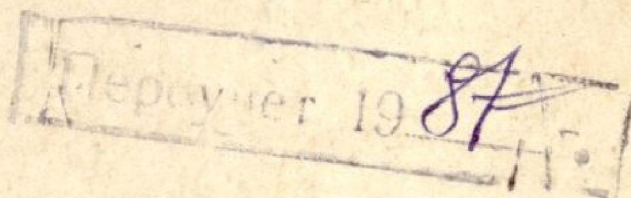


Авторедг.  
с 60

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В. Ломоносова

---



Аспирант Л.С. СОЛДАТЕНКО

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ  
В ДИСКОВЫХ ТРИЕРАХ-ОВСЮГООТБОРНИКАХ  
НА ЭЛЕВАТОРАХ И МЕЛЬНИЦАХ

(175 - машины и аппараты пищевой промышленности)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Одесса - 1968

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В. Ломоносова

---

Аспирант Л.С. СОЛДАТЕНКО

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОЧИСТКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ  
В ДИСКОВЫХ ТРИЕРАХ-ОВСЮГООТБОРНИКАХ  
НА ЭЛЕВАТОРАХ И МЕЛЬНИЦАХ

(175 - машины и аппараты пищевой промышленности)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

ОНАХТ 06.06.12  
Технологическое иссл

Одесса - 1968

V O O 1593



v001593

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
им. М. В. Ломоносова

Работа выполнена на кафедре „Технологическое оборудование“ Одесского технологического института имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – профессор Л.И.КОТЛЯР.

Официальные оппоненты:

д.т.н., профессор А.М. ДЗЯДЗИО,

к.т.н., ст.научный сотрудник Я.М. ЖИСЛИН.

Автореферат разослан „ 9 ” ноября 1968 г.

Защита состоится „ 20 ” декабря 1968 г. на заседании Ученого совета Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим отзывы в двух экземплярах направлять по адресу: г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112, Технологический институт имени М.В.Ломоносова.

Ученый секретарь

Л.А.ЗАПОРОЖЕЦ



В Программе КПСС указано, что неперенным условием развития и интенсификации производства является постоянное совершенствование его техники и технологии на основе современных достижений науки и передового опыта. Это в полной мере может быть отнесено и к области промышленной переработки зерна.

Технически и экономически рациональное решение народнохозяйственно важной задачи увеличить выработку муки и крупы широкого ассортимента обуславливает необходимость осуществления комплекса мер, направленных на дальнейшее улучшение качества указанных продуктов. К таким мерам следует отнести и существенное повышение эффективности подготовительного сепарирования зерновых смесей для очистки от весьма распространенных и трудно отделяемых засорителей – зерновок овсюга.

Сопоставительное рассмотрение результатов научно-экспериментальных исследований и производственно-технических испытаний различных по принципу действия овсюгоотделителей – ячеистых, фрикционных, гравитационных, аэромеханических, электрических, выполненных во ВНИИЗе, ВНИЭКИ-Продмаше, в ВИМе, ВИСХОМе, ЧИМЭСХе, СибНИИСХе и других учреждениях, убеждает в преимуществах ячеистых сепараторов (триеров).

В рекомендациях Всесоюзной научной конференции по актуальным вопросам технологии современного мукомольного и крупяного производства (октябрь 1966 г.) обращено внимание на целесообразность создания машин, отличающихся как высокой производительностью и эффективностью, так и малогабаритностью.

Поэтому целью предпринятого исследования явилось установление конструктивно-технологических параметров, необходимых для создания высокопроизводительной и эффективной, малогабаритной овсюгоотделительной триерной установки.

Исследование, скоординированное с единственным в СССР изготовителем дисковых триеров - Одесским заводом продовольственного машиностроения - было направлено на решение таких задач:

1. Выбор объекта дальнейшего совершенствования, базирующийся на сопоставительном обзоре и технико-экономической оценке известных триеров, систематизированных по наиболее существенным и практически важным признакам.

2. Выявление неиспользуемых возможностей интенсификации и повышения эффективности рабочего процесса избранных для совершенствования дисковых триеров-овсюгоотборников, основанное на анализе выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также на проведенном производственно-техническом обследовании применяемых триеров мод. ЗТО-5.

3. Обоснование и формулирование основных принципов совершенствования дисковых триеров-овсюгоотборников с последующей экспериментальной проверкой плодотворности этих принципов в лабораторных и полупроизводственных условиях.

4. Разработка методических основ инженерного расчета высокоэффективных, малогабаритных триеров-овсюгоотборников производительностью 5, 10, 15 т/час, необходимых для оснащения поточно-технологических зерноочистительных линий.

5. Технико-экономическая оценка эффективности рекомендуемых способов совершенствования дисковых триеров-овсюгоотборников.

Реферируемая работа изложена на 324 страницах машинописного текста, иллюстрированного 85 рисунками в виде структурно-технологических схем, конструктивных реализаций лабораторных и полупроизводственных испытательных стендов, графических обработок экспериментальных данных, производственных решений различных триерных установок. В списке использованной литературы приведено 152 наименования на русском и иностранных языках.

В первой главе „Краткий обзор и обсуждение результатов исследований эффективности очистки зерна пшеницы от удлинённых засорителей в связи с необходимостью научно-экспериментальной разработки конструктивно-технологических основ проектирования высокопроизводительной, малогабаритной и высокоэффективной триерной установки” определены основные критерии для оценки эффективности ячеистых сепараторов, рассмотрены принципы действия, конструктивно-технологические особенности и технико-экономические показатели большинства известных триеров, проанализированы факториальные и результативные параметры рабочего процесса сепарирования зерновых смесей в дисковом триеро-овсюгоотборнике.

Обсуждение подходов к количественной и качественной оценке эффективности действия триеров, выполненное по работам В.П. Горячкина, М.Н. Летошнева, В.М. Цециновского, Г.М. Левятина, Г.Т. Павловского, С.С. Бакала, И.М. Верховского, Г.М. Прейгерсона, К.Т. Хенкока, Г.В. и В.Г. Ньютонов, В.А. Кубышева, В.Ф. Евдокимова и др., позволило избрать совокупность нижеследующих технологических критериев, базирующихся на материальных балансах исходных и конечных продуктов сепарирования и согласующихся с действующими правилами организации и ведения производственного процесса на зернохранищих и зерноперерабатывающих предприятиях.

1. Для оценки загрузки и транспортирующего действия рабочего органа:

а) массовую подачу в триер исходной зерновой смеси -  $Q$  (кг/час);

б) осредненную напряженность ячеистых поверхностей, суммарная площадь которых  $F_{(я)}$  ( $m^2$ ) -  $q_f$  ( $\frac{кг}{час/1m^2}$ ) =  $\frac{Q}{F_{(я)}}$ .

2. Для оценки сепарирующего действия триера:

а) эффективность выделения зерна ( $E_n = \frac{П_з}{П_n} \cdot 100\%$ ) и овсюга ( $E_c = \frac{C_z}{C_n} \cdot 100\%$ );

б) концентрацию коротких зерновок в выделенных примесях ( $K_{nc} = \frac{H_n}{C_g} \cdot 100\%$ ) и длинных - в выделенном зерне ( $K_{cn} = \frac{H_c}{P_g} \cdot 100\%$ ).

Аналитически связь между указанными критериями такова:

$$E_c = \left[ 1 - \left( \frac{P_n}{C_n} - 1 \right) \cdot E_n \right] \cdot 100\%, \quad K_{nc} = \left( 1 - \frac{1}{E_c} \right) \cdot 100\% \text{ и}$$

$$K_{cn} = \left( 1 - \frac{1}{E_n} \right) \cdot 100\%.$$

Образующиеся продукты сепарирования при этом условно именовали: проходным ( $P$ ) - извлекаемую ячейками короткую фракцию, сходовым ( $C$ ) - длинную. Разность между номинальной и действительной величинами массовой подачи короткого либо длинного зерна именовали недосевами продуктов: проходowego -  $H_n = P_n - P_g$  - либо сходового -  $H_c = C_n - C_g$ .

Перечисленные критерии оценки эффективности технологического процесса, являясь одновременно и критериями его оптимизации, представляют усредненные характеристики соответствующих вероятностей. Применение указанных критериев, комплексно (количественно и качественно) характеризующих реализуемый процесс и продукты разделения, отражает основную особенность процесса сепарирования зерновых смесей по размерным признакам: даже при достаточно существенных различиях последних часть зерновок основной культуры попадает в образующиеся отходы (в сход), а часть зерновок засорителя попадает в проход, снижая таким образом четкость сепарирования.

Произведенный обзор ячеистых сепараторов, различных по принципу действия и конструктивно-технологическим решениям, позволил установить, что технико-экономические показатели даже наиболее совершенных триеров не удовлетворяют указанным требованиям высокой производительности и эффективности при сравнительно малых габаритных размерах.

Для достижения поставленной выше цели в качестве объекта совершенствования избрали дисковый триер-овсюгоотборник. Такой выбор обоснован тем, что дисковый триер при достаточной компактности обладает относительно большой площадью ячеистой поверхности. Последняя, к тому же, используется крайне недостаточно: значение коэффициента использования объема ячеек ее в 2-3 раза ниже, чем у применяемых цилиндрических триеров. Поэтому посчитали, что совершенствование дисковых триеров, базирующееся на интенсификации использования их рабочих поверхностей, может способствовать достижению высокой производительности и эффективности без соответствующего увеличения габаритных размеров установки. Такая возможность исключена для остальных рассмотренных конструкций, в том числе и для наиболее совершенных - цилиндрических триеров, современное развитие которых происходит лишь путем агрегатирования, приводящего к увеличению габаритов.

В связи с поставленными задачами было проведено изучение основных факторов, предопределяющих эффективность рабочего процесса, осуществляемого в дисковом триере-овсюгоотборнике. Это позволило сделать нижеследующие выводы, которые согласуются с работами В.И. Ильченко, Н.Н.Кудрявцева, А.Я.Соколова, А.Б.Лурье, М.А.Теленгатора, П.Н.Мокшина, И.Е. Кожуховского, О. Кеттнера и др.

1. Интенсивность загрузки и режим распределения исходной зерновой смеси по длине дискового триера оказывают существенное влияние на эффективность действия отдельных дисков и их групп.

2. Важным является сочетание технологических и транспортных перемещений зерновой смеси при путевой обработке ее ячеистыми дисками. В связи с этим к факториальным параметрам процесса сепарирования следует отнести скорость продольного перемещения обрабатываемого в триере материала под действием гонков на спицах дисков.

3. Комбинационное и количественное сопряжение дисков с ячейками различных форм и размеров обуславливает

степень приближения к нормируемым требованиям результатов реализуемого процесса.

4. Разделяющее действие и стабильность работы триера существенно зависят от микро- и макрогеометрических параметров ячеистых дисков. Изготовление последних из серого чугуна не способствует реализации технических требований ГОСТ 6813-53 "Триеры дисковые для мельниц и крупных заводов". Поэтому, вследствие забиваемости ячеек, наблюдается значительное несоответствие между действительной и номинальной активной площадью ячеистой поверхности.

5. Выбор технологически рациональных размеров и формы ячеек, кинематических и конструктивно-установочных параметров триера должен быть сообразован с интервальными значениями физико-технологических показателей обрабатываемых зерновых смесей. С последними связана, в частности, геометрия сборно-выводящего комплекта, зависящая от параметров зон выпадения из ячеек длинных и коротких зерновок.

Вторая глава "Основные предпосылки интенсификации рабочего процесса дискового триера-овсюгоотборника" посвящена аналитическим предпосылкам к обоснованию способов интенсификации процесса сепарирования зерновых смесей в дисковых триерах, по технологическому назначению относящихся к овсюгоотделителям.

В отличие от общепринятого определения степени использования ячеистой поверхности, в указанной главе наряду с концентрацией короткого зерна в сепарируемой смеси в рассмотрение введен и загрузочный режим триера - общий и дифференцированный по длине дискового ротора.

Расчетную величину напряженности ячеистой поверхности дискового триера, при неизменной массе 1000 зерновок на воздушно-сухое вещество  $a_{1000}$  (2), определяет выра-

жение:

$$\left( q_{\text{я}} \right)_p = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \lambda \cdot i_{\text{я}} \cdot \frac{N_{\text{я}} \cdot z \cdot n \cdot a_{1000}}{F_{(\text{я})}} \left( \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2 \right), \quad (1)$$

где  $N_{\text{я}}$  - количество ячеек на поверхности ячеистого диска;

$z$  - число дисков в триере;

$n$  - угловая скорость вращения дискового ротора,  $\frac{\text{об}}{\text{мин}}$ ;

$\lambda$  - выраженный в долях единицы коэффициент использования объема ячеек;

$i_{\text{я}}$  - вместимость одной ячейки, оцениваемая числом размещающихся в ней зерновок.

Если принять  $i_{\text{я}} = 2$ ,  $N_{\text{я}} = 3800$ ,  $z = 27$ ,  $n = 55$  об/мин,  $a_{1000} = 40$  г,  $F_{\text{я}} = 10,7 \text{ м}^2$ , то максимально

возможное значение напряженности ячеистой поверхности

$$\left( q_{\text{я}} \right)_p = 2530 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2; \quad \text{это значение, более чем в 5 раз}$$

превосходящее эксплуатационно принятое для триера мод. ЗТО-5, может быть достигнуто при  $\lambda = 1$ .

Однако реально коэффициент  $\lambda$  не может быть выражен однозначно, так как величина его непостоянна по длине триера. Поэтому в работах М.А.Телегатора, Г.Т.Павловского, П.Н. Мокшина и других исследователей приведены лишь статистически осредненные значения  $\lambda$ , которые всегда меньше единицы.

В работах других исследователей (А.Б. Лурье, В.А. Кубышева, Н.Н.Викторовой, В.Ф.Евдокимова) сделаны попытки выразить коэффициент использования объема ячеек только в зависимости от концентрации коротких зерновок в обрабатываемом материале. Указанные авторы, экспериментально определяя при избранных ими условиях степень заполнения ячеек, в дальнейшем принимают ее постоянной.

Учитывая, что степень загруженности дисков и концентрация коротких зерновок в обрабатываемой ими смеси

непостоянны по длине триера, для характеристики использо-  
вания ячеистой поверхности любого ( $i$ -го) диска вместо  
коэффициента  $\lambda$  ввели в рассмотрение коэффициент произ-  
водительного использования ячеистой поверхности  $\mu_i$ :

$$\mu_i = k \cdot \xi_i \cdot a_i, \quad (2)$$

где  $\xi_i = \frac{F_{(з.с.)i}}{F_{(з.с.)}}$  - величина, относительно характеризующая сте-  
пень загрузки  $i$ -го диска зерновой смесью;  
 $F_{(з.с.)}$  и  $F_{(з.с.)i}$  - площадь поперечного сечения слоя обраба-  
тываемого материала, соответствующая предель-  
но допустимому уровню зерна в триере и уров-  
ню в зоне  $i$ -го диска;

$a_i$  - концентрация коротких зерновок в зоне  $i$ -го  
диска;

$k < 1$  - коэффициент, значение которого обуславливает  
вероятность извлечения коротких зерновок. При  
 $\xi_i = 1$  и  $a_i = 1$   $k$  зависит от соотношения  
линейных размеров зерновок и ячеек, кинемати-  
ческих параметров и продольного шага дисков  
 $t_0$  (мм). Для принятых в триере мод.ЗТО-5  
конструктивно-технологических и кинематиче-  
ских параметров  $k = 0,92 - 0,95$ .

Если в зону действия  $i$ -го диска поступает  $Q_i$  ( $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$ )  
обрабатываемого материала, из которого  $\Pi_i$  ( $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$ ) извле-  
кают ячейки этого диска, то

$$F_{(з.с.)i} = \frac{Q_i - \Pi_i}{3600 \cdot (\gamma_0)_i \cdot v_{пр}} \quad (\text{м}^2),$$

где  $v_{пр}$  (м/сек) - средняя скорость продольного перемещения се-  
нарируемой смеси в триере;

$(\gamma_0)_i$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) - объемная масса обрабатываемого материала в  
зоне  $i$ -го диска.

Следовательно, производительность  $i$ -го диска рав-  
на:

$$\Pi_i = (q_{рф})_p \cdot f_{(я)} \cdot \mu_i \quad \left(\frac{\text{кг}}{\text{час}}\right),$$

где  $f_{(я)}$  ( $\text{м}^2$ ) - площадь кольцевой ячеистой поверхности одно-  
го диска.

Опираясь на исследования М.А.Теленгатора и П.Н.Мок-  
шина, принимаем  $v_{пр} = \text{const}$ , а изменения объемной ма-  
сы  $(\gamma_0)_i$ , при распределении исходной смеси на участке  
дискового ротора относительно большой протяженности, -  
практически несущественными. В связи с этим,

$$\Pi_i = \frac{Q_i}{1 + \frac{1}{A \cdot a_i}}, \quad (3)$$

или

$$\frac{Q_i}{\Pi_i} = \left(1 + \frac{1}{A \cdot a_i}\right) > 1, \quad (3a)$$

где  $A$  - величина постоянная при принятых значениях  $(q_{рф})_p$ ,  
 $v_{пр}$ ,  $(\gamma_0)_i$ ,  $k$  и неизменных геометрических  
параметрах диска.

Следовательно,  $\Pi_i$  находится в прямой зависимости  
от  $Q_i$  и  $a_i$ .

Для распределения исходной зерновой смеси на ограни-  
ченное число приемно-рабочих дисков

$$\Pi_i = \frac{A \cdot Q \cdot a_i}{(1 + A a_1)(1 + A a_2) \dots (1 + A a_i)}, \quad (4)$$

где

$$a_i = a_{i-1} [1 - A(1 - a_{i-1})]. \quad (4a)$$

Так как концентрация коротких зерновок в исходной  
смеси  $a_0$  совпадает с  $a_1$ , то выражения (4) и (4a)

имеют смысл при  $i = 1, 2, 3, \dots$ .

Совокупно рассматривая выражения (2) и (4), можно заключить, что указанный распределительный режим не способствует созданию благоприятных условий сепарирования зерновой смеси, характеризуемых возможно большими значениями  $\epsilon_i$  и  $a_i$ . Действительно, для практически полного выделения коротких зерновок значение  $a_i$  должно приближаться к нулю. Одновременное уменьшение величины  $\epsilon_i$  до  $(\epsilon_i)_{\min}$ , соответствующей минимально допустимой высоте порога в окне для выпуска длинных зерновок, также способствует уменьшению значения  $\mu_i$ .

Если приемно-рабочими являются все диски, то значение  $\Pi_i$  записывается в форме (3), где

$$Q_i = Q_1 + \frac{Q_{i-1}}{1 + A a_{i-1}}, \quad (5)$$

$$a_i = \frac{Q_1 a_1 (1 + A a_{i-1}) + Q_{i-1} a_{i-1} (1 + A a_{i-1}) - A a_{i-1} Q_{i-1}}{Q_1 (1 + A a_{i-1}) + Q_{i-1}}. \quad (5a)$$

Осуществление такого распределительного режима создает предпосылки получения высоких значений  $\Pi_i$  по всей длине триера. Эта возможность обусловлена повышенной загрузкой дисков ( $\epsilon_i$ ) и достаточно высокими значениями  $a_i$ .

Поскольку  $\mu_i < 1$ , то рассматриваемый распределительный режим неизбежно приводит к потере с отходами значительного количества короткого зерна. Этот вывод следует из того, что при массовой подаче в зону  $i$ -го диска  $Q_i^n$  (кг/час) подлежащих выделению коротких зерновок невыполнимым является условие  $Q_i^n - \Pi_i = 0$ .

Для практического использования преимуществ рассмотренных распределительных режимов в дисковом триере-осьюгоотборнике целесообразно производить разграничение групп приемно-рабочих и рабочих дисков, находящихся в технологически рациональном соотношении.

Соотношение между линейными параметрами приемно-

рабочей и рабочей зон, определяемыми числом размещенных в них дисков, следует устанавливать с учетом необходимой производительности и эффективности триера. Сказанное означает, что, стремясь использовать максимальное количество дисков в режиме приемно-рабочих, который характеризуют высокие значения  $\mu_i$ , численность рабочих дисков следует определять из условия предельно допустимых потерь основного зерна с отходами.

Судя по рисунку 1а, протяженность рабочей зоны

$$L_p = L - L_{np} \text{ (мм)},$$

где

$$L_{np} = \frac{Q_{np}^n \cdot t_o}{q_{F(np)}^n \cdot f_{(n)}} \text{ (мм)},$$

$Q_{np}^n$  (кг/час) и

$$q_{F(np)}^n \left( \frac{\text{кг}}{\text{час} \cdot \text{м}^2} \right) -$$

соответственно заданные общая и удельная производительность ячеистых поверхностей группы приемно-рабочих дисков по выделению коротких зерновок.

Исходя из условия граничного равновесия зерновок на поверхности слоя А-А (рис.1б), исключая беспрепятственное скольжение их в выпускное окно, и учитывая обозначе-

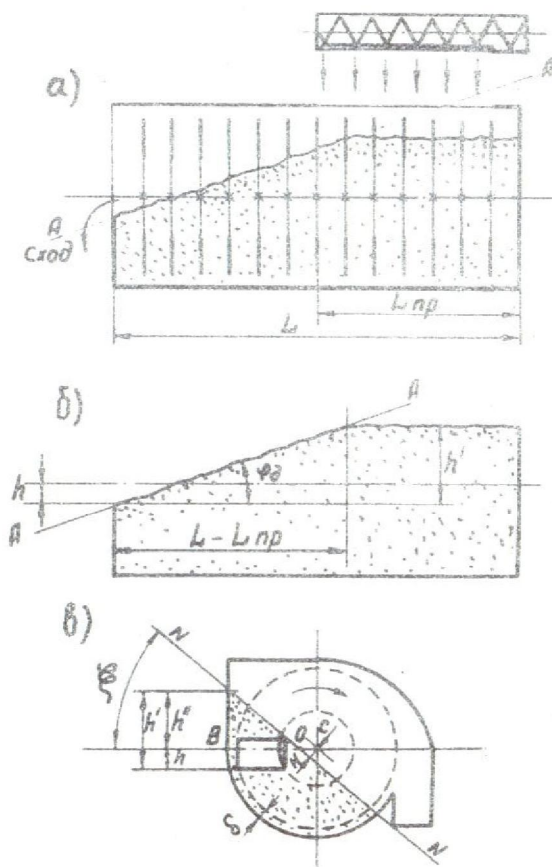


Рис. 1.

ния линейных и угловых параметров продольного и поперечного сечений зернового слоя (рис. 16, в), находим

$$L_p = \left[ (R_n + \delta - \frac{H_{np}}{\sin \xi}) \operatorname{tg} \xi + h \right] \operatorname{ctg} \varphi_g = (P)_p \cdot t_o \text{ (мм)}, \quad (6)$$

где  $R_n$  (мм) – наружный радиус диска;

$H_{np}$  (мм) – радиальное расстояние от оси вращения дисков до свободной поверхности зернового слоя, находящегося в приемно-рабочей зоне;

$(P)_p$  – показатель загрузочно-распределительного режима, численно соответствующий числу рабочих дисков.

Выражение (6) аналитически устанавливает связи между целесообразной протяженностью рабочей зоны  $L_p$ , высотой сливного порога  $h$  и загруженностью приемно-рабочих дисков  $H_{np}$ . Полагая  $H_{np} = \text{const}$ , обнаруживаем, что  $L_p$  находится в прямой зависимости от  $h$ ; наоборот, при  $h = \text{const}$  значение  $L_p$  находится в обратной зависимости от  $H_{np}$ . Таким образом, определение  $L_p$  следует производить с учетом параметров  $h$  и  $H_{np}$ , первый из которых является конструктивно-установочным, а второй находится в зависимости от загруженности приемно-рабочих дисков.

Очевидно, что при таком подходе к определению  $L_p$ , проникновение коротких зерновок в сход все же не исключено. Поэтому вслед за зоной рабочих дисков целесообразно, в отличие от серийно выпускаемых триеров-овсюгоотборников мод. ЗТО-5, расположить контрольную зону, предназначенную для выделения коротких зерновок из концентрата длинных. Наличие такой зоны, способствуя высокозагрузочному режиму сепарирования в предыдущих зонах, обусловит возможность поддержания достаточно высоких значений  $\xi_i$ , а следовательно, и  $\mu_i$ .

Реализация дифференцированного по длине триера загрузочно-распределительного режима обработки зерновой

смеси создаст предпосылки для поддержания в каждой из выделенных зон технологически оптимальных условий сепарирования. Последние возможно охарактеризовать достоверными показателями удельной производительности, которые обеспечивают возможность получения заданной производительности и эффективности триера.

Использование данных о технологически рациональных значениях зональной удельной производительности существенно упрощает последующий расчет дискового триера-овсюгоотборника. Такая возможность практически ценна, поскольку рекуррентные соотношения (3) и (4) допускают лишь ступенчато-последовательный метод вычислений.

По этому методу произведено построение диаграммы производительности отдельных дисков в экспериментальном образце триера модели ЗТО-15М, состоящем из 20 приемно-рабочих и 7 рабочих дисков (сплошная линия на рис. 2).

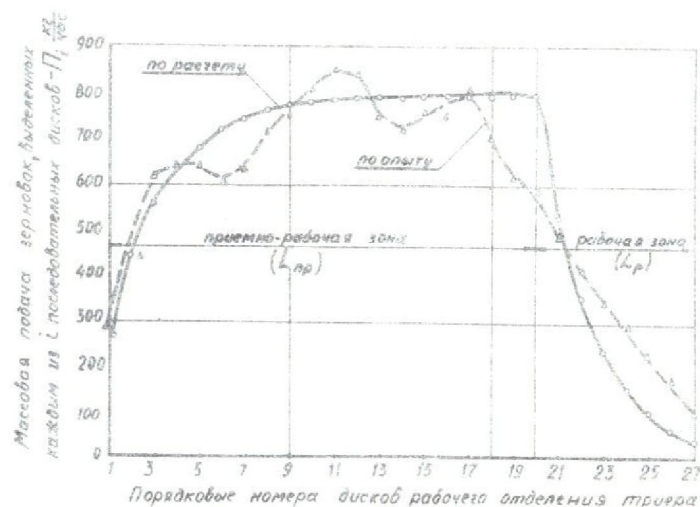


Рис. 2.

Пунктирной линией изображена диаграмма производительности того же триера по данным опыта при технологически оптимальных загрузочном, распределительном и кинематическом

параметрах. Легко видеть достаточно удовлетворительную сходимость результатов расчета и эксперимента.

В третьей главе „Программа и методика экспериментальных исследований“ намечены основные стадии и этапы исследования, разработана программа исследований и описана лабораторная и полупроизводственная техническая база для ее реализации. Приведены методики использования экспериментальных стендов, выбора исходных зерновых смесей и оценки их физико-технологических свойств, а также планирования экспериментов и статистической обработки результатов наблюдений.

Программой экспериментальных исследований было предусмотрено последовательное выполнение нижеследующих взаимосвязанных этапов.

1. Комплексное техническое обследование применяемых дисковых триеров-овсюгоотборников мод. ЗТО-5, направленное на выявление резервов повышения их производительности и эффективности действия. При этом устанавливали влияние кинематического и загрузочно-распределительного режимов на производительность и эффективность каждого из последовательно расположенных дисков; выясняли влияние качества ячеистой поверхности, а также последовательности сопряжения дисков в роторе.

Для проведения указанного обследования на Одесском комбинате хлебопродуктов № 2 был создан стенд, оснащенный загрузочно-транспортирующими и смесительными средствами, устройством для одновременного отбора образцов зерновок, выделенных каждым из 27 последовательно расположенных дисков, а также вариатором скоростей ячеистых дисков.

2. Лабораторные исследования для определения технологически оптимальных кинематического и загрузочного режимов, конструктивных параметров сборно-выводящего комплекта (СВК) и продольного шага ячеистых дисков в роторе.

На лабораторном стенде были созданы условия, позволяющие варьировать число и шаг дисков, применять различные конструктивные варианты СВК (лотковые и безлотковый). Для выполнения траекторных измерений в прямоугольной и полярной системах координат была предусмотрена возможность многокурсного фотографирования объектов исследования.

Определяя параметры междисковых лотков, для нахождения величины угла выпадения коротких зерновок из ячеек использовали уравнения А.Б. Лурье. Решение их произвели на электронной цифровой вычислительной машине „Раздан-2“. Результаты вычислений вполне удовлетворительно согласуются с полученными опытными данными.

На основе траекторных измерений было проведено графоаналитическое исследование, а в последующем и экспериментальное сопоставление эффективности действия дисковых триеров с лотковым и безлотковым сборно-выводящим комплектом.

3. Полупроизводственные исследования экспериментальных образцов малогабаритных триерных установок для оценки предварительно установленных в лабораторных условиях технологически оптимальных параметров триера, а также для обоснования наиболее рационального режима раздачи исходной зерновой смеси и комбинационного сопряжения ячеистых дисков, целесообразного кругового шага гонков (по условиям их транспортирующего действия) и оптимальных значений зональной удельной производительности ячеистой поверхности.

Полупроизводственная экспериментальная установка малогабаритного дискового триера-овсюгоотборника модели ЗТО-М была разработана на основе реализации таких предварительно обоснованных принципов:

1. Создание дифференцированных по длине дискового ротора условий обработки зерновой смеси путем разграничения функционально специализированных зон - приемно-рабочей, рабочей и контрольной.

УС.О 1593

2. Поддержание высокозагрузочного режима, значительно превышающего эксплуатационно применяемый в серийно выпускаемых триерах мод. ЗТО-5.

3. Осуществление рационального загрузочно-распределительного режима, способствующего поддержанию высокозагрузочных условий работы ячеистых поверхностей на участке дискового ротора возможно большей протяженности.

4. Осуществление промежуточного контроля длинной (сходовой) фракции, образующейся в рабочем отделении триера.

5. Оснащение триера рабочими органами, параметры которых назначены с учетом реально складывающихся соотношений в размерах коротких и длинных зерновок, образующих смеси в различных районах страны.

6. Удаление из триера выделенных коротких зерновок, совершающих свободный полет под действием приложенных к ним сил, в условиях безлоткового сборно-выводящего комплекта.

Установка для исследований триера мод. ЗТО-М была создана на базе стендовой установки для технического обследования триера ЗТО-5. Дополнительно в нее включили вибрлотковый расходомер конструкции ВНИИЗ (мод. РВД 2x10), укомплектованный дифференциально-трансформаторным прибором типа ЭПИД-04. Расходомер, предварительно настроенный для регистрации подач в интервале 5-15 т/час, установили для оперативного контроля массовой подачи исходной обрабатываемой смеси.

Экспериментальный триер мод. ЗТО-М (рис. 3) состоит из рабочего 1, накопительного 2 и контрольного 3 отделений. Исходная смесь поступает в рабочее отделение триера посредством винтового питателя 4, равномерно распределяющего обрабатываемый материал между группой приемно-рабочих дисков. Сход дисков рабочего отделения поступает в зону действия ковшового колеса 5, установленного в накопительном отделении. Ковшовое колесо передает указанный материал в контрольное отделение, диски которого предназначены для тщательного выделения зерновок короткой фракции из материала, направляемого в отходы.

Наличие накопительного отделения, исключая возможность свободного перетекания обрабатываемой смеси из рабочего отделения в контрольное, либо наоборот, способствует поддержанию в указанных отделениях оптимальных загрузочных режимов, соответствующих реально складывающимся условиям зональной обработки зерновой смеси.

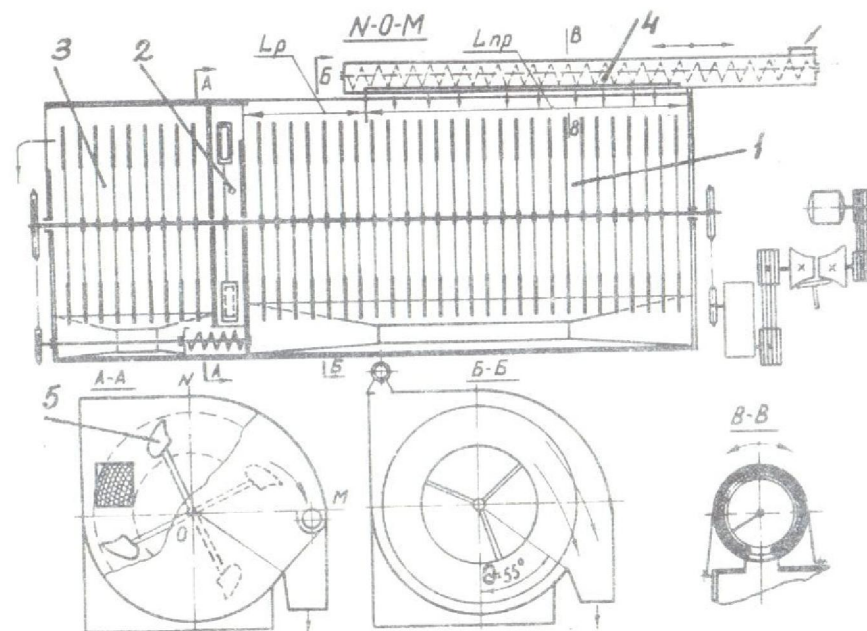


Рис. 3.

Триер допускает экспериментально необходимое изменение кинематических ( $n = 40-80$  об/мин), загрузочных ( $Q = 5-18$  т/час), распределительных ( $(P)_p = 0-12$ ) и установочных параметров (кругового шага гонков  $\tau = 13^{\circ}-43^{\circ}$  и числа дисков в роторе  $\xi = 13-35$ ). Изменение числа дисков производили при реализации различных схем сборки триеров в связи с назначаемой номинальной производительностью их - 5, 10 и 15 т/час.

Экспериментальные исследования проводили используя зерновые смеси, в состав которых входили зерновки корот-

кой фракции - пшеницы - и длинной фракции - овса либо овсюга, доставленных из шести почвенно-климатических зон БССР, РСФСР, Казахской и Узбекской ССР.

В четвертой главе „Обсуждение результатов экспериментальных исследований способов интенсификации процесса сепарирования зерна пшеницы в дисковых триерах-овсюгоотборниках” изложены результаты основных этапов проведенной работы.

1. При обсуждении результатов технического обследования применяемых дисковых триеров-овсюгоотборников мод. ЗТО-Б было установлено, что относительно невысокий уровень технического использования указанных машин

( $q_f \approx 470 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2$ ) предопределяют: а) неудовлетворительное качество рабочих органов - ячеистых дисков; б) нерациональный загрузочно-распределительный режим; в) использование технологически неприемлемых дисков формы Ш-8; г) несогласованность в триере технологических и транспортных перемещений обрабатываемого материала; д) нерациональное устройство СВК; е) несоответствие кинематического режима дискового ротора технологически оптимальному значению  $n = 55$  об/мин.

2. Лабораторные исследования для установления оптимальных конструктивно-технологических, кинематических и загрузочных параметров позволили заключить, что при наружном диаметре ячеистых дисков 630 мм (по ГОСТ 6103-52) оптимальными являются: а) угловая скорость вращения дискового ротора  $n = 55$  об/мин; б) степень загрузки дисков, характеризуемая величиной отношения площади, погруженной в зерно, к их общей площади -  $\rho \leq 47\%$ ; это соответствует осредненному по триеру значению  $q_f = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2$ ; в) установка верхней кромки выдвижного козырька безлоткового СВК -  $\theta = 55^\circ$  (рис. 3); г) расстояние между дисками -  $t$  - в окрестности 54 мм при влажности зерна базисной кондиции  $\sim 15,5\%$ .

Установлено, что при  $n = 55$  об/мин рассеяние производительности рядов ячеек, расположенных на различном расстоянии от оси дисков, является наименьшим; производительность по выделению коротких зерновок при указанном кинематическом режиме близка к технологически оптимальной в широком интервале загрузок. Снижение угловой скорости вращения дисков вызывает уменьшение производительности ячеек; наоборот, повышение ее отрицательно сказывается на четкости сепарирования по показателю  $K_{сп}$ .

Высокие загрузки ( $\rho \approx 47\%$ ), значительно интенсифицируя заполнение ячеек короткими зерновками, способствуют, вместе с тем, рациональному изменению геометрии зоны выпадения коротких зерновок, особенно, неустойчиво расположенных в ячейках (по две либо по три в одной ячейке). Сказанное относится лишь к реальным условиям сопряжения дисков, смежные ячеистые поверхности которых оказывают взаимное влияние на траекторию полета выделяемых зерновок. Этот вывод методически важен, поскольку он указывает на недостоверность исследования загрузочных режимов с использованием одиночных (изолированных) дисков.

Показано, что безлотковый СВК при  $\theta = 55^\circ$  не уступает наиболее совершенным конструкциям лоткового исполнения и отличается, к тому же, простотой устройства.

3. Исследования полупроизводственного образца малогабаритного дискового триера-овсюгоотборника мод. ЗТО-М подтвердили плодотворность изложенных выше принципов, принятых в качестве основополагающих для совершенствования дисковых триеров-овсюгоотборников. Были сделаны выводы, практически важные для формулирования технологического задания на конструирование малогабаритного триера: а) оптимальный распределительный режим должен соответствовать значению  $(\rho)_p = 7$ ; б) целесообразен круговой шаг гонков в интервале  $\tau = 23^\circ - 33^\circ$ ; в) рационально оснащение триера дисками с ячеистой поверхностью формы Ш-8 по ГОСТ 6103-52.

Реализация указанных параметров привела к существенной интенсификации процесса сепарирования: при  $E_c \geq 70\%$ ,

$K_{nc} \leq 5\%$  достигнута удельная производительность ячеистой поверхности приемно-рабочих, рабочих и контрольных дисков -  $q_{F(np)}^n$ ,  $q_{F(p)}^n$  и  $q_{F(k)}^n$  - соответственно  $1610 \pm 15$ ,  $1060 \pm 50$  и  $290 \pm 95$  ( $\frac{кг}{час} / 1 м^2$ ).

В пятой главе "Использование результатов научно-экспериментального исследования при расчете и конструировании триеров-овсюгоотборников" изложена методика технического расчета малогабаритных дисковых триеров-овсюгоотборников, базирующаяся на приведенных выше значениях зональной удельной производительности. Проведено обсуждение результатов производственно-технологической проверки приемлемости разработанной методики применительно к расчету триеров мод. ЗТО-М производительностью 5, 10 и 15 т/час. Показано использование результатов исследования при создании комбинированного триера-овсюгоотборника мод. ТКО-15. В заключение главы приведена технико-экономическая оценка приемлемости рекомендаций, базирующихся на результатах исследования.

Предложенная методика расчета позволяет по заданной производительности триера -  $Q$  (кг/час) для каждой из технологически обозначенных зон определять потребное количество дисков - приемно-рабочих ( $Z_{np}$ ), рабочих ( $Z_p$ ) и контрольных ( $Z_k$ ):

$$Z_{np} \approx \frac{2,5 Q(a-0,01b) - 7 q_{F(p)}^n}{q_{F(np)}^n}, \quad (7)$$

$$Z_{np} + Z_p \approx \frac{2,5 Q(a-0,01b) + 7 [q_{F(np)}^n - q_{F(p)}^n]}{q_{F(np)}^n}, \quad (8)$$

$$Z_k \approx \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot b \cdot Q}{q_{F(k)}^n}. \quad (9)$$

Учитывая массовую подачу коротких зерновок, подлежащих выделению дисками контрольной зоны ( $Q_k^n$ ), в расчет триера, помимо приведенных в гл. 1У значений удельной

производительности, введена относительная величина

$B (\%) = \frac{Q_k^n}{Q} \cdot 100 = 3,5 - 6,8\%$ . Зная возможную область применения рассчитываемого триера, следует учитывать и ориентировочные данные об относительном содержании зерновок пшеницы в исходной смеси ( $a$ ).

В табл. 1 приведены данные о количестве дисков в триерах мод. ЗТО-М и их распределении по зонам, вычисленные по (7), (8), (9) с учетом практически наблюдаемого колебания массовой подачи исходной зерновой смеси.

Таблица 1

Производительность триера мод.ЗТО-М (т/час)	Общее количество ячеистых дисков (шт)	Распределение дисков по зонам		
		приемно-рабочей	рабочей	контрольной
5	4 - 6	4	7	3
10	8,5 - 11,5	12	7	5
15	13,5 - 18,5	20	7	7

Стандовые испытания экспериментальных образцов триеров, указанных в табл. 1 моделей, и опытно-промышленного образца триера мод. ЗТО-5М подтвердила приемлемость принятой методики расчета и обоснованность экспериментально и расчетно установленных конструктивно-технологических и нагрузочных параметров. В указанных интервалах загрузки триеров процесс сепарирования различных по составу зерновых смесей протекал достаточно стабильно при эффективности, превышающей нормативную:  $E_c = 82 - 82\%$ ,  $K_{nc} = 0,0 - 0,3\%$ . Удельная энергоемкость -  $W_{уд}$  - составляла  $0,34 - 0,48$  ( $\frac{кВт \cdot м^2}{т}$ ), причем меньшие значения  $W_{уд}$  характерны для триеров большей производительности.

Результаты исследования дисковых триеров были использованы для создания дисково-цилиндрического триера

мод. ТКО-15. Рабочими органами такого комбинированного триера являются ячеистый цилиндр и эксцентрично встроенный в него дисковый ротор, таким образом скомпонованные для параллельно-последовательной работы во взаимовлияющих режимах.

Испытания экспериментального образца триера ТКО-15 показали, что при устойчивой производительности 15 т/час и

$$q_F \approx 850 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2 - E_c = 90\%, K_{nc} \leq 5\%.$$

Достижимая производительность и эффективность в сочетании со сравнительно малой повреждаемостью зерновок, оцениваемой по энергии прорастания и всхожести, позволяют определить семяобрабатывающие предприятия как целесообразную область производственного применения триера ТКО-15.

Технико-экономическая оценка приемлемости рекомендаций, базирующихся на результатах исследования, произведена по величине народнохозяйственной экономии денежных средств, связанной с внедрением малогабаритных дисковых триеров-овсюгоотборников мод. ЗТО-М производительностью 5, 10 и 15 т/час: годовая экономия в сферах изготовления и эксплуатации указанных триеров составляет согласно расчету 256 тыс.рублей.

В шестой главе „Исследование возможности интенсификации процесса очистки зерна пшеницы от удлиненных засорителей в дисковых триерах путем совершенствования их рабочих органов - ячеистых дисков” на базе обзора различных направлений совершенствования ячеистых дисков сформулирована задача о выборе материалов, перспективных для изготовления указанных изделий. Изложены содержание, методика и результаты экспериментальных исследований и эксплуатационных наблюдений.

Учитывая, что сопротивляемость ячеистых поверхностей истирающему воздействию зернового материала существенно влияет на эффективность и стабильность работы триера, было поставлено изучение интенсивности изнашивания полимерных, стеклокристаллических и керамических материалов на лабо-

раторных машинах трения.

Степень соответствия условий изнашивания на лабораторных машинах и в зерновом материале оценивали по соотношению относительных износов испытываемых материалов в указанных условиях. Наибольшее соответствие, как выяснилось, достигается при абразивном изнашивании (микрорезании) на машине типа Шоппер, которую и применяли в последующих исследованиях.

Результаты изучения указанных выше материалов и сравнительная оценка их технологичности, а также совокупные исследования эффективности и износостойкости дисков с экспериментальными ячеистыми поверхностями из первичного капрона и керамики уралит, позволили избрать для практического применения диски с капроновой ячеистой поверхностью. Эта поверхность, изготовленная методом литья под давлением в одногнездовую прессформу, была длительно опробована в зерноочистительном отделении мельницы Одесского комбината хлебопродуктов № 1. Эксплуатационные наблюдения за кинетикой изнашивания показали, что стабильно высокое качество капроновой поверхности обуславливает практически полную незабываемость ячеек и более высокую, сравнительно с чугуновой поверхностью, работоспособность. На протяжении 11 месяцев непрерывной эксплуатации экспериментальные диски по эффективности выделения коротких зерновок не уступают неизношенным (новым) дискам из чугуна.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Известные уравнения сепарирования зерновых смесей в дисковых триерах и базирующиеся на них методики инженерных расчетов опираются на нереальные (найденные без учета распределительно-загрузочных параметров) значения степени использования ячеистой поверхности; поэтому они не отражают в достаточной мере физическую сущность осуществляемого процесса. Важнейшим условием реального подхода к изучению последнего должен явиться учет действительных условий обработки зерновых смесей ячеистыми

поверхностями по длине рабочего органа.

Предложенная в работе методика определения коэффициента использования ячеистой поверхности каждого диска по значению  $\mu_i = k \cdot \xi_i \cdot a_i$ , существенно устраняя указанный недостаток, направлена на выявление резервов интенсификации процесса сепарирования зерновых смесей в дисковом триере.

2. Расчетно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность реализации высокозагрузочного режима действия дискового триера, при котором существенно интенсифицируется выделение коротких зерновок.

Предложен и опробован в стендовых и полупроизводственных условиях дифференцированный по длине триера режим обработки зерновых смесей, достигаемый при  $\beta \leq 47\%$ ,

$(P)_p = 7$  и членении дискового ротора триера на технологически и конструктивно взаимосвязанные зоны: приемно-рабочую, рабочую и контрольную. Определение параметров этих зон возможно посредством полученных рекуррентных соотношений, допускающих ступенчато-последовательный метод расчета.

Плодотворность указанного подхода подтверждена и технологическими испытаниями экспериментальных и опытно-промышленных образцов малогабаритных дисковых триеров-овсюгоотборников мод. ЗТО-М производительностью 5, 10 и 15 т/час. Устойчиво достигнутая напряженность суммарной ячеистой поверхности в окрестности  $1150 \frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1 \text{ м}^2$  примерно в 2,5 раза превышает эксплуатационно применяемую в дисковом триере мод. ЗТО-5.

3. При размерах дисков по ГОСТ 6103-52 технологически оптимальное значение угловой скорости вращения ячеистого ротора соответствует  $n = 55$  об/мин. Отклонения значения  $n$  от указанного обуславливают ухудшение эффективности триера: при  $n < 55$  об/мин происходит не только снижение интенсивности выделения коротких зерновок, но и увеличение их содержания в отходах (возрастает значение  $K_{nc}$ ); при  $n > 55$  об/мин понижается чистота выделен-

ной короткой фракции (возрастает значение  $K_{cn}$ ).

4. Применяемая в серийных триерах мод. ЗТО-5 последовательная установка десяти приемно-рабочих дисков с ячейками формы Ш-8 и семнадцати рабочих - с ячейками формы Ш-9 технологически неоправдана при реально складывающихся размерах коротких и длинных зерновок, образующих смеси в различных районах страны.

Для высокоэффективного сепарирования зерновых смесей, в условиях реализации дифференцированного путевого воздействия на обрабатываемую смесь, триер целесообразно укомплектовывать дисками с ячейками формы Ш-8 по ГОСТ 6103-52.

5. В дисковом триере для достижения высокой пропускной способности и наиболее полного разделяющего действия целесообразно рациональное согласование транспортных и технологических перемещений обрабатываемой зерновой смеси.

Соотношение между указанными перемещениями предопределяет взаимная ориентация гонков, установленных на спицах смежных дисков, оцениваемая величиной кругового шага (смещения) -  $\tau$  (град).

Экспериментально установлено, что оптимальные значения  $\tau$  находятся в интервале  $23^\circ - 33^\circ$ . Меньшие значения  $\tau$ , снижая скорость продольного перемещения смеси -  $v_{np}$ , приемлемы в условиях повышенных требований к четкости сепарирования (оценка по  $K_{nc}$ ); большие значения  $\tau$ , повышая  $v_{np}$ , обуславливают меньшее содержание длинных зерновок в очищенном материале (оценка по  $K_{cn}$ ).

6. Графоаналитическое исследование и экспериментальное сопоставление эффективности действия дисковых триеров с лотковым и безлотковым сборно-выводящим комплектом (СВК) приводит к заключению, что второй СВК, значительно упрощая конструкцию и технологию изготовления триера, не уступает первому по полноте сбора и вывода коротких зерновок при установке передней кромки кожуха под углом  $\theta = 55^\circ$ .

7. При указанных значениях кинематических и конструктивно-установочных параметров ( $n = 55$  об/мин;  $\theta = 55^\circ$ ;  $t = 54$  мм;  $(P)_p = 7$ ;  $\tau = 23^\circ - 33^\circ$ ; форме ячеек дисков - Ш-8) определены технологически оптимальные значения зональной удельной производительности приемно-рабочих, рабочих и контрольных дисков  $q_{F(\theta p)}^n$ ,  $q_{F(p)}^n$ ,  $q_{F(\kappa)}^n$  - соответственно  $1610 \pm 15$ ,  $1060 \pm 50$ ,  $290 \pm 95$  ( $\frac{\text{кг}}{\text{час}} / 1\text{м}^2$ ).

Эффективность сепарирования выше нормативной ( $E_c > 70\%$ ,  $K_{nc} < 5\%$ ) не только при номинальном нагрузочном режиме, но и при эксплуатационно наблюдающихся отклонениях.

8. Технологические испытания опытно-промышленного образца триера модели ЗТО-5М и экспериментальных образцов мод. ЗТО-10М и ЗТО-15М, проведенные на Одесском комбинате хлебопродуктов № 2, подтвердили приемлемость разработанной методики расчета малогабаритных дисковых триеров-овсюгоотборников, основанной на использовании технологически оптимальных значений зональной удельной производительности.

9. Сопоставительные лабораторные и производственные исследования абразивостойкости и технологичности полимерных, стеклокристаллических и керамических материалов позволили заключить, что наиболее приемлемым для изготовления ячеистых поверхностей дисков является первичный капрон.

10. Принципы, принятые в качестве основы для интенсификации рабочего процесса дискового триера, оказались достаточно плодотворными при технологически и конструктивно рациональном сопряжении дискового и цилиндрического рабочих органов, выполненном в комбинированном триере-овсюгоотборнике мод. ТКО-15. Реализация взаимовлияющего режима параллельно-последовательной обработки зерновой смеси указанными рабочими органами обеспечивает высокую производительность и эффективность сепарирования.

11. Произведенный технико-экономический расчет возможной эффективности малогабаритных дисковых триеров подтверждает целесообразность их внедрения в народное хозяйство.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано автором и в соавторстве в статьях, сообщениях и в описаниях изобретений к авторским свидетельствам.

## 1. Публикации в печати

1. К исследованию оптимального технологического режима дискового триера-овсюгоотборника. Тезисы докладов на XXVIII научной конференции Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова, Одесса, 1966.

2. Модернизация дисковых триеров. Сборник „Хранение и переработка зерна“, № 10. ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1966.

3. Исследование дискового триера (овсюгоотборника). Тезисы докладов на Всесоюзной научной конференции по актуальным вопросам технологии современного мукомольного и крупяного производства. Госкомзаг СССР и ВНИИЗ, 1966.

4. Исследование износостойкости материалов для изготовления ячеистых дисков триеров. Сборник „Хранение и переработка зерна“, № 1. ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1967.

5. Исследование дискового триера (овсюгоотборника). Труды Всесоюзного научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки, вып. 61-62, 1967.

6. Комбинированный триер-овсюгоотборник ТКО-15. Сборник „Хранение и переработка зерна“, № 3. ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1968.

7. Влияние размеров ячеек и последовательности расположения ячеистых дисков триеров-овсюгоотборников на качество очистки. Сборник „Хранение и переработка зерна“, № 6. ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1968.

8. Повышение долговечности и технологической эффективности дисковых триеров. Тезисы докладов на Всесоюзной научно-технической конференции по повышению износостойкости и срока службы оборудования пищевой промышленности, часть 1. ЦНИИТЭЛегпищемаш, 1968.

9. Оптимальный загрузочный режим дискового триера-овсюгоотборника. Сборник „Хранение и переработка зерна“, № 8. ЦИНТИ Госкомзага СССР, 1968.

II. Описания изобретений к авторским свидетельствам, выданным Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР

10. Триер. Авторское свидетельство № 181430, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“. № 9, 1966.

11. Триер. Авторское свидетельство № 187439, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“, № 20, 1966.

12. Триер. Авторское свидетельство № 190133, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“, № 1, 1967.

13. Питатель для триеров. Авторское свидетельство № 207584, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“, № 2, 1968.

14. Лопастный триер. Авторское свидетельство № 209126, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“, № 4, 1968.

15. Цилиндрический триер. Авторское свидетельство № 223515, класс 45е, 7/44. Бюллетень „Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки“, № 24, 1968.

16. Комбинированный триер (заявка № 1181677/30-15 с приоритетом от 28/У111-1967 г. класс 45е, 7/44, решение о выдаче авторского свидетельства от 1/111-1968 г.).

17. Дисковый триер (заявка № 1167881/30-15 с приоритетом от 21/У1-1967 г., класс 45е, 7/44, решение о выдаче авторского свидетельства от 5/У-1968 г.).

III. Сообщения на научных конференциях, заседаниях Технических советов и производственно-технических совещаниях

18. Научные конференции Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова: XXVIII (апрель 1966 г.), XXIX (май 1967 г.).

19. Всесоюзная конференция по актуальным вопросам технологии современного мукомольного и крупяного производства (г. Москва, октябрь 1966 г.).

20. Всесоюзное научно-техническое совещание „Пути совершенствования технологических процессов переработки зерна в муку“, созванное Государственным комитетом заготовок Совета Министров СССР и Центральным правлением НТО элеваторной, мукомольной и крупяной промышленности (г. Днепропетровск, октябрь 1966 г.).

21. Производственно-техническое совещание, созванное секцией механизации Одесского областного НТО элеваторной, мукомольной и крупяной промышленности (г. Одесса, ноябрь 1966 г.).

22. Технический совет Одесского завода продовольственного машиностроения (г. Одесса, январь 1967 г.).

23. Расширенное заседание Совета НТО Одесского завода продовольственного машиностроения (г. Одесса, февраль 1968 г.).

24. Всесоюзная научно-техническая конференция по повышению износостойкости и срока службы оборудования пищевой промышленности (г. Киев, сентябрь 1968 г.).