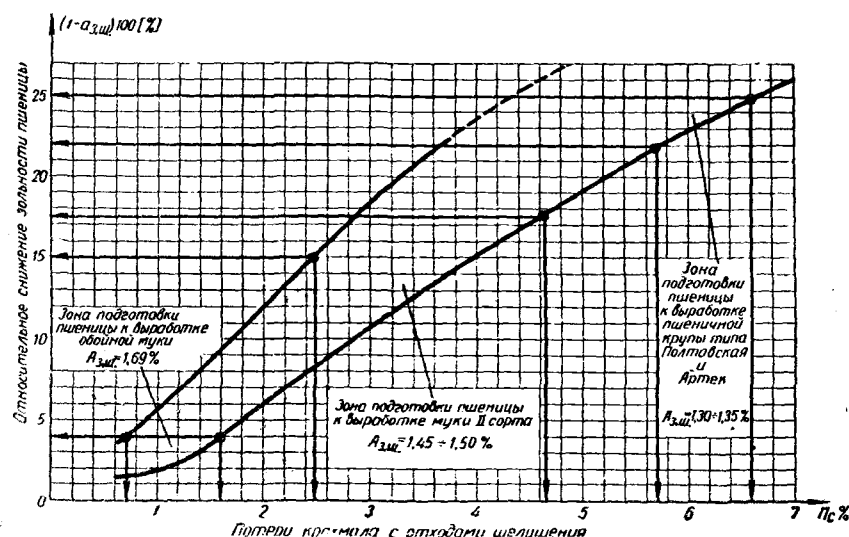


Рис. 7. Потери крахмала с отходами шелушения в зависимости от относительного снижения зольности зерна

подчеркнуть, что, судя по имеющимся в литературе данным, потери крахмала были бы значительно выше в случае использования для указанных целей не винтопрессовой шелушильной машины, а применявшихся ранее щеточно-бичевых либо шелушильно-шлифовальных машин.

Показатели нагрузки на рабочую поверхность лабораторного образца винтопрессовой шелушильной машины при переработке пшеницы в муку и крупу значительно превышает аналогичные данные производственных шелушильных машин.

Эффективность применения винтопрессовой шелушильной машины в зависимости от геометрических и кинематических параметров

Показатели	Единица измерения	При подготовке пшеницы к переработке		
		в обойную муку	в односортовый помол с выходом 85% муки II сорта	в крупу Полтавскую и Артек
Число пропусков через машину		1	2	3
Угол атаки отражающих лопаток	градусы	15	30	60
Отношение угловых скоростей вращения рабочего барабана и дросселирующе-выводящего шнека		40	60	90
Нагрузка на рабочую поверхность машины	кг/час м ²	1280	885	610
Выход ошелушенного зерна	%	95,2	91,2	87,5
Зольность ошелушенного зерна	%	1,68	1,52	1,30
Потери крахмала с отходами шелушения	%	1,7	3,5	6,5
Расход энергии на 1 кг обработанного зерна	вт·ч/кг	9,0	27,4	47,7

В таблице приведены данные об эффективности шелушильной машины в условиях работы ее при оптимальных геометрических и кинематических параметрах, конкретные значения которых находятся в зависимости от технологических целей применения машин.

Выводы

1. Наиболее эффективное протекание процесса шелушения возможно при увлажнении зерна сухой пшеницы на $7 \div 9\%$ водой (желательно при температуре 70°) и продолжительности последующего отволаживания $10 \div 15$ мин. При исходной влажности (перед шелушением), равной 21% , конечная влажность ошелушенного зерна находится в пределах $15 \div 16\%$, что позволяет без подсушивания использовать зерно для переработки в муку либо крупу. Влажность отходов шелушения достигает 40% , поэтому необходимо либо немедленно реализовать их на местные нужды для кормления сельскохозяйственных животных, либо сушить.

2. В целях интенсификации процесса шелушения и резкого уменьшения числа последовательных пропусков через винтопрессовую шелушильную машину целесообразно применять шероховатые (абразивные) рабочие и отражающие лопатки.

3. Оптимальными геометрическими и кинематическими параметрами опытной модели винтопрессовой шелушильной машины являются: окружная скорость концов лопаток рабочего барабана $v = 10 \div 11$ м/сек, радиальный зазор между образующей цилиндрической сетчатой обечайки и концевой частью лопатки $\delta = 5$ мм.

4. Исследованием установлено, что ориентация рабочих лопаток, определяемая углом атаки α_p , может быть принята $\alpha_p = 45^\circ$.

Оптимальные значения угла атаки отражающих лопаток α_o , отношение угловых скоростей вращения ротора и дросселирующе-выводящего шнека могут быть выбраны по таблице.

5. Винтопрессовый способ целесообразно использовать для значительного отделения плодовых и семенных оболочек с поверхности зерновок, доступной рабочим органам машины. При этом можно получить достаточно высокие технологические показатели: съем оболочек в виде отходов шелушения до $12,5\%$, относительное снижение зольности зерна от 20 до 25% . Суммарные потери крахмала ядра не превышают $6,5\%$, что значительно меньше потерь крахмала, достигающих 9% в условиях современной технологии съема отрубей в размольном отделении мельницы.

6. В дальнейшем необходимо изготовить производственный опытный образец машины для уточнения в эксплуатационных условиях технологических и энергетических показателей ее работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарутин П. П., Зицерман М. Я. Подготовка пшеницы к помолу с отделением плодовых оболочек. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, вып. 1 и 3, Заготиздат, 1952.
2. Роменский Н. В. Строение и развитие анатомических частей зерна пшеницы в связи с некоторыми вопросами его технологии, Труды ВНИТО мукомольной и крупяной промышленности, вып. III, Заготиздат, 1955.
3. Шехтман Л. И. Новый метод очистки зерна. «Советское мукомолье и хлебопечение» № 3, 1928.
4. Алявдина А. А. Наружные покровы зерновки пшеницы как проводящая система, ДАН, XXV, 6, 1939.
5. Александров В. Г. К морфологии зерновки злаков, ДАН, 7, 1937.
6. Пересечный П. П. Обработка поверхности зерна водой, Заготиздат, 1955.

Г. Д. ГАЛЬПЕРИН,
канд. техн. наук, доцент

ОСНОВЫ КИНЕМАТИЧЕСКОГО И СИЛОВОГО РАСЧЕТА ВИНТОПРЕССОВЫХ ВЫБОЙНЫХ АППАРАТОВ

В статье рассматриваются кинематический и силовой расчеты винтопрессовых аппаратов. Большое внимание уделено расчету уплотняющих устройств этих аппаратов, от которых зависит степень использования мягкой тары.

В настоящей работе рассматриваются основы кинематического и силового расчетов винтопрессовых наполнительных машин, называемых в промышленности *выбойными аппаратами*.

В промышленности применяются два типа таких машин, отличающихся в основном друг от друга наличием либо отсутствием подвижной платформы и конструкцией уплотняющего устройства.

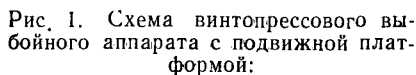
В обоих случаях мешок крепится к подвижному наконечнику; нижняя часть наполняющегося мешка при наличии платформы опирается на ее нижнюю опорную поверхность; при отсутствии платформы мешок удерживается за верхнюю часть; при этом уплотняющее муку усилие и усилие от веса наполняющегося мешка воспринимаются самой тканью мешка.

Выбойный аппарат без платформы удобнее при механизации процесса транспортирования наполненного мешка на весы и зашивку, однако наличие платформы позволит применять большие уплотняющие (муку) усилия.

1. ВИНТОПРЕССОВЫЙ ВЫБОЙНЫЙ АППАРАТ С ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМОЙ

1. Конструктивная идея

На рис. 1 представлена схема винтопрессового выбойного аппарата с подвижной платформой, выполненного для монтажа на нижнем перекрытии. Аппарат состоит из приводного вала 1, на котором имеются приводной шкив 2, приводная коническая фрикционная муфта 3 и коническое зубчатое колесо, связанное с зубчатым колесом вертикального вала 4. Вертикальный вал помещен в выбойной трубе 5 и имеет в нижней части винтообразные лопасти для уплотнения муки в мешке. Мешок крепится к наконечнику 6, могущему перемещаться по трубе 5 и закрепленному к платформе 7. Платформа посредством тросов и роликов закреплена к промежуточному валу 8. На промежуточном валу имеются вспомогательная фрикционная муфта 9, связанная



и коленчатого рычага 14 выключает вспомогательную фрикционную муфту 9 и включает тормоз.

Снятие наполненного мешка и закрепление на штуцере пустого мешка производится вручную.

Для перемещения платформы вверх (при включении аппарата) необходимо усилие q на педаль 15. К этой же педали на расстоянии d от точки опоры присоединена тяга 16, в которой возникает при этом усилие Q , обеспечивающее освобождение тормоза и включение вспомогательной фрикционной муфты.

В крайнем верхнем положении платформа 7 посредством рычага 13

Найти усилие q можно из следующих выражений:

$$q \cdot c = Q \cdot d \quad (1)$$

и

$$Q = \frac{P_{\text{ф.в}} b_2 + (a_2 + a_3) \frac{P_{\text{т}} b_1}{a_1}}{a_3}, \quad (2)$$

где $P_{\text{т}}$ — вес груза тормозного рычага;
 $P_{\text{ф.в}}$ — усилие, необходимое для ввода вспомогательной фрикционной муфты в зацепление;
 b_1, b_2 — плечи сил соответственно $P_{\text{т}}$ и $P_{\text{ф.в}}$;
 a_1, a_2, a_3 — плечи рычагов на рис. 1.

Из выражений (1) и (2) находим:

$$q = \frac{d}{a_3 c} \left[P_{\text{ф.в}} b_2 + (a_2 + a_3) \frac{P_{\text{т}} b_1}{a_1} \right]. \quad (3)$$

Плечи рычагов $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, c$ и d следует выбирать таких размеров, чтобы получить усилие q , не осложняющее условий труда выбойщиков.

3. Расчет шарнирного устройства включения приводной фрикционной муфты

С подъемом платформы происходит освобождение рычага 10 и пружина 11, сжимаясь, производит включение фрикционной муфты 3.

Усилие $P_{\text{ф.п}}$, необходимое для включения приводной фрикционной муфты 3, можно вычислить по следующему уравнению¹:

$$P_{\text{ф.п}} = T \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{f}, \quad (4)$$

где $T = \kappa_p \frac{M_{\text{кр}}}{R_{\text{ср}}},$

κ_p — коэффициент режима;
 $M_{\text{кр}}$ — крутящий момент, передаваемый муфтой;
 $R_{\text{ср}}$ — средний радиус фрикционной муфты;
 α — угол конуса фрикционной муфты;
 f — коэффициент трения скольжения.

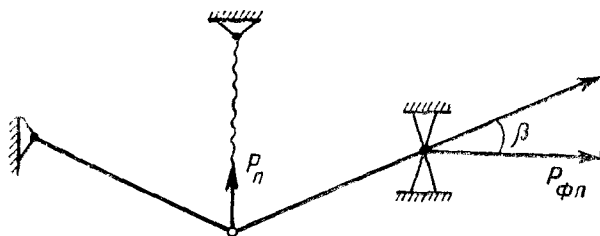


Рис. 2. Схема шарнирного устройства включения приводной фрикционной муфты

Необходимое минимальное усилие пружины P_n выразится (рис. 2) как

$$P_n \geq P_{\text{фп}} \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (5)$$

где β — минимальный угол шарнирного звена к горизонтали.

¹ В. А. Добровольский. Детали машин, Машгиз, 1950.

4. Профилирование винтовых шкивов

По мере наполнения мешка момент, передаваемый от платформы 7 на промежуточный вал 8, изменяется. Он должен возрасти пропорционально увеличению веса мешка и несколько уменьшаться пропорционально уменьшению радиусов малых винтовых шкивов, с которых разматываются тросы.

Определение профиля большого винтового шкива необходимо производить из условия, что груз-противовес (G_r) должен уравновешивать платформу с наполняющимся мешком в течение всего периода наполнения мешка, т. е. должно выполняться условие:

$$R_\varphi \geq (G_m + G_{пл}) \frac{r_\varphi}{G_r}, \quad (6)$$

где R_φ — текущий радиус большого винтового шкива;

r_φ — текущий радиус малых винтовых шкивов;

G_m — переменный вес наполняющего мешка;

$G_{пл}$ — вес платформы.

Вес наполняющегося мешка:

$$G_m = F_m \gamma (S - S_\varphi), \quad (7)$$

где F_m — средняя площадь поперечного сечения наполняющегося мешка;

γ — объемный вес муки в мешке;

S — полная высота подъема мешка¹;

S_φ — текущая длина конической винтовой линии троса, наматывающегося на малые винтовые шкивы.

Профиль большого винтового шкива определяется так:

$$R_\varphi \geq [F_m \gamma (S - S_\varphi) + G_{пл}] \frac{r_\varphi}{G_r}. \quad (8)$$

Максимальная длина $S_\varphi = S$, т. е. полной высоте подъема мешка.

Для возможности пользования выражением (8) следует определить выражения для S_φ и r_φ .

Для подсчета текущей длины профиля малого винтового шкива S_φ следует проинтегрировать уравнение кривой профиля от $r_\varphi = r_{\min}$ до $r_\varphi = r_{\max}$.

Уравнение кривой можно записать учитывая то, что она расположена на конической поверхности с постоянным шагом винтовой линии h .

Величину r_φ можно вычислить по выражению:

$$r_\varphi = \frac{h \operatorname{tg} \alpha}{2\pi} \varphi, \quad (9)$$

полученному в результате подстановки значений текущих координат x , y и z точки, расположенной на винтовой линии, в уравнение конической поверхности.

¹ Для стандартного провиантского мешка (61×108 см), заполненного 70 кг сортовой муки и зашитого машинным способом:

$$F_m = 0,125 \div 0,127 \text{ м}^2; \quad \gamma = 691 \text{ кг/м}^3 \text{ и } S = 0,8 \text{ м.}$$

Текущая длина конической винтовой линии определяется выражением:

$$S_{\varphi} = \int_{\varphi_{\min}}^{\varphi} \sqrt{x_{\varphi}'^2 + y_{\varphi}'^2 + z_{\varphi}'^2} d\varphi. \quad (10)$$

Дифференцируя выражения текущих координат и произведя преобразования, затем интегрируя и упрощая полученное выражение с достаточной для практических целей точностью, можно записать:

$$S_{\varphi} \approx \frac{\pi}{h \operatorname{tg} \alpha} (r_{\varphi}^2 - r_{\min}^2), \quad (11)$$

где α — половина угла при вершине конической поверхности.

Окончательно выражение (8) можно записать так:

$$R_{\varphi} \geq \left\{ F_{\text{м}} \gamma \left[S - \frac{\pi}{h \operatorname{tg} \alpha} (r_{\varphi}^2 - r_{\min}^2) \right] + G_{\text{г}} \right\} \frac{h \operatorname{tg} \alpha}{2\pi G_{\text{г}}} \varphi. \quad (12)$$

5. Регулирование уплотняющего усилия

Как известно, объемный вес муки в мешке зависит от тормозного момента ($M_{\text{т}}$) на промежуточном валу, преодолеваемого моментом усилия $P_{\text{ш}}$ со стороны шнека вертикального вала ($M_{\text{ш}}$), т. е.

$$M_{\text{ш}} \geq M_{\text{т}}, \text{ или } P_{\text{ш}} r_{\varphi} \geq P_0 R,$$

где R — радиус тормозного шкива;

P_0 — тормозное усилие на этом шкиве.

Решая это выражение относительно $P_{\text{ш}}$ и заменяя P_0 его значением, получаем:

$$P_{\text{ш}} \geq \frac{P_{\text{т}} b_1 (e^{\mu \alpha} - 1) R}{h_1 r_{\varphi}}, \quad (13)$$

где b_1 — переменное плечо тормозного груза;

h_1 — плечо силы S_2 относительно точки крепления тормозного рычага;

e — основание натуральных логарифмов;

μ — коэффициент трения скольжения тормозной ленты по шкиву;

α — угол обхвата тормозного шкива.

Исключая b_1 из выражения (13) и произведя преобразования, получим минимальное расстояние тормозного груза от точки крепления тормозного рычага:

$$b_{1\min} \geq \frac{G_{\text{г}} R_{\max} - G_{\text{пл}} r_{\min}}{P_{\text{т}} R (e^{\mu \alpha} - 1)} h_1. \quad (14)$$

Если поместить груз $P_{\text{т}}$ на расстояние $b_1 < b_{1\min}$ то после удаления наполненного мешка будет иметь место произвольный подъем платформы.

¹ Подробные решения выражений рассматриваемых в пп. 4 и 5, приведены в работе автора «К вопросу о конструировании наполнительных машин для муки». Пищевое машиностроение, 1957.

II. ВИНТОПРЕССОВОЙ ВЫБОЙНЫЙ АППАРАТ БЕЗ ПЛАТФОРМЫ

Описываемый ниже выбойный аппарат выполнен для монтажа на верхнем перекрытии. Это делает его удобным для механизации транспортирования наполненных мешков; при этом выбойщик лишь отстегивает мешок от штуцера.

Наряду с упомянутым преимуществом этот аппарат значительно проще и легче.

На рис. 3 представлена схема такого аппарата, из которой видно,

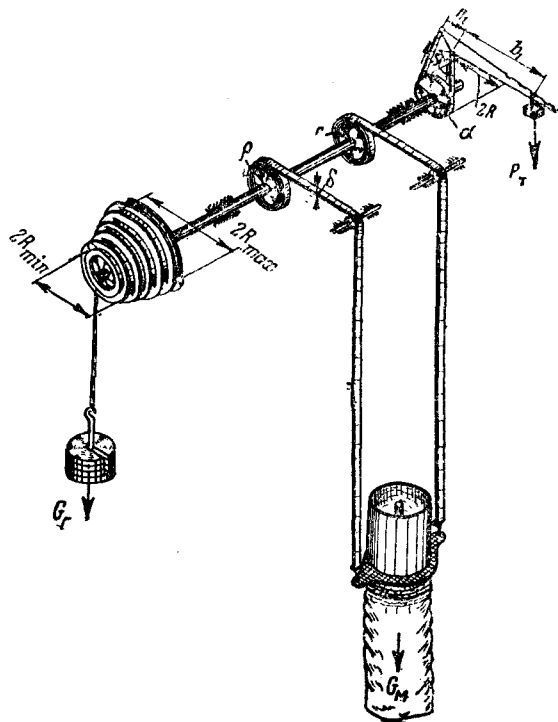


Рис. 3. Уплотняющее устройство винтопрессового выбойного аппарата без платформы

что здесь нет вспомогательной фрикционной муфты и малых винтовых шкивов; вместо тросов для подъема мешка применены два плоских ремня, наматывающихся на два цилиндрических шкива радиуса r . С некоторым допущением можно принять, что эти ремни, навиваясь на шкивы, образуют спираль Архимеда, уравнением которой в полярных координатах является выражение

$$\rho = r + a\varphi,$$

где ρ — радиус спирали Архимеда;

$$a = \frac{\sigma}{2\pi};$$

σ — расстояние между соседними витками спирали, равное в данном случае толщине ремня.

Для вычисления параметров профиля винтового шкива можно

воспользоваться выражением (8), предварительно заменив $G_{пл}$ весом наконечника G и r_ϕ — радиусом спирали Архимеда ρ т. е.

$$R_\phi \geq [F_m \gamma (S - S_\phi) + G] \frac{\rho}{G_r}. \quad (15)$$

Чтобы можно было пользоваться выражением 15, необходимо определить текущую длину профиля по выражению:

$$S_\phi = \int_0^\phi \sqrt{(r + a\phi)^2 + a^2} d\phi. \quad (16)$$

Осуществляя подстановку $\rho = r + a\phi$ и $d\phi = \frac{d\rho}{a}$, а также заменяя пределы интегрирования по новой переменной, получим:

$$S_\phi = \frac{1}{a} \int_r^\rho \sqrt{\rho^2 + a^2} d\rho. \quad (17)$$

Решая это выражение и упрощая его с достаточной для практических вычислений точностью, можно принять:

$$S_\phi \approx \frac{1}{a} (\rho^2 - r^2). \quad (18)$$

Таким образом, выражение (15), определяющее в данном случае профиль винтового шкива, можно записать так:

$$R_\phi \geq F_m \gamma \left[S - \left(\frac{a\phi^2}{2} + r\phi \right) + G \right] \frac{r + a\phi}{G_r}. \quad (19)$$

Длина плеча b_1 тормозного рычага при заданном грузе определяется как

$$b_1 = S_2 \frac{h_1}{P_r} = \frac{P_0 h_1}{(e^{\mu\alpha} - 1) P_r}. \quad (20)$$

Общий вид рассматриваемой конструкции представлен на рис. 4.

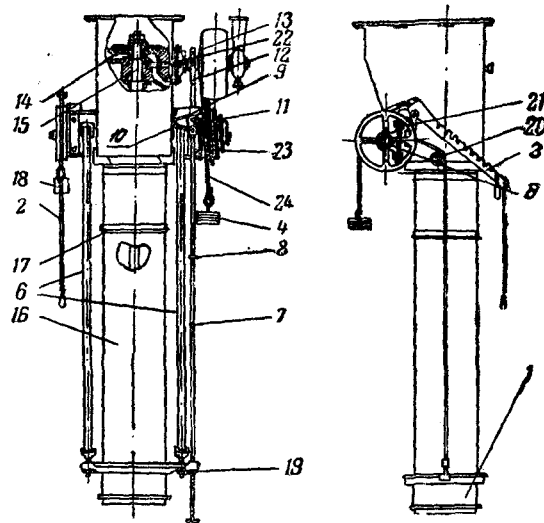


Рис. 4. Общий вид винтопрессового выбойного аппарата;

Работает аппарат следующим образом. Мешок закрепляется на штуцере; затем освобождается тормоз, для чего вручную посредством рукоятки 2 поднимается конец тормозного рычага 3; при этом под действием груза 4 начинает вращаться промежуточный вал 5, на шкивы которого навиваются ремни 6.

Фланец штуцера 1 имеет прилив с отверстием, сквозь которое проходит вертикальная тяга с упорами для включения и выключения аппарата.

Когда фланец штуцера достигнет верхнего упора 8, тяга 7 станет подниматься до упора в кронштейн 9 и посредством пружины 10, серьги 11 и вилки 12 включит фрикционную муфту 13, приводящую во вращение (через коническую зубчатую пару 14) вертикальный вал 15 со шнеком.

Во избежание прорыва дна мешка на трубе 16 имеется кольцо 17 с резиновой обкладкой. Как только начинает вращаться вертикальный вал 15, мешок станет наполняться и двигаться вниз, преодолевая момент от груза 4 и от тормоза.

Перемещением груза 18 по тормозному рычагу можно изменять плотность набивки муки в мешке.

Аппарат автоматически выключается, когда фланец штуцера 1 достигнет упора 19. Перемещением упора 19 по тяге 7 можно изменять степень заполнения мешка.

Г. Д. ГАЛЬПЕРИН,
канд. техн. наук, доцент

К ВОПРОСУ О СОКРАЩЕНИИ ЦИКЛА ЛИМИТИРУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ В РАСФАСОВОЧНО-УПАКОВОЧНОМ АВТОМАТЕ АПДм

В статье коротко рассматриваются кинематическая и технологическая схема автомата АПДм. Основное внимание уделено изучению наиболее длительной (лимитирующей) технологической операции по уплотнению муки в пакете, выполняемой в настоящее время в четырех позициях. Даются рекомендации по сокращению времени для уплотнения, что приведет к уменьшению габаритов и веса автомата.

В соответствии с указанием директивных органов были созданы цехи для расфасовки муки в мелкую тару.

В Москве с начала 1954 г. такие цехи были созданы на мелькомбинате им. Цюрупы и на мельнице № 2 «Новая победа» при Всесоюзной школе мастеров-крупчатников. Расфасовочные цехи были оборудованы полуавтоматическими весами, транспортерами и проволокошвейной машиной ПШ-1М производства Киевполиграфмаша, для запечатывания пакетов. Бумажные пакеты емкостью 1—3 кг изготавливались вручную.

При такой организации расфасовки, естественно, производительность цехов была невысокой (около 500 кг/час), а стоимость расфасовки значительной.

Для увеличения производительности расфасовочных цехов для муки Киевским заводом порционных автоматов им. Ф. Э. Дзержинского в 1955 г. изготовлено два опытных образца автоматических весов РРМ-2, предназначенных для взвешивания порций муки весом от 1 до 2 кг и наполнения готовых бумажных пакетов.

Испытание образцов этих весов в Киеве и в Москве показали удовлетворительные результаты, что позволило междуведомственной комиссии рекомендовать заводу-изготовителю в 1956/57 г. выпустить первую серию таких весов.

Одновременно Воронежский машиностроительный завод им. Ленина приспособил расфасовочно-упаковочный автомат АПД, предназначенный для расфасовки и упаковки хлопьевидных продуктов, к расфасовке и упаковке муки. Опытный образец такого автомата АПДм изготовлен в 1955 г.

Автомат состоит из:

— операционного барабана, изготавливающего двойные пакеты;

— расфасовочно-упаковочной линии, где наполняются и запечатываются пакеты;

— автоматического счетверенного весового агрегата АРМ-2 Киевского завода порционных автоматов им. Ф. Э. Дзержинского.

Кинематическая схема привода механизмов операционного барабана, совмещенная с технологической схемой изготовления двойных пакетов, представлена на рис. 1. От электродвигателя посредством клиноременной передачи и фрикционной муфты приводится во вращение вал 01, от которого посредством конических зубчатых колес приводятся во вращение распределительные валы 02, 03, 04 и 05. На этих валах смонтированы ведущие звенья (кулачки, звездочки) всех исполнительных механизмов операционного барабана.

Операционный барабан состоит из восьми радиально расположенных форм, закрепленных на вертикальном валу, получающем прерывистое движение от мальтийского механизма. Таким образом, каждая форма последовательно занимает каждую из восьми позиций.

Технологическая схема распределяет цикловые операции по изготовлению двойного пакета между этими позициями.

Автоматы типа АПД по классификации машин, производящих штучную продукцию, относятся ко II А классу¹.

В машинах этого класса рабочий цикл T_p т. е. время, по истечению которого машина выдает одно изделие, совпадает с кинематическим циклом транспортирующего (в данном случае мальтийского) механизма.

Таким образом,

$$T_p = t_o + t_n,$$

где t_o и t_n — время интервалов (останова и перемещения).

Число пазов мальтийского креста $z=8$ определяется необходимым числом позиций для выполнения всех технологических операций изготовления двойного пакета.

Водило мальтийского механизма получает равномерное вращение с угловой скоростью ω от распределительного вала 05, а фиксатор этого механизма приводится в движение от цилиндрического пазового кулачка 02—03, закрепленного на валу 02.

При повороте водила на угол 2β мальтийский крест повернется на угол 2α . При повороте водила на остальной угол $2(\pi - \beta)$ крест останется в состоянии покоя.

Так как T_p является временем полного поворота водила, то

$$\frac{t_n}{T_p} = \frac{2\beta}{2\pi} = \frac{\beta}{\pi}$$

и

$$\frac{t_o}{T_p} = \frac{2 \cdot (\pi - \beta)}{2\pi} = 1 - \frac{\beta}{\pi}.$$

Вектор скорости цевки водила в момент входа и выхода ее из паза креста направлен вдоль паза, что предотвращает от жестких ударов. Следовательно,

$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}.$$

¹ С. И. Артоболевский. Методы расчета выпускной способности рабочих машин, стр. 27, 1952.

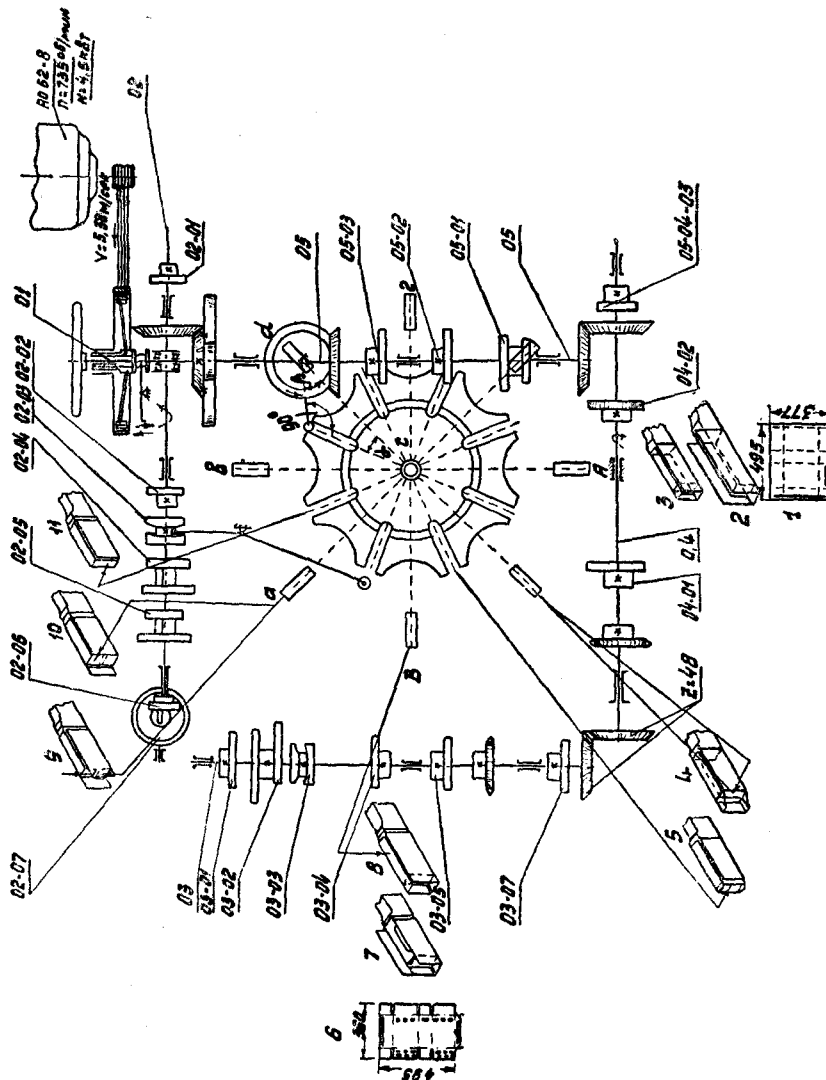


Рис. 1. Кинематическая схема привода операционного барабана, совмещенная с его технологической схемой:

01—приводной вал; 02, 03, 04 и 05—распределительные валы; А—форма в позиции образования внутреннего пакета; В—форма в позиции образования внешнего пакета; С—операционный барабан, прерывисто вращаемый механизмом; 1—подача бумаги с рулона и нанесение клея механизмами, приводимыми от зубчатого колеса 04-02 и звездочки 04-03; 2 и 7—формовка внутреннего и наружного пакетов подъемными столами, действующими от кулачка 05-01; 3 и 8—заделка продольных швов обоих пакетов механизмом от кулачков 02-04 и 02-05; 4 и 5—заделка правой и левой сторон доннышка внутреннего пакета от кулачка 03-04; 9—заделка поперечных створок наружного и внутреннего пакетов от кулачка 03-04; 10, 11—заделка правой и левой створок доннышка наружного пакета от кулачка 03-03, направляющей и ролик проката доннышка; 6—прижим доннышка пакета и маркировка от кулачка 02-02; а, в, d—прижим продольного шва ланой; 2—съем готового пакета с кулачка 03-02

Так как в мальтийских механизмах

$$\alpha = \frac{\pi}{z},$$

то

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi(z-2)}{2z},$$

тогда

$$\frac{t_n}{T_p} = \frac{\beta}{\pi} = \frac{z-2}{2z}$$

и

$$\frac{t_o}{T_p} = 1 - \frac{\beta}{\pi} = 1 - \frac{z-2}{2z} = \frac{z+2}{2z}.$$

Отношение времени работы мальтийского креста t_n ко времени его покоя t_o называют коэффициентом времени работ креста и вычисляют как

$$\kappa_t = \frac{t_n}{t_o} = \frac{z-2}{z+2} = \frac{8-2}{8+2} = 0,6.$$

Большинство технологических операций выполняется в период останова. Время t_o должно быть достаточным для выполнения наиболее длительной (лимитирующей) технологической операции.

Для АПДм принято $t_o = 0,985$ сек., тогда $t_n = 0,6 \cdot 0,985 \approx 0,595$ сек.

Длительность рабочего цикла:

$$T_p = 0,985 + 0,595 = 1,58 \text{ сек.}$$

Время полного оборота креста:

$$(t_o + t_n)z = 158 \cdot 8 \approx 12,6 \text{ сек.}$$

Среднее число оборотов мальтийского креста составит:

$$n_k = \frac{60}{12,6} = 4,75 \text{ об/мин.}$$

и число оборотов водила:

$$n_b = n_k \cdot 8 = 4,75 \cdot 8 = 38 \text{ об/мин.}$$

На рис. 2 представлена кинематическая схема привода механизма расфасовочно-упаковочной линии, совмещенная с ее технологической схемой.

Пакет, готовый и открытый с одного торца, поступает в карман I гребенчатого транспортера, который прерывисто перемещает пакет по всей линии со временем рабочего цикла, установленным для операционного барабана.

Наполнение пакета продуктом осуществляется в кармане II; здесь же начинается операция уплотнения, продолжающаяся в четырех позициях (II, III, IV и V).

Таким образом, лимитирующей технологической операцией для АПДм было уплотнение продуктов в пакетах.

Для увеличения производительности автомата эта операция выполняется в четырех позициях с общим временем выполнения

$$t_{\max} = t_p \cdot q_1 = 1,58 \cdot 4 = 6,32 \text{ сек.}$$

Выполнение лимитирующей операции в нескольких позициях рационально для увеличения производительности автомата, но это уве-

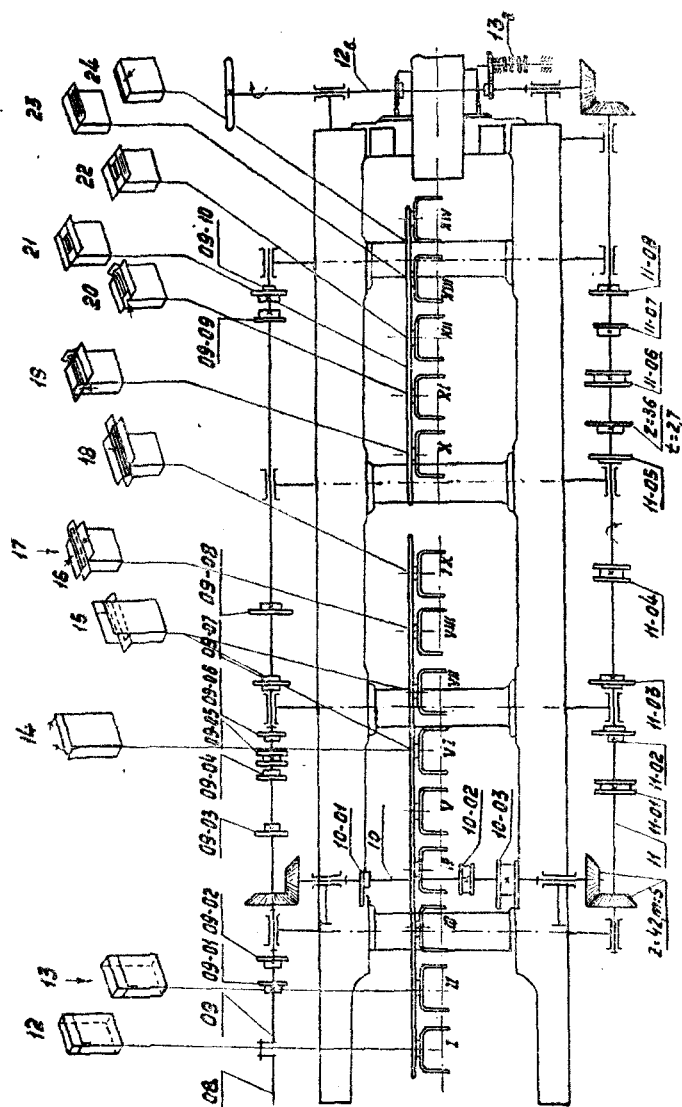


Рис. 2. Кинематическая схема привода механизмов расфасовочно-упаковочной линии, совмещенная с ее технологической схемой:

12—установка пакета в кармане I от кулачка 09-01 (см. рис. 1); 13—наполнение пакета продуктом и уплотнение его в карманах II и III от кулачка 09-02; 14—подготовка верхней части внутреннего пакета; 15—образование замка от кулачка 09-03 и начало обжатия; 16—обжатие верхней части внутреннего пакета от кулачков 09-05 и 11-01; 17—образование замка; 18—обжатие вниз замка внутреннего пакета от кулачка 09-08; 19—полнотное узких створок наружного пакета; 20 и 21—заделка левой и правой узких створок от кулачка 11-05 и на-правления; 22—нанесение клея на широкую створку наружного пакета от кулачков 11-06 и 11-07; 23 и 24—заделка левой и правой широких створок от кулачков 09-10 и 11-08; 09, 10, 11, 12—распределительные валы; 1° в —механизм включения весов, который в АПД заменен электроконтактным устройством.

личивает также количество исполнительных механизмов, габариты и вес машины.

Теоретическая производительность автомата, т. е. производительность без учета времени, затрачиваемого на выполнение внецикловых операций, будет равна

$$П_{\tau} = \frac{60\omega}{\frac{t_{\max}}{q_1} + t_n} \text{ шт/мин.},$$

где ω — число потоков в машине, равное в данном случае единице;
 q_1 — число позиций, в которых выполняется лимитирующая операция.

$$П_{\tau} = \frac{06 \cdot 1}{3,940 + 0,595} = 38 \text{ пач./мин.}$$

Размер пакетов, определенный размером форм АПДм, принят равным $85 \times 152 \times 220 \text{ мм}$.

Следовательно, объем пакета составит 2,84 л и при весе порции муки 2 кг необходимо уплотнить ее до объемного веса $\frac{2}{2,84} = 0,7 \text{ кг/л}$, что примерно соответствует объемному весу сортовой муки в нормально наполненном стандартном провиантском мешке¹.

При переходе от фасовки хлопьевидных продуктов к фасовке муки остались неизменными кинематические параметры обоих встряхивающих механизмов (переднего и заднего) и общее время выполнения лимитирующей операции.

Передний встряхивающий механизм, уплотняющий продукт в пакетах, находящихся в карманах II и III расфасовочно-упаковочной линии, приводится от кулачка 09—01 (рис. 2), вращающегося совместно с валом 09 с числом оборотов $n=38$ в минуту.

Схема переднего встряхивающего механизма представлена на рис. 3. От кулачка 09—01 с тремя выступами на профиле через систему рычагов приводится в колебания планка 09—01—01; при этом пакету сообщается размах колебаний $2a=15 \text{ мм}$ и средняя частота

$$\omega_1 = \frac{\pi n}{30} z_1,$$

где z_1 — число выступов на кулачке;
 тогда

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 38}{30} \cdot 3 = 11,9 \frac{1}{\text{сек.}}$$

Задний встряхивающий механизм, действующий в карманах IV и V, сообщает пакету меньший размах $2a=8 \text{ мм}$ и поэтому конструктивно проще устроен, как это схематически представлено на рис. 4.

От кулачка 09—02, имеющего на профиле двенадцать выступов, через систему рычагов приводится в колебательное движение планка 09—02—01 с частотой

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 38}{30} \cdot 12 = 47,6 \frac{1}{\text{сек.}}$$

¹ Следует отметить, что приспособление автомата АПДм к расфасовке муки производилось без предварительного изучения первичных технологических операций по наполнению пакета мукой и уплотнению ее в пакете, поэтому временные технические условия на автомат АПДм лишь примерно указывают вес порции муки в пакете, равный 1,5 кг, что приведет к недоиспользованию тары и снижению производительности кг/мин автомата.

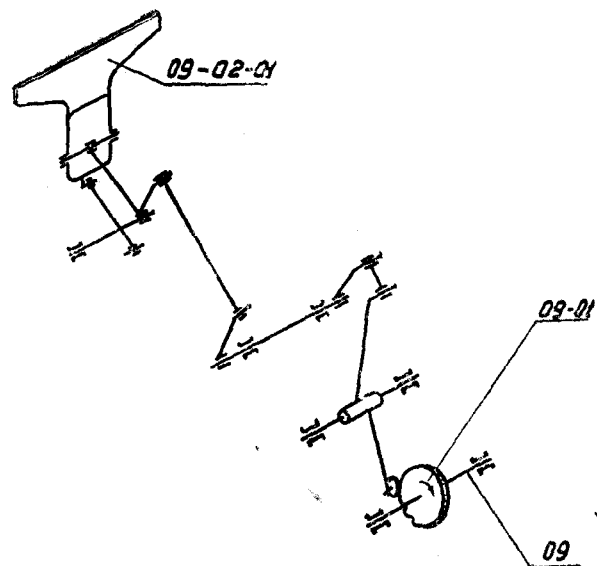


Рис. 3. Передний встряхивающий механизм:
09—вал; 09-01—кулачок; 09-02-01—планка.

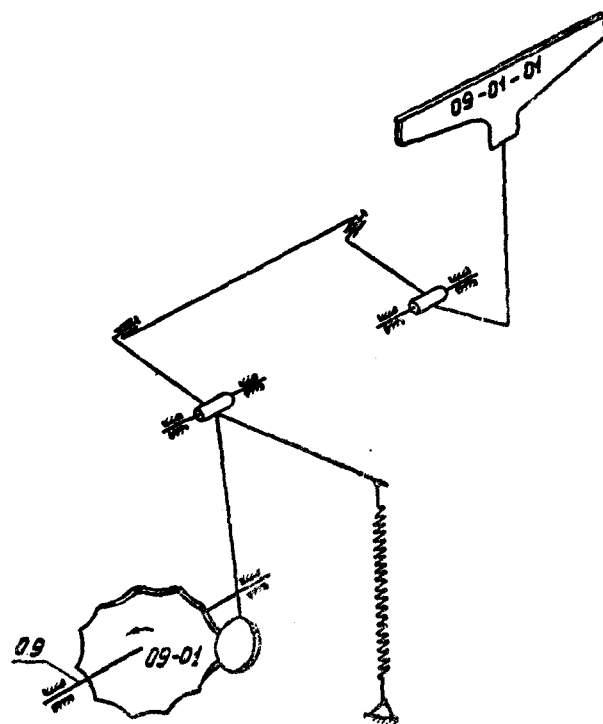


Рис. 4. Задний встряхивающий механизм:
09—вал; 09-01—кулачок; 09-01-01—планка

Приведенная ниже опытная часть настоящей работы была проведена для того, чтобы выяснить:

— являются ли оптимальными кинематические параметры встряхивающих механизмов для уплотнения муки в пакетах;

— справятся ли эти механизмы с задачей уплотнения муки до объемного веса $0,7 \text{ кг/л}$.

Исследования оптимальных кинематических параметров инерционного уплотнителя для муки¹

На рис. 5 представлена кинематическая схема опытной установки; от электродвигателя 1 посредством двух бесступенчатых вариаторов с коническими барабанами приводится во вращение эксцентриковый вал 2 с возможностью регулирования числа оборотов в широком диапазоне $100 \div 600 \text{ об/мин}$.

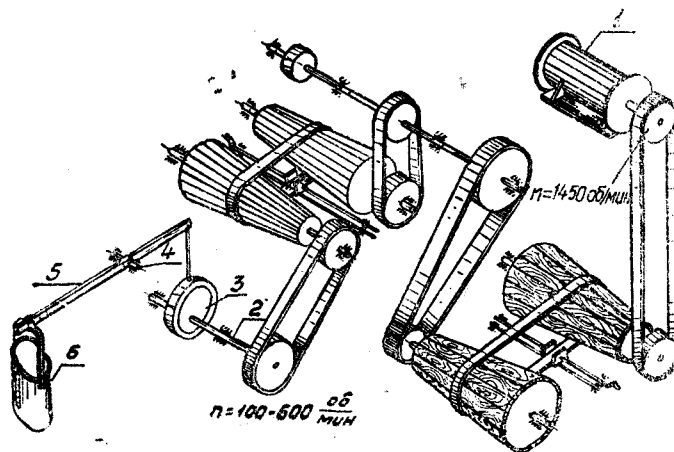


Рис. 5. Кинематическая схема опытной установки инерционного уплотнителя:

1—электродвигатель; 2—эксцентриковый вал; 3—эксцентрик; 4—ось; 5—коромысло; 6—сосуд

От эксцентрика 3 с эксцентриситетом 5 мм приводится в колебание относительно оси 4 коромысло 5 с шарнирно закрепленным к нему сосудом 6.

Размах колебания сосуда изменялся путем изменения расстояния точки его привеса от оси 4 коромысла в диапазоне $2a = 4,4 \div 20,4 \text{ мм}$.

Металлический сосуд¹ из оцинкованной стали был прямоугольного сечения по размеру пакета, но большей высоты. В одном из боковых сторон сосуда было вмонтировано стекло с делениями, соответствующими объемам, отсчитываемым от дна сосуда.

Время уплотнения было принято от 5 до 30 сек (время 30 сек оптимальное, что будет показано ниже).

¹ В проведении опытов принимали участие студенты В. Винников и Д. Лурье.

² Сосуд принят жестким с практически не меняющейся в процессе уплотнения формой, так как значительное поперечное расширение пакета недопустимо, как это показали предварительные испытания автомата АПДм, проведенные на мелькомбинате № 3 в Москве в начале 1957 г.

Опыты проводили на образцах муки I и II сортов.
Результаты исследования представлены на рис. 6. Из них следует:

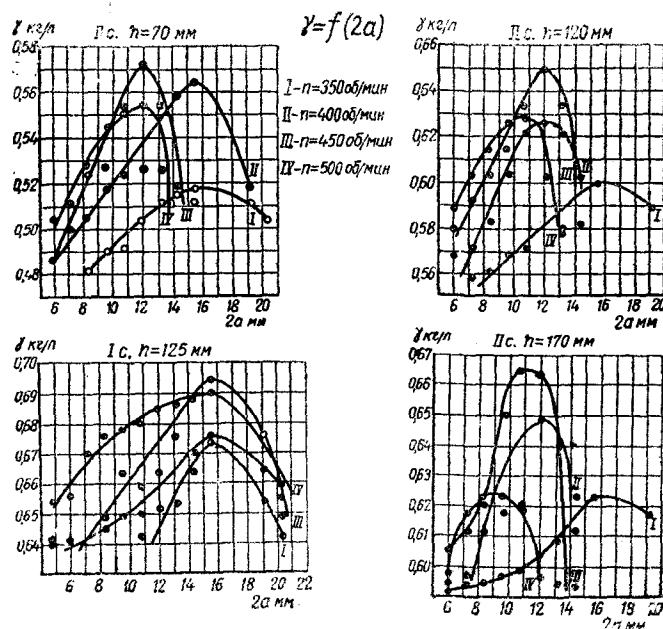


Рис. 6. Зависимость объемного веса муки γ уплотняемой инерционным уплотнителем, от размаха колебаний $2a$: n — число колебаний в минуту; h — высота уплотняемого слоя; I с. — мука I сорта; II с. — мука II сорта

— при увеличении размаха колебаний ($2a$) объемный вес муки возрастает до определенной величины, принимаемой за оптимальную, после чего снижается;

— оптимальная величина размаха колебаний не одинакова для различной частоты колебаний и, как правило, уменьшается при ее возрастании, как это показано на рис. 7;

— с увеличением высоты h уплотняемого слоя муки в сосуде объемный вес ее возрастает до определенной высоты $h_{\text{опт}}$, после чего снижается, как это представлено на рис. 8 для трех величин размаха колебаний и частоты $n=350$ об/мин.;

— с увеличением частоты колебаний объемный вес муки возрастает, а затем снижается; в ряде случаев частота колебаний оказалась недостаточной для достижения максимального для данного размаха колебаний уплотнения, как это видно на рис. 9.

Наибольшее уплотнение муки при высоте слоя $h=170$ мм, близкой к высоте пакета, достигнуто при размаха $2a=11$ мм и частоте $n=450$ кол/мин, или

$$\omega' = \frac{3,14 \cdot 450}{30} = 47,2 \frac{1}{\text{сек.}}$$

При оптимальной частоте колебаний была установлена зависимость степени уплотнения муки от продолжительности уплотнения, которая представлена на рис. 10. С увеличением продолжительности уп-

лотнения до 30 сек объемный вес муки увеличивается (для большинства значений $2a$), после чего несколько снижается.

Таким образом, частота колебаний заднего встряхивающего механизма ($\omega = 47,6 \frac{1}{\text{сек}}$) является оптимальной для уплотнения муки, а этот же параметр для переднего встряхи-

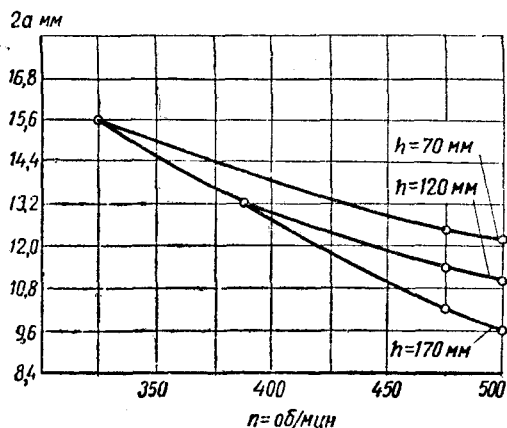


Рис. 7. Зависимость оптимальных значений частоты колебаний инерционного уплотнителя от размаха этих колебаний

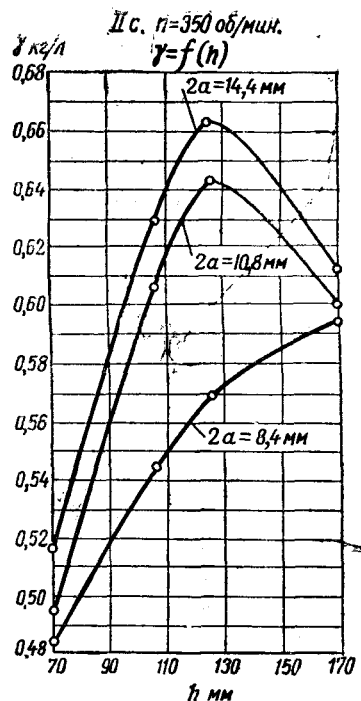


Рис. 8. Зависимость уплотнения муки от высоты уплотняемого слоя

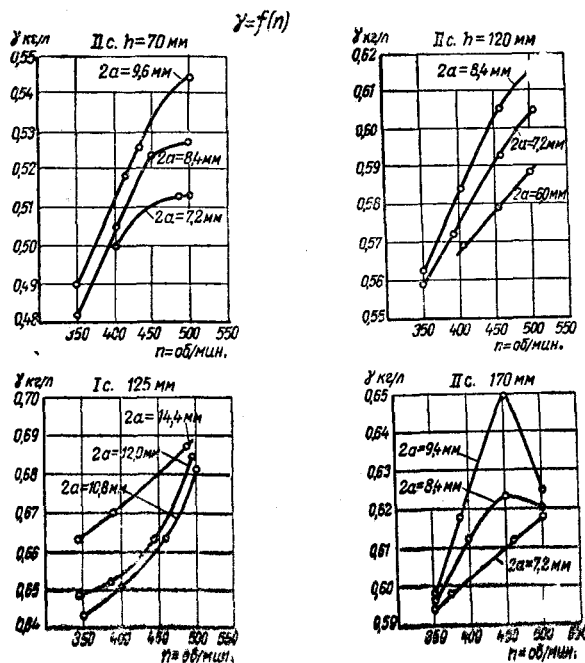


Рис. 9. Зависимость степени уплотнения от частоты колебаний инерционного уплотнителя

вающего механизма значительно меньше оптимального.

Значения размаха колебаний для обоих встряхивающих механизмов не совпадает с оптимальной его величиной ($2a=11$ мм), так как для переднего $2a=15$ мм, а для заднего $2a=8$ мм.

Что касается времени уплотнения, то в автомате оно равно 4 рабочим циклам, т. е. $4T_p = 4 \cdot 1,58 = 6,32$ сек и значительно меньше оптимального.

Следует отметить, что результаты уплотнения несколько улучшаются при оклейке внутренней стальной поверхности сосуда бумагой, обычно применяемой для изготовления внутреннего пакета. Спыты производились при частоте $n=450 \frac{\text{кол.}}{\text{мин}}$ времени уплотнения $t=30$ сек и начальной высоте продукта в сосуда $h=125$ мм.

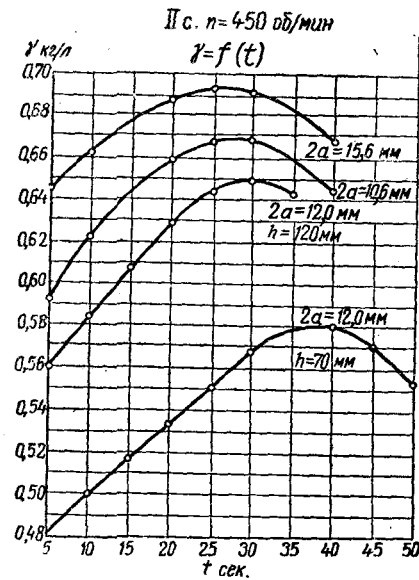


Рис. 10. Зависимость объемного веса муки от продолжительности t уплотнения

Результаты опытов по уплотнению муки для различных по качеству поверхности материалов сосуда приведены в табл. 1.

Таблица 1

Размах колебаний в мм	Объемный вес муки γ кг/л	
	Оцинкованная сталь	Бумага
10,8	0,659	0,670
12,0	0,664	0,676
13,2	0,676	0,685
14,4	0,695	0,690
15,6	0,695	0,696
19,2	0,676	—

В заключение следует отметить, что даже при оптимальных кинетических параметрах инерционного уплотнителя и продолжительности уплотнения до 30 сек не удалось достичь необходимого объемного веса муки $\gamma=0,7$ кг/л для возможности заполнения стандартного пакета АПДм 2 кг муки.

Исследование уплотнения муки давлением

Вследствие неудовлетворительных результатов, полученных при исследовании инерционного уплотнителя, были дополнительно проведены опыты по уплотнению муки давлением.

При сечении пакета $8,5 \times 15,2 = 129 \text{ см}^2$ была принята площадь

пуансона $8,3 \times 15,0 = 125 \text{ см}^2$; высота уплотняемого слоя муки была принята $h=200 \text{ мм}$.

Результаты уплотнения представлены на рис. 11а; они вполне удовлетворительны. Так, при усилии в 2 кг , т. е. при давлении $\frac{2}{125} = 0,016 \text{ кг/см}^2$, объемный вес муки достигает минимально необходимой величины $0,7 \text{ кг/л}$.

Пределом рационального использования силового уплотнения муки может быть принято усилие в 5 кг , соответствующее давлению $0,04 \text{ кг/см}^2$ и объемному весу муки $\gamma=0,745 \text{ кг/л}$.

На рис. 11б представлена возможная схема уплотнительного ме-

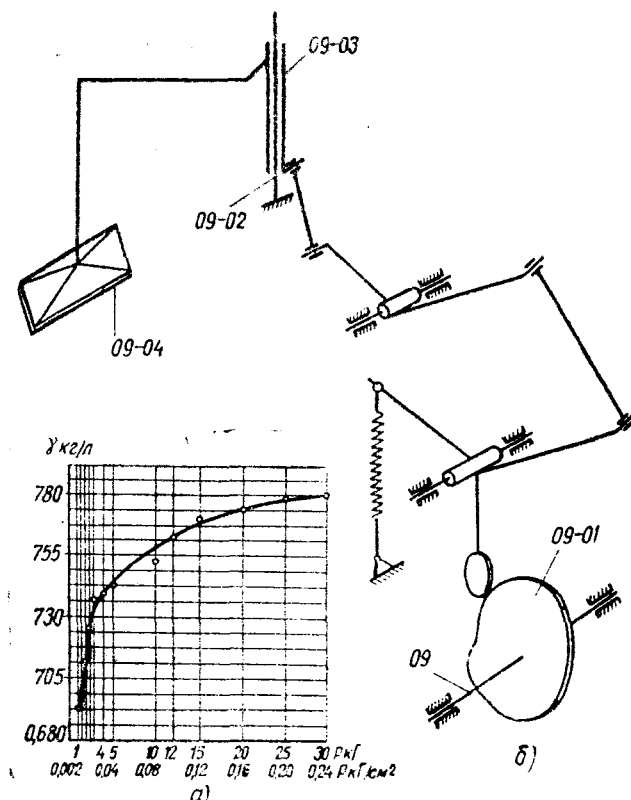


Рис. 11. Уплотнение муки давлением: а — зависимость степени уплотнения слоя муки (высота 200 мм и поперечное сечение 125 см^2) от усилия со стороны пуансона; б — схема механизма уплотнения давлением

ханизма, приводимая от специального кулачка, посаженного на вал 09 (см. рис. 2) вместо кулачка 09—01 и перемещающего по направляющей 09—02 ползун 09—03, связанный с пуансоном 09—04.

На Одесском комбинате пищевых концентратов при расфасовке кофе на расфасовочно-упаковочном автомате АПБ с успехом применили силовой уплотнитель вместо неудовлетворительно действовавшего инерционного.

Для действия такого уплотнителя вполне достаточно времени остановки $t_0 = 0,985$ сек., т. е. одной позиции.

Таким образом, при наполнении пакета мукой в кармане II расфасовочно-упаковочной линии можно провести необходимое уплотнение в кармане III, а позиции карманов IV и V окажутся излишними. Следовательно, длину расфасовочно-упаковочной линии можно сократить на два кармана, т. е. на $\frac{2}{14} 100 = 14,3\%$ и вместо двух инерционных уплотнителей применить один силовой.

При инерционном или силовом уплотнении муки в стандартных пакетах наблюдается деформация этих пакетов в поперечных сечениях. Устранить этот недостаток можно, если применить более плотный картон либо ограничить поперечную раздачу пакета в период уплотнения.

В процессе предварительных испытаний автомата АПДм выявился еще один недостаток: время останова $t_0 = 0,985$ сек. оказалось меньше времени истечения из воронки порции муки. Поэтому производительность автомата снизили с 38 до 26 пачек/мин., т. е. увеличили время останова до $t_0 = 1,44$ сек. Возможно, что этот недостаток будет устранен улучшением условий истечения муки.

М. Я. СИМОНОВИЧ,
канд. техн. наук

К ВОПРОСУ НАРЕЗКИ РИФЛЕЙ ЗАДАННОГО ПРОФИЛЯ

В статье рассматривается влияние радиуса закругления у основания рифлей, зависящий от степени притупления реза, на основные параметры нарезки.

Упорядочение процесса нарезки рифлей имеет большое значение в деле улучшения основных показателей работы мукомольных мельниц.

Отсутствие производственного контроля качества нарезки валков на предприятиях мукомольной промышленности препятствует решению этого вопроса. Для введения такого контроля необходимо изучить вопрос получения рифлей заданного профиля.

Следует отметить, что как в отечественной, так и в иностранной литературе часто приводятся рисунки желательных профилей рифлей без указания, в какой степени они соответствуют действительным профилям рифлей, нарезаемых на валках.

При проверке профилей рифлей, нарезаемых на ряде мельниц, впервые произведенной А. В. Панченко [1] и позднее П. П. Тарутиным и А. А. Рыбкиной [2], а также другими авторами, были обнаружены значительные отклонения действительных профилей рифлей от рекомендуемых.

В результате изучения профилей рифлей, нарезаемых для различных систем на мельничных предприятиях треста Главмука в Одессе, Запорожье, Днепропетровске и Мелитополе, проведенного работниками кафедры «Технология металлов» института, было обнаружено, что на всех предприятиях, где проводили исследования, профили рифлей различны. Измерения профилей рифлей при этом показали значительные колебания величины углов острия (α) и спинки (β) рифлей ($\alpha = 23^\circ - 52^\circ$; $\beta = 57^\circ - 78^\circ$).

Ввиду того, что в СССР единственным рекомендованным профилем рифлей является профиль, установленный инструкцией Главмуки ($\alpha = 20^\circ$; $\beta = 70^\circ$), он был принят для сравнения с фактически нарезаемыми профилями рифлей.

Были введены два критерия определения качества нарезки: коэффициент полноты рифлей K_n и коэффициент высоты рифлей K_v , где K_n — частное от деления площади фактического нормального сечения рифли S_p на соответствующую площадь нормального сечения рифлей профиля $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 70^\circ$, K_v — частное от деления высоты рифлей на высоту рифлей того же профиля.

Исследования показали, что величина коэффициентов K_n и K_v для рифлей, нарезаемых на вышеуказанных мельницах, изменялось в пределах $0,60 \div 0,82$.

Для изучения причин, вызывающих значительное снижение площади сечения рифлей (до $K_n=0,5$), а следовательно, их износоустойчивости, была рассмотрена возможность нарезки рифлей заданного профиля при условии, если углы заточки передней грани резцов вальценарезного станка обеспечивают требуемые значения углов спинки и острия рифлей.

В инструкции Главмуки (1939 г.) по вопросу рекомендуемого профиля рифлей имеются указания о величине углов спинки и острия рифлей и ширине площадки на вершинах рифлей ($a=50 \div 100$ мк). Вопрос о величине радиуса закругления у основания рифлей в инструкции не рассматривается. В разработанных ВНИИЗ профилей рифлей в развитие данной инструкции радиус закругления у основания рифлей условно был принят равным нулю.

Л. И. Розенштейн [3], приводя рисунки профилей рифлей, применяемых в СССР, указывал одно значение радиуса закругления у основания рифлей независимо от плотности нарезки, равное $\frac{1}{2}$ мм.

На рис. 1 показано сопоставление профилей рифлей с параметра-

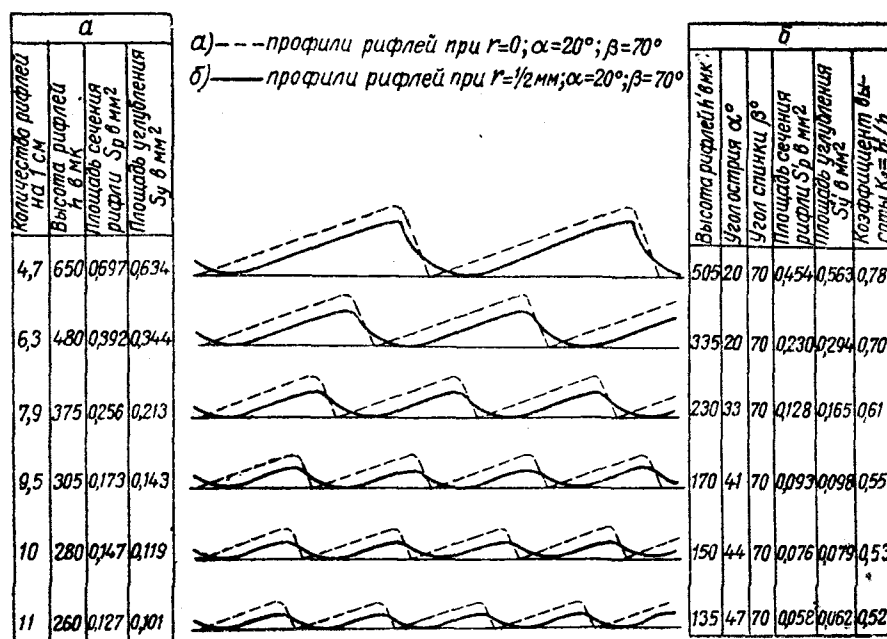


Рис. 1. Влияние радиуса закругления у основания рифлей на их профиль ($a=100$ мк)

ми: $\alpha=20^\circ$; $\beta=70^\circ$; $a=100$ мк; $r=0$ с аналогичными профилями, построенными с учетом закругления у основания рифлей ($r=\frac{1}{2}$ мм). Из полученных построений видно, что при радиусе закругления у основания рифли, равным $\frac{1}{2}$ мм, профиль ее значительно изменяется. Эти изменения выражаются в уменьшении показателей S_p , S_y , а следовательно, коэффициентов K_n и K_v (S_y — площадь нормального сечения углубления между рифлями).

Как видно из графиков и таблиц (рис. 1, 2), при $r = 1/2$ мм величины коэффициентов K_n и K_b уменьшаются по мере увеличения плотности нарезки, доходя до $0,46 \div 0,51$ при $P = 11$ (P — число рифлей на 1 см длины окружности валка). Таким образом, определение высоты рифлей без учета величины радиуса закругления приводит к значительным ошибкам, достигающим до 100% при $r = 1/2$ мм для рифлей размольных систем.

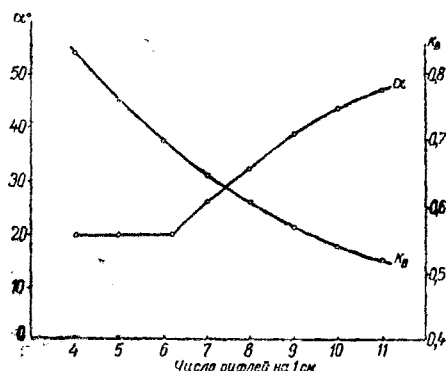


Рис. 2. Зависимость коэффициента высоты рифлей и угла острия рифлей от плотности нарезки ($r = 1/2$ мм; $\beta = 70^\circ$; $\alpha = 100$ мк)

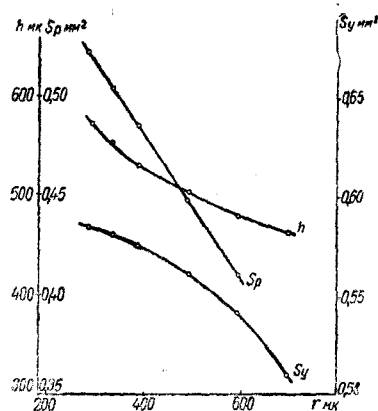


Рис. 3. Зависимость высоты рифли, площади нормального сечения рифли и площади нормального сечения углубления между рифлями от радиуса закругления у основания рифли ($p = 4,6$).

Следует также отметить, что при постоянном значении радиуса закругления ($r = 1/2$ мм) с увеличением плотности нарезки угол α сохраняет заданное значение ($\alpha = 20^\circ$) при максимальной плотности нарезки $p = 6$. При дальнейшем увеличении плотности нарезки угол α возрастает, доходя до 47° при $p = 11$ (см. рис. 1, 2). Изменение величины угла α вызвано увеличением радиуса закругления режущих кромок передней грани резца в процессе ее износа; при этом кривизна поверхности у основания рифли непосредственно доходит до площадки у вершин рифли. Таким образом, по мере износа рифли угол α будет увеличиваться.

Изменение величины радиуса закругления r в пределах $250 \div 650$ мк существенно влияет на основные показатели качества нарезки (рис. 3).

На рис. 4 приведены рифли, нарезанные на мелькомбинате № 2 в Одессе ($p = 7,9 \div 9,5$), снятые методом получения гальванопластических медных отпечатков с последующими измерениями. Для приведенных рифлей и для рифлей, снятых на ряде других мельничных предприятий, является характерным увеличение угла α свыше 20° . Обращает также на себя внимание большое несоответствие высоты рифлей высоте рекомендованного профиля, которое приводит к соответствующему снижению коэффициентов K_n и K_b .

Из рассмотрения рис. 1, 2, 3 можно сделать следующие выводы:

1) Величина радиуса закругления у основания рифлей в значительной степени предопределяет высоту рифлей, а следовательно, их износоустойчивость.

[illegible]

Откуда

$$OE = \frac{r}{\sin \frac{\gamma}{2}} \cdot \sin \left(\varepsilon + \frac{\gamma}{2} \right).$$

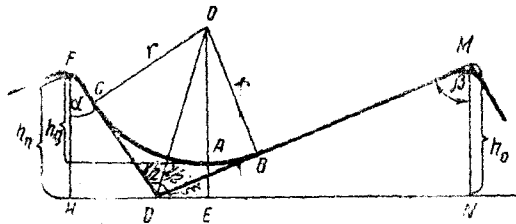


Рис. 5. Профиль рифли.

Из построения видно, что

$$AE = OE - r; \quad h_g = h_n - AE;$$

$$\varepsilon = 90 - \beta;$$

а следовательно,

$$h_g = h_n - r \left[\frac{\cos \left(\beta - \frac{\gamma}{2} \right)}{\sin \frac{\gamma}{2}} - 1 \right].$$

Определяем величину h_n .

Из построения (рис. 5) следует, что $h_o \operatorname{tg} \alpha + h_o \operatorname{tg} \beta = t$,
откуда

$$h_o = \frac{t}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}. \quad (1)$$

При наличии площадки на вершине рифли шириной a высота рифли h_o уменьшается на величину $\frac{a}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}$, а, следовательно,

$$h_n = \frac{t - a}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}; \quad (2)$$

тогда

$$h_g = \frac{t - a}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} - r \left[\frac{\cos \left(\beta - \frac{\gamma}{2} \right)}{\sin \frac{\gamma}{2}} - 1 \right]. \quad (3)$$

Для профилей рифлей Главмуки ($\alpha = 20^\circ$; $\beta = 70^\circ$; $a = 100$ мк) формула (3) примет вид:

$$h_g = 0,32t - 0,28r - 32 \text{ мк}. \quad (4)$$

При нарезке валков для получения заданного профиля рифлей необходимо, чтобы $CD \leq FD$ (рис. 5).

Из $\triangle ODC$ и $\triangle FHD$ находим:

$$CD = r \cdot \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}; \quad FD = \frac{h_n}{\cos \alpha};$$

тогда

$$r \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} \leq \frac{h_n}{\cos \alpha}$$

откуда

$$r \leq \frac{h_n}{\operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} \cos \alpha} \quad (5)$$

Для профилей рифлей $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 70^\circ$
 $\alpha + \beta = \gamma = 90^\circ$;

$$r' = \frac{n}{\cos \alpha}; \quad r' = 1,06 h_n. \quad (6)$$

Ввиду того, что в практике приходится пользоваться величиной шага rifлей t , подставляем значение h_n из выражения (2); тогда

$$r \leq \frac{t - a}{\operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2} \cos \alpha (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)}. \quad (7)$$

Для профилей rifлей $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 70^\circ$, $a = 100$ мк

$$r' \leq 0,34(t - 100) \text{ мк}. \quad (8)$$

Из выражения (8) следует, что при нарезке rifлей профиля $\alpha = 20^\circ$; $\beta = 70^\circ$, $a = 100$ мк. максимально допустимое значение радиуса r при $p = 11$ составляет 275 мк, при $p = 4,7$ — 690 мк.

Результаты исследования профилей rifлей, нарезаемых на ряде мельничных предприятий в Одессе, Запорожье, Днепропетровске, показали, что величина радиуса закругления у основания rifлей изменяется примерно в пределах 200—600 мк (см. таблицу), ширина площадки на вершинах rifлей изменяется в пределах 100—250 мк.

Величина радиуса закругления у основания rifлей r в мк.

$p = 4,7 - 6,3$	$p = 7,1 - 8,7$	$p = 9,5 - 11$
300 ÷ 600	250 ÷ 500	200 ÷ 400

Следует, однако, отметить, что несвоевременная перезаточка или смена резцов при нарезке rifлей в ряде случаев приводит к значительному увеличению радиуса закругления по сравнению с данными, приведенными в таблице, а следовательно, к ухудшению качества нарезки. При тщательной нарезке rifлей нижний предел значений радиуса закругления у основания rifлей (см. таблицу) является легко достижимым.

Наши исследования, проведенные как в производственных, так и в лабораторных условиях, показали, что при правильной установке и заточке резцов с проверкой по шаблону контроль качества нарезки в основном может быть сведен к измерению высоты rifлей.

Значение принятой высоты rifлей при заданной величине радиуса закругления r с достаточной степенью точности может быть определено из формулы (3).

Сравнение полученной высоты rifлей с принятой при заданной плотности нарезки даст возможность судить о ее износоустойчивости, а также о возможном отклонении величины угла острия rifлей.

Для измерения высоты rifлей в производственных условиях с успехом может быть использован шуповый профилограф, заменяющий профиль в натуральную величину типа Берковича [4], эксплуатация которого проста и не требует квалификации исполнителя [5], [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Панченко А. В. Сверхамериканские скорости вальцовых станков. Снабтехиздат, М., 1934.
2. Тарутин П. П., Рыбкина А. А. Исследование нарезки валков на мельнице «Советское мукомолье», № 1, 1940.

3. Розенштейн, Л. И. Техминимум для рифельщика. Заготиздат, М., 1943.
4. Беркович Е. С. Профилограф, записывающий профиль в натуральную величину. Трение и износ в машинах, сборник VI. АН СССР, 1950.
5. Симонович М. Я. Прибор для контроля профиля рифлей мельничных валков. Мукомольно-элеваторная промышленность, № 2, 1954.
6. Кестельман Н. Я., Котляр Л. И. Механический щуповой прибор для записи профиля рифлей валцов. Сообщения и рефераты ВНИИЗ, вып. 4, 1955.

А. В. АНАТОЛЬЕВ,
канд. техн. наук,
П. Н. ПЛАТОНОВ,
доктор техн. наук

СТЕНЫ СИЛОСНОГО КОРПУСА ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В последние годы особое внимание уделяется всемерному применению сборных железобетонных конструкций в строительстве. Широкая сеть заводов сборного железобетона делает реальным осуществление конструкций из сборных железобетонных элементов. Индустриальные методы строительства находят все новое и новое применение в практике строительства гражданских зданий, промышленных, гидротехнических сооружений и сооружений специального назначения. Применение сборного железобетона весьма желательно для строительства зернохранилищ и, конечно, в первую очередь механизированных зернохранилищ типа элеваторов.

Железобетонные стены силосного корпуса элеватора составляют большой процент от объема всего сооружения. Успех перехода к индустриальному способу строительства широкой сети новых и расширения старых механизированных зернохранилищ — элеваторов в значительной степени зависит от того, насколько удачно будет решена конструкция стен силосов, имеющая свои особенности.

Как известно, стены силосов современных железобетонных элеваторов выполняются в подвижных формах опалубки. Их конструкция (толщина, профиль стен) подчинена этому способу возведения.

Подвижные формы опалубки являются относительно прогрессивным способом строительства. Поэтому преимущество индустриального способа будет очевидно только в сравнении со способом возведения стен в подвижных формах опалубки. Эти преимущества должны выражаться в первую очередь в экономии расхода бетона и стали на единицу емкости и обязательно наличием более высоких показателей способа производства работ.

При проектировании любой сборной железобетонной конструкции необходимо, чтобы в работе ее узлы были неизменяемы (как в обычной монолитной). Конструирование этих узлов и их место расположения и представляет основную трудность при переходе от монолитной к сборной железобетонной конструкции. Однако переход к сборной конструкции не следует видеть в монолитной конструкции, разрезанной на отдельные элементы, которые при сборке будут соединены между собой.

Тоже при переходе к сборным стенам силосов. Делая их сборными, нет необходимости сохранять одинаковую толщину по всей их высоте, как это мы делаем применяя способ подвижных форм опалубки.

Переход к сборной конструкции расширяет возможность проектировщика. В сборной конструкции нет необходимости сохранять круглую форму силосов, постоянную толщину стен по высоте, применять сборные элементы прямоугольного сечения и т. д.

В заводских условиях каждый железобетонный элемент может быть сделан любого профиля, прочным, легким и удобным для производства работ.

За последние годы организацией «Промзернопроект» было предложено несколько вариантов проектов силосных стен в сборном железобетоне. По данному вопросу опубликовано ряд статей, освещающих различные варианты решения сборной конструкции стен силосов [1, 2]. В этих вариантах есть много положительного, однако в них не использованы все возможности, которые представляет индустриальный способ. Мы имеем в виду изготовление в заводских условиях легких и прочных железобетонных элементов стен силосов.

Все известные до настоящего времени варианты сборных стен силосов сведены к таким решениям, когда сборная конструкция представляет из себя монолитную, разрезанную на отдельные элементы, соединенные между собой электродуговой сваркой.

Практика сборного железобетона показывает, что широкое применение электродуговой сварки во время монтажа отдельных элементов не только увеличивает стоимость сооружения, но и затрудняет организацию производства. С точки зрения организации производства, удобства монтажных работ и стоимости конструкции, преимущество всегда остается за таким вариантом, когда монтируются арматурные выпуски при минимальном количестве электродуговой сварки, а еще лучше без нее с последующим бетонированием узла.

В Одесском технологическом институте имени Сталина в течение последних 10 лет проведена работа по определению рациональной конструкции стен силосов применительно к сборной конструкции. Результаты проведенных исследований в лаборатории механики сыпучей среды позволяют предложить вариант конструкции сборного железобетонного силоса в значительной мере лишенный недостатков существующих сборных конструкций.

Проведенные исследования показали, что если придать стенам силоса переменное сечение по высоте (рис. 1), то можно значительно снизить величину горизонтального давления столба сыпучей среды на стены силоса. Такое конструктивное оформление стен силоса является рациональным не только с точки зрения снижения величины горизонтальных давлений, но и с точки зрения правильного распределения нагрузки на стену. Экспериментальные исследования показали, что в силу наличия незначительных смещений на участках малой жесткости, нагрузки сыпучей среды перераспределяются и в основном сосредотачиваются в участках большей жесткости.

Производство отдельных элементов стен в заводских условиях позволяет без особого труда изготовить типовый сборный элемент стены силоса ребристым — прочным, легким и удобным для производства работ и рациональным для работы в конструкции нагруженной сыпучим материалом.

Предлагаемый вариант конструкции стены силосов из сборного железобетона предполагает их сборку из отдельных элементов — железобетонных ребристых плит с выпусками арматуры (рис. 2). Плиты устанавливаются со смещением так, что их арматурные выпуски увязываются с продольной арматурой (рис. 3). Во время сборки плиты закрепляются при помощи монтажных стержней (рис. 4). После того, как смонтировано несколько плит, либо всё ярусы на полную высоту, во внутрь узла опускаются стержни продольной арматуры и развязываются взаимно с выпусками арматуры плит, как с хомутами. При этом продольная арматура узла стыкуется либо с помощью электросварки, либо внахлестку с соответствующей разгонкой стыков.

Монтаж стены начинается с установки типовых элементов не одинаковой высоты, чем достигается соответствующая разбежка горизонтальных швов.

При контакте некоторые плиты (25% от общего количества) заводятся в узел сопряжения, будучи на весу у стрелы крана. Однако такой прием — незначительная оттяжка для установки сборного элемента в рабочее положение, обычен даже в тех случаях, когда есть возможность поставить сборный элемент путем прямого опускания в проектное положение.

В наружных стенах сборные элементы с одной стороны делаются гладкими (рис. 5,а). С целью теплозащиты наружные стены могут быть сделаны из элементов с воздушной прослойкой (рис. 5,б). При изготовлении всех трех типов плит применяется один и тот же размер прямоугольной инвентарной заводской формы с соответствующей перестановкой и изменением вкладышей.

В торце каждого типового сборного элемента предусмотрены часто расположенные глубокие штрабы для восприятия усилий среза (рис. 2).

Бетонирование узла сопряжения плит может осуществляться либо по ходу монтажа, либо после установки плит на полную высоту стены. Причем бетонные работы могут производиться как в летних, так и в зимних условиях. При работе в зимних условиях можно применять электродный метод прогрева со струнным электродом по центру узла или какой-либо другой способ электропрогрева, или паропрогрев.

Разделка горизонтальных швов между плитами стен аналогично тому, как это делается между плитами безопалубного бетона на гидростроительстве (кромки плит обрамляются заложеными в бетон деревянными рейками, которые служат защитой во время перевозки и монтажа). После сборки и бетонирования узлов сопряжения, рейки сни-

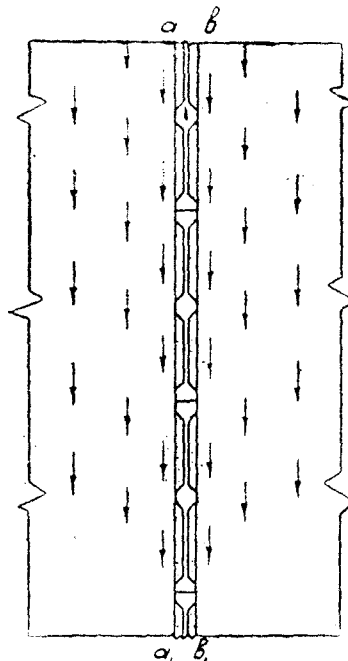


Рис. 1. Стены силоса переменного сечения.

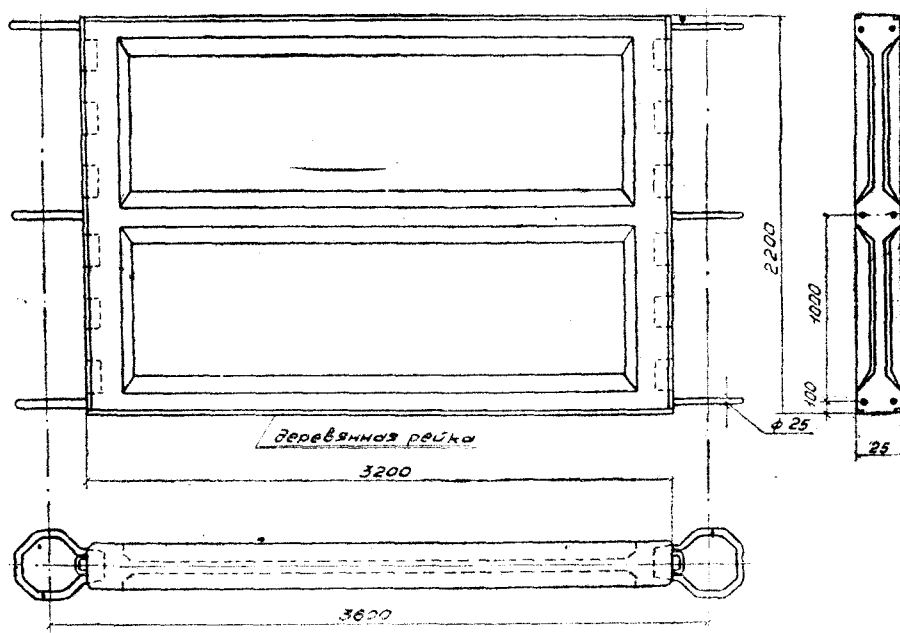


Рис. 2. Типовая железобетонная ребристая плита с выпусками арматуры.

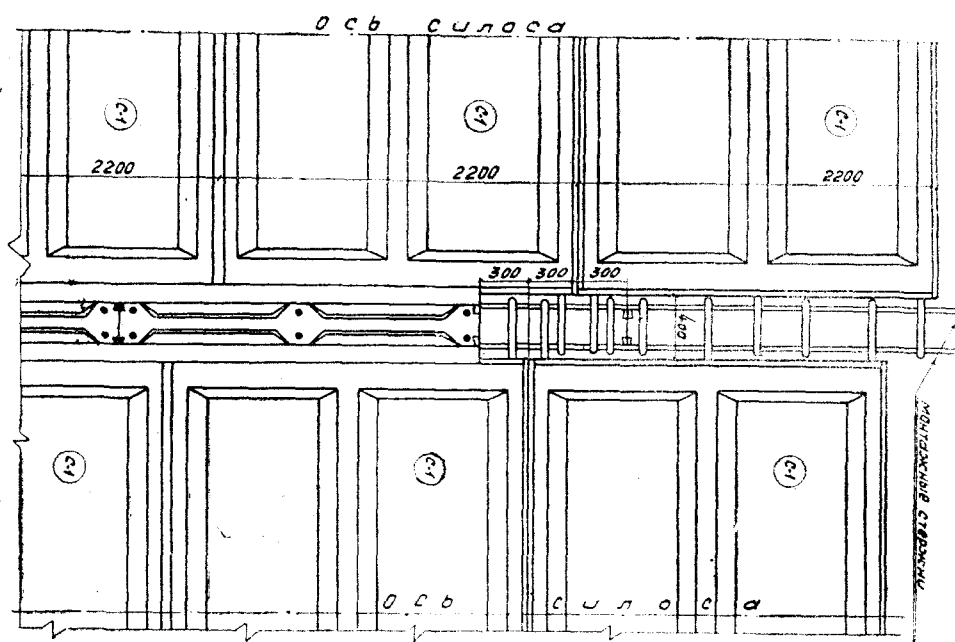


Рис. 3. Размещение типовых плит по высоте стен силоса.

маются и швы заполняются цементным раствором составом 1:2 (рис. 6). Такая разделка швов при уплотнении на заводе бетона плит вибрированием, создает условия достаточной водо- и газонепроницае-

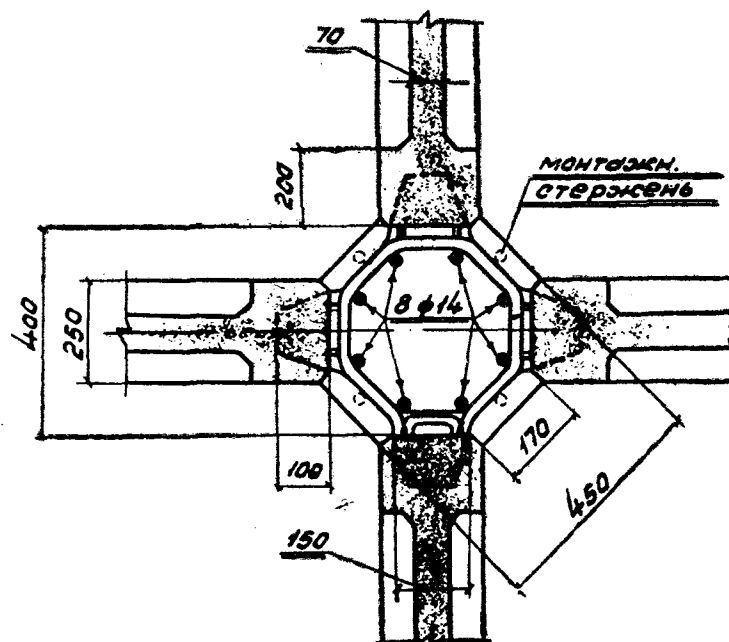


Рис. 4 Взаимная увязка плит стен силоса.

мости стен, чем удовлетворяются требования хранения зерна.

Положительным фактом предлагаемого конструктивного решения отдельного элемента стены является сочетание работы ребер — балок с жесткой арматурой — и относительно тонких плит небольшого пролета, опирающихся по контуру.

Расчет показывает, что для силоса прямоугольной формы размером в плане $3,6 \times 3,6$ м и высотой 40 м при его загрузке тяжелым зерном ширина ребра плиты, армированной жесткой арматурой (рис. 7), на наиболее нагруженных участках не превышает 25 см, а толщина плиты — диафрагмы не более 7 см.

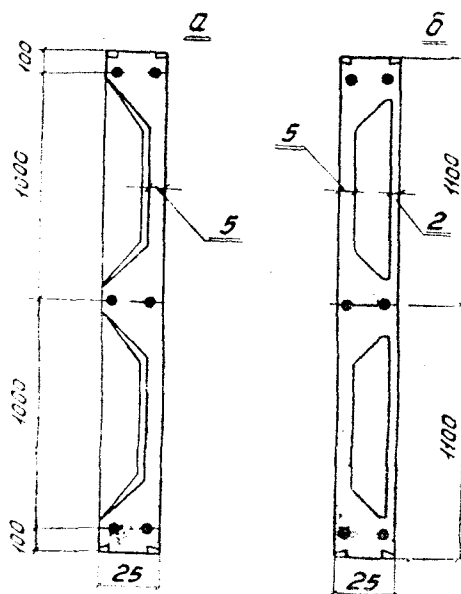


Рис. 5. Варианты устройства железобетонных плит стен силосов.

Приведенная толщина ребристой плиты равна 12 см, а вес — 2,0 т. Толщина стен силоса, выполненного в подвижных формах, 16 см. Экономия бетона значительно возрастет, если железобетонные элементы будут изготовлены с предварительным напряжением.

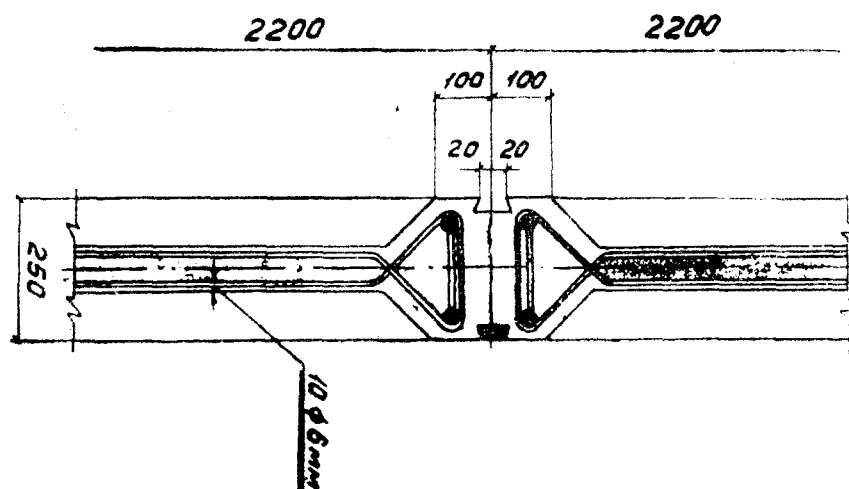


Рис. 6. Устройство горизонтального шва между сборными плитами стен

Расход стали на 1 тонну емкости сборных стен не превышает расход стали для круглых стен, возводимых в подвижных формах опалубки, и значительно будет снижен при армировании арматуры, сплюсненной на стене Авакова.

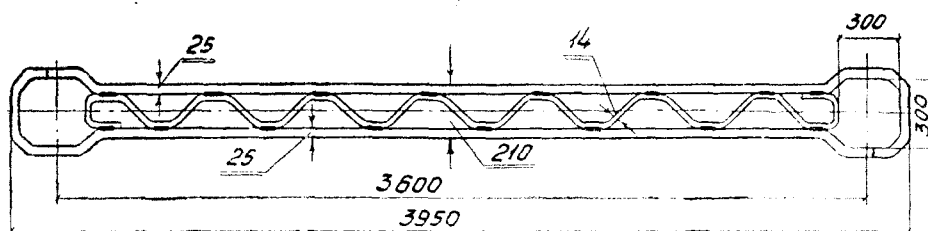


Рис. 7. Жесткая арматура ребра сборной железобетонной плиты. стен.

Силосные стены из типовых ребристых плит с жесткой арматурой ребра и предполагаемой конструкции узла сопряжения могут быть собраны не только квадратными, но и многогранными.

При многогранной форме типовыми элементами небольшого размера может быть образована большая площадь сечения силоса. При восьмигранной форме силоса образуются банки как большой, так и малой емкости, что весьма желательно с эксплуатационной точки зрения.

Предварительный подсчет показывает, что при возведении восьмигранных сборных силосов технико-экономические показатели получаются выше, чем у квадратных той же конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование и строительство зернохранилищ, мукомольных, крупяных и комбикормовых предприятий в СССР (1917—1957). Хлебоиздат, Москва, 1958
2. Инженер Хороший А. И. Опытное строительство силосного корпуса элеватора из сборных железобетонных элементов. Вестник технической информации. Хлебоиздат, Москва, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Роменский Н. В., Синельникова Л. Е.</i> Количество и качество белковых веществ орошаемых пшениц юга Украины	5
<i>Роменский Н. В., Попов П. В., Калужная А. М.</i> Исследование физических и биохимических свойств некоторых сортов чумизы	11
<i>Попов П. В.</i> Об определении содержания клетчатки в продуктах переработки зерна	17
<i>Криволапов Ф. Г., Синельникова Л. Е.</i> Влияние кукурузной муки и зародышей кукурузы на коллоидные свойства клейковины	27
<i>Яковенко В. А.</i> Активность фермента липоксидазы при прогоркании зародышевых хлопьев	31
<i>Яковенко В. А., Торжинская Л. Р.</i> Биохимические изменения зерна кукурузы в початках при хранении на открытых площадках	39
<i>Сипатова В. А.</i> Изменение свойств белкового комплекса пшеничной муки в процессе макаронного производства	47
<i>Синельникова Л. Е., Роменский Н. В.</i> Влияние орошения на технологические свойства пшениц юга Украины	57
<i>Демидов П. Г.</i> Усовершенствование технологического процесса производства гранулированных комбикормов	67
<i>Калужная А. М., Нохотвич А. Я.</i> К вопросу о влиянии срока отлежки свежесмолотой пшеничной муки на ее хлебопекарные достоинства	73
<i>Калужная А. М.</i> Взаимозависимость между показаниями альвеографа и объемным выходом хлеба	79
<i>Жидко В. И., Платонов П. Н.</i> К вопросу о расчете процесса сушки зерна	83
<i>Жидко В. И., Платонов П. Н.</i> Эффективность «прогрессивных» режимов сушки зерна	87
<i>Яковенко В. А., Толкаченко А. П.</i> Опытная сушка рядовой кукурузы для семенных целей	93
<i>Яковенко В. А., Торжинская Л. Р., Атанас А. Г.</i> Хранение кукурузы на открытых бунтовых площадках в зимнее и весеннее время	99
<i>Фасман В. Б.</i> Некоторые технико-эксплуатационные показатели работы оборудования элеваторов	107
<i>Фасман В. Б.</i> Влияние степени загрузки ленточного транспортера на потребную мощность его привода	117
<i>Дударев И. Р.</i> Лабораторное исследование винтопрессового способа шелушения увлажненной пшеницы	127
✓ <i>Гальперин Г. Д.</i> Основы кинематического и силового расчета винтопрессовых выбойных аппаратов	139
<i>Гальперин Г. Д.</i> К вопросу о сокращении цикла лимитирующей технологической операции в расфасовочно-упаковочном автомате АПДм	147
<i>Симонович М. Я.</i> К вопросу нарезки рифлей заданного профиля	161
<i>Анатольев А. В., Платонов П. Н.</i> Стены силосного корпуса из сборного железобетона	169

БР 00538. Подписано к печати 31.VII.61 г. Формат бум. 70×108^{1/16}.
5,5 бум. л. 11 печ. л. Тираж 1000. Зак. № 7518.

Одесса, Пушкинская, 32. Облтипография.