

На правах рукописи



Альшинайин Хайдер Джамил Джабер

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ
ПРОЦЕССА ТРИЕРНОЙ ОЧИСТКИ ЯЧМЕНЯ ОТ КОРОТКИХ
ПРИМЕСЕЙ**

Специальность: 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Мичуринск-Наукоград РФ, 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (ФГБНУ ВНИИТиН)

- Научный руководитель:** доктор технических наук
Анашкин Александр Витальевич
- Официальные оппоненты:** **Гиевский Алексей Михайлович** доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей, профессор
Бойко Андрей Александрович кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», кафедра «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования», доцент
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Защита состоится 29 июня 2022 года в 12 часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.179.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» по адресу: 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, корпус 1, зал заседаний диссертационных советов, тел./факс (47545) 9-44-12, E-mail: dissov@mgau.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и на сайте www.mgau.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak.ed.gov.ru.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием индекса, почтового адреса, телефона, электронной почты и сайта организации, фамилии, имени, отчества лица, подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан « ___ » _____ 2022 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Николай Владимирович Михеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Одним из важнейших технологических процессов при производстве зерна является послеуборочная очистка зерновых смесей от примесей. Качество процесса очистки зерна определяется величиной потерь зерна основной культуры и его остаточной засоренностью. Государственными стандартами предъявляются высокие требования к качеству зерна и семян по показателю содержания сорной примеси. Для разных категорий семян зерновых культур содержание семян сорняков нормируется в количестве от 3 до 70 шт./кг. При наличии в зерносмеси таких трудноотделимых примесных компонентов, как овсюг, куколь, гречишка вьюнковая и зерновой примеси в виде колотых зерновок основной культуры, добиться высоких показателей качества зерна и семян по остаточной засоренности без применения триерной очистки не представляется возможным. Вместе с тем, в зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ, применяемых в условиях сельскохозяйственных предприятий, подавляющее большинство триерных блоков выведено из эксплуатации из-за несогласованности технологических процессов в кукольном и овсюжном триерных цилиндрах, работающих последовательно в триерном блоке. В литературных источниках нет необходимой информации о закономерностях взаимосвязей качества процессов триерной очистки зерносмесей с настроечными и режимными параметрами. Особенно мало данных по процессам триерной очистки ячменя, составляющего существенную долю в структуре производства продукции растениеводства, что обуславливает актуальность исследований динамики выделения коротких примесей из ячменя с помощью ячеистых поверхностей.

Степень разработанности темы. Многие учёные посвятили свои работы изучению вопросов совершенствования технологий и технических средств послеуборочной обработки зерна, а также получения качественного семенного материала. Аналитическое описание процессов сепарации отражено в работах В.П. Горячкина, М.И. Летошнева, Г.Т Павловского, Лурье А.Б., И.П. Сычугова, А.П. Тарасенко, В. И. Анискина, Г.Д. Терскова, А.Н. Зюлина, Ю.И. Ермольева, В.М. Дринчи, А.И. Буркова, А.М. Гиевского, В.Д. Олейникова, А.А. Бойко, В.С.Быкова, В. М. Халанского, В.М. Карпенко и других учёных.

Проблематике очистки зерна триером посвящены работы М.И. Летошнева, А.И. Буркова, В.М. Дринчи, А.П. Тарасенко, Тишанинова Н.П., Анашкина А.В. Коврикова И.Т. Пивень В.В., Уманской О.Л. Постниковой М.В., Янукова Н.В. Авторами изучены процессы выделения примесей, отличающихся от зерен основной культуры длиной. Ими отмечается высокая эффективность и сравнительно небольшая энергоёмкость процесса сепарирования зерносмесей триерами.

Цель работы: повышение качества очистки ячменя от коротких примесей.

Задачи исследований:

– обосновать конструктивно-технологические режимы и параметры экспериментального стенда и прибора для исследований процессов триерной

очистки зерна;

- выполнить анализ делимости ячменя и коротких примесных компонентов по размерным признакам;
- изучить физико-механические свойства компонентов исследуемых зерносмесей;
- установить взаимосвязи качества очистки ячменя от коротких примесей с режимами работы и настроечными параметрами триера;
- обосновать рациональные параметры и режимы процесса триерной очистки ячменя от коротких примесей;

Объект исследований. процесс разделения компонентов зерносмесей с помощью ячеистых поверхностей.

Предмет исследований – закономерности изменения показателей качества процесса очистки ячменя в зависимости от режимов работы и настроечных параметров триера.

Научная новизна работы:

- прибор для определения угла естественного откоса сыпучего материала, позволяющий повысить достоверность измерений;
- уточненные результаты исследований угла естественного откоса зерновых материалов;
- закономерности выделения колотых зерновок ячменя, семян вики, сорго и гречишки вьюнковой из зерносмеси;
- взаимосвязь технологических потерь и степени выделения коротких примесей из ячменя с режимом работы и настроечными параметрами триера.

Теоретическая и практическая значимость.

На основании анализа размерных характеристики зерновок ячменя и коротких примесных компонентов оценены последствия их разделения с помощью решетчатых и ячеистых поверхностей. Определено вероятное качество процесса и потери полноценного зерна в отходы с учетом полноты выделения примесных компонентов.

Использование обоснованных рациональных режимных и настроечных параметров триера при очистке ячменя от коротких примесей позволит обеспечить снижение потерь полноценного зерна и остаточной засоренности семян, что повышает эффективность использования зерноочистительных технологий.

Методология и методы исследований. Теоретические исследования выполнялись в соответствии с известными законами механики насыпных грузов, теории цилиндрических триеров, классической механики. Экспериментальные исследования процессов триерного разделения зерносмесей и физико-механических свойств зерновых сыпучих материалов проводились в лабораторных условиях ФГБНУ ВНИИТиН с помощью существующего и разработанного стендового и приборного оборудования в соответствии с общепринятыми и разработанными частными методиками. Обработка экспериментальных данных выполнялась методами математической статистики с применением ПЭВМ.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается: большим объемом результатов экспериментальных исследований, обеспечением высокой воспроизводимости условий опытов, со-

поставимостью их результатов с результатами теоретического анализа; использованием современных приборов и оборудования; апробацией разработок.

Положения, выносимые на защиту:

- уточненные результаты исследований угла естественного откоса зерновых материалов, полученные с помощью разработанного прибора;
- закономерности процессов триерного разделения зерносмесей: динамика и качество выделения колотых зерновок ячменя и коротких примесных компонентов из зерносмеси;
- закономерности изменения технологических потерь и степени выделения колотых зерновок ячменя из зерносмеси во взаимосвязи с частотой вращения цилиндра и угловым положением выводного лотка;
- рациональные технологические режимы и параметры процесса триерной очистки ячменя от коротких примесей.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертации доложены и одобрены на международных, всероссийских научно-практических конференциях: «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт» / 3-я международная научно-практическая конференция института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2016; «Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем» / Международная научно-практическая конференция, 8 февраля 2019 г. – Оренбург, ОГАУ; «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для АПК» / XX международная научно-практическая конференция, 26-27 сентября 2019 г. – Тамбов, ФГБНУ ВНИИТиН; «Всероссийская национальная научно-практическая конференция, посвящённая 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина», 12-13 ноября 2019 г. – Рязань, РГАТУ; «АПК XXI века образование инновации перспективы» / 71-я Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, 19-21 марта 2019 г. – Мичуринск, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ; «Современная наука: теория, методология, практика» / III Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, 13-14 апреля 2021 г. – Тамбов, ТГТУ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 23 научных работы, в том числе 2 в журналах индексируемых в международной базе данных Scopus, 11 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных положений диссертационных исследований, 2 в описании патентов, 6 в материалах конференций, 2 в других научных изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5-ти разделов, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 199 страницах машинописного текста, включает 75 рисунков, 66 таблиц и 3 приложения. Список литературы содержит 157 наименований, в том числе 12 на иностранном языке.

Соответствие паспорту специальности. Материалы диссертации соответствуют паспорту специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства: п. 7 «Разработка методов оптимизации конструкцион-

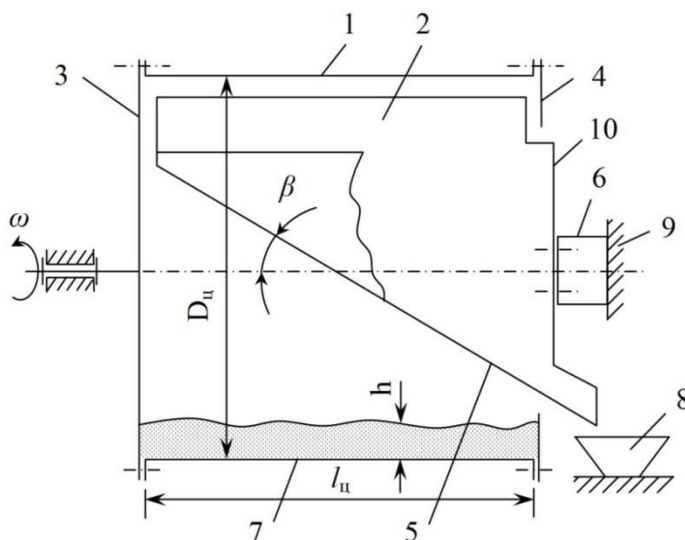
ных параметров и режимов работы технических систем и средств в растениеводстве и животноводстве по критериям эффективности и ресурсосбережения технологических процессов», п. 10 «Разработка и совершенствование методов, средств испытаний, контроля и управления качеством работы средств механизации производственных процессов в растениеводстве и животноводстве».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** приведена краткая характеристика рассматриваемой темы, обоснована актуальность исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту, сформулированы цель и задачи исследований.

В **первой главе** «Состояние вопроса» проанализирован уровень производства сельскохозяйственных культур в республике Ирак. Установлено, что наибольшее распространение имеют зерновые культуры, среди которых около 20% занимает ячмень. Проанализированы способы очистки зерна и этапы развития зерноочистительной техники с 1930 года по настоящее время. Дана оценка эффективности одной из наиболее распространенных зерноочистительных технологий в Ираке. Выполнен анализ исследований процессов триерной очистки зерносмесей, конструкций стендов и приборов, сформулирована цель и задачи исследований.

Во **второй главе** «Теоретический анализ способов и средств разделения



1 – ячеистый цилиндр; 2- лоток; 3 – приводной диск; 4 – блокирующее кольцо; 5 – наклонное днище лотка; 6 – кронштейн; 7 – зерносмесь; 8 – емкость; 9 – рама; 10 – торцевая стенка лотка

Рисунок 1 – Схема прибора для исследований процессов триерной очистки

зерносмесей по размерным признакам частиц» обоснованы конструктивно-технологические схемы прибора и стенда, их основные режимные и конструктивные параметры. На рисунке 1 представлена конструктивная схема прибора для исследований ячеистых поверхностей с непрерывным отводом выделенных частиц из сегмента единичной длины. Величины диаметра $D_{ц} = 0,3$ м и длины цилиндра $l_{ц} = 0,3$ м, при которых угол наклона днища лотка составляет $\beta = 30^{\circ}$.

Интервальная по времени оценка масс потока позволяет определить динамику процесса при различных значениях массы

пробы ($m_{п}$) и исходной засоренности ($Z_{и}$).

Прибор работает следующим образом. В ячеистый цилиндр 1 посредством воронки загружают зерносмесь 7 массой $m_{п}$ и разравнивают вдоль него. Включают приводной диск 3. Примесные частицы из контактирующего слоя захватываются ячейками и подаются в лоток 2, присоединенный торцевой стенкой 10 к кронштейну 6, закрепленному на раме 9. Выделенные примесные ча-

стицы скатываются по наклонному днищу 5 лотка 2 в емкость 8. По окончании опыта привод отключают, блокирующее кольцо 4 снимают и опрокидыванием выгружают зерновки основной культуры в дополнительную емкость.

При изменении размеров ячеистого цилиндра 1 необходимо выполнить условие кинематического подобия процесса – сохранения условий захвата и выброса примесных частиц в лоток 2:

$$K_p = \omega^2 R/g = \text{const}, \quad (1)$$

где K_p – коэффициент кинематического режима;

ω – угловая скорость ячеистого цилиндра, рад/с;

R – радиус цилиндра, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Ячеистый цилиндр с $R_{ц} = 0,3$ м обеспечивает эффективное выделение примесного компонента при $\omega = 4,2$ с⁻¹ (40 об/мин), когда $K_p = 0,73$. Аналогичные условия протекания процесса, когда $R_{ц} = 0,15$ м, согласно уравнению (1) обеспечивается при $\omega = 5,86$ с⁻¹ (56 об/мин). Угол охвата сегмента $\alpha = 90 \dots 117^\circ$ в зависимости от ω и $m_{п}$.

Высота сегмента (h) зависит от α , $\ell_{ц}$, $R_{ц}$, $m_{п}$, ρ и коэффициента разуплотнения сегмента ($K_{рс}$) за счет циркуляции слоев зерновок в нем при отсутствии отрыва частиц из-за преобладания гравитационной составляющей. Высота сегмента может быть определена по уравнению:

$$h = m_{п} / \alpha R_{ц} \ell_{ц} \rho K_{рс}, \quad (2)$$

где ρ – насыпная плотность зерносмеси, кг/м³.

При значениях массы проб $m_{п} = 1; 1,5; 2$ кг и величин $\rho = 750$ кг/м³ и $K_{рс} = 0,78$, значения h соответственно будут: $h_1 = 24,2$ мм; $h_2 = 36,3$ мм; $h_3 = 48,4$ мм. Поэтому блокирующее кольцо с внутренним радиусом $r_k = 0,09$ м, когда $R_{ц} - r_k > h_3$, надежно предотвращает самопроизвольное истечение зерносмеси из ячеистого цилиндра.

Для анализа динамики разделения зерносмесей необходимо определить число циркулирующих слоев в сегменте и число частиц (основной культуры и примесного компонента) в контактирующем слое при различных значениях $m_{п}$, h , и $Z_{и}$. В качестве примесного компонента приняты зерновки проса с массой тысячи зерновок $m_{1000пр} = 0,007$ кг. Диапазон исходной засоренности принят $Z_{и} = 1 \dots 3\%$.

С учетом вышеизложенного число слоев в сегментах при различных $m_{п}$ будет $n_{сл} = h/b$ (b – средний поперечный размер зерновок основной культуры – 3,07 мм):

$$\begin{cases} m_{П1} = 1 \text{ кг}; h_1 = 24,2 \text{ мм}; n_{сл1} = 7,9 \text{ шт}; \\ m_{П2} = 1,5 \text{ кг}; h_2 = 36,3 \text{ мм}; n_{сл2} = 11,8 \text{ шт}; \\ m_{П3} = 2 \text{ кг}; h_3 = 48,4 \text{ мм}; n_{сл3} = 15,8 \text{ шт}. \end{cases} \quad (3)$$

Расчетные значения $n_{сл}$ нельзя округлять до целых чисел, так как это будет исказить расчетные значения числа частиц примесного компонента в контактирующих слоях.

Число зерновок основной культуры в контактирующих слоях будет:

$$n_{сл} = S_c \cdot n_{зпш} = \alpha \cdot R_u \cdot l_u \cdot n_{зпш} = 3168 \text{ шт}, \quad (4)$$

где S_c - площадь контактирующего слоя, м²;

$n_{зпш}$ - число зерновок, приходящихся на 1 м² $n_{зпш} = 44840$ шт/м², шт/м².

Масса контактирующего слоя:

$$m_{сл} = n_{сл} \cdot m_{1000 пш} / 1000 = 126,7 \text{ г}, \quad (5)$$

где $m_{1000 пш}$ - масса 1000 зерновок (40 г), г.

Тогда масса ($m_{пр}$) и число примесных частиц ($n_{пр}$) в контактирующих слоях при различных значениях Z_{II} будут:

$$\begin{cases} Z_{II1} = 1\%; & m_{пр1} = 1,27 \text{ г}; & n_{пр1} = 181 \text{ шт}; \\ Z_{II2} = 2\%; & m_{пр2} = 2,54 \text{ г}; & n_{пр2} = 362 \text{ шт}; \\ Z_{II3} = 3\%; & m_{пр3} = 3,81 \text{ г}; & n_{пр3} = 543 \text{ шт}. \end{cases} \quad (6)$$

Для общей оценки динамики выделения примесных частиц из зерносмеси необходимо сопоставлять величину $n_{пр\max} = 543$ шт с числом ячеек, взаимодействующих с контактирующим слоем в 1-ом цикле выделения ($n_{яц}$). Если $n_{яц} < n_{пр\max}$, то кривая интенсивности выделения примесных частиц будет содержать горизонтальный участок на протяжении нескольких циклов – до выравнивания $n_{прi}$ с $n_{яц}$. Если $n_{яц} \geq n_{пр\max}$, то кривая интенсивности выделения примесных частиц будет непрерывно убывающей с 1-го цикла.

Число $n_{яц}$ определяется по уравнению:

$$n_{яц} = S_u \cdot n_{ун} = \pi D_u l_u n_{ун} = 6840 \text{ шт}, \quad (7)$$

где $n_{ун}$ - плотность размещения ячеек на цилиндре, шт/м².

Сравнение $n_{яц}$ с $n_{пр\max}$ позволяет утверждать, что кривая интенсивности выделения примесных частиц будет непрерывно убывающей.

Расчеты взаимосвязей текущей остаточной засоренности с числом циклов выделения (N_u) и временным регламентом использования прибора (t_p) проводили по разработанному нами алгоритму и уравнению:

$$Z_{i+1} = Z_{II} \left(1 - \sum_1^{i+1} n_{прi} / P \right), \quad (8)$$

где Z_{i+1} - засоренность зерносмеси после (i+1)-го цикла, %;

$n_{прi}$ - число примесных частиц, выделенных в i-ом цикле, шт;

P – исходное число частиц в сегменте, шт.

В качестве примера выполнены расчеты (приведены в диссертации) интенсивности выделения примесных частиц за 40 циклов для исходных условий – $m_n = 1$ кг; $Z_{II} = 3\%$; $P = n_{пр3} \cdot n_{сл} = 4290$ шт. Это количество циклов сопоставимо с условиями работы стандартных триерных блоков при рабочей длине ячеистых цилиндров 2,2 м и осевом смещении условного сегмента на 53-63 мм за цикл (за один оборот ячеистого цилиндра).

Срок циклов выделения предложенный прибор осуществляет за время $t_p = 40/56 = 0,71$ мин = 43 с. При этом остаточная засоренность составляет 0,013%. Следовательно, относительная погрешность измерений в рассмотренном примере составит $\Delta = Z_{040}/Z_{и} \times 100 = 0,013/3 \times 100 = 0,43$ %.

С целью установления возможности и оценки последствий разделения ячменя и коротких частиц примесных компонентов с помощью рабочих органов зерноочистительных машин выполнены теоретические исследования их делимости. Исследования размерных характеристик проводились на зерновках ячменя, сорго, вики. Для ячменя были определены размеры 200 зерновок, для сорго и вики – по 60 зерновок.

На рисунке 2 для примера представлено распределение длины частиц сорго.

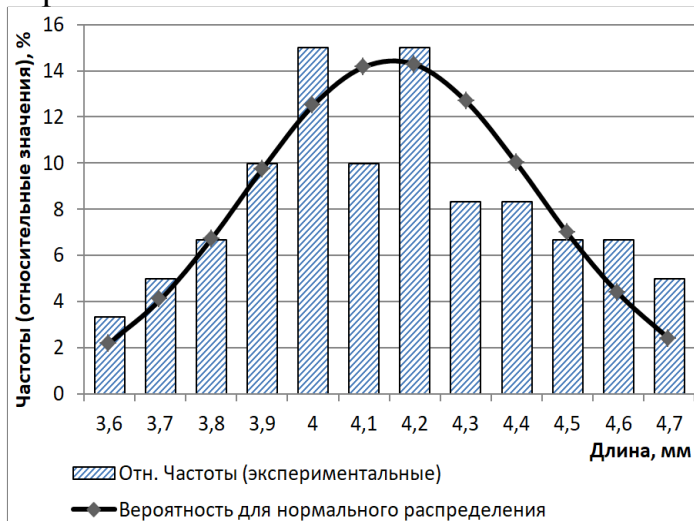


Рисунок 2 – Экспериментальное и теоретическое распределение длины частиц сорго

Для оценки качества разделения зерносмесей построены совместно вариационные кривые одноименных размерных признаков для трех компонентов.

Нормальные кривые распределения толщины частиц рассматриваемых компонентов частично перекрываются. Поэтому при очистке ячменя с полным удалением примесей суммарные потери ячменя после обработки на двух решетках составят 6,14 %. При подборе решет, исключающем потери ячменя, остаточное содержание

примесных компонентов составит 9,2% от их исходного содержания.

Кривые ширины частиц ячменя и сорго имеют существенное перекрытие, что свидетельствует о невозможности качественного разделения этих сред по ширине. Перекрытие кривых ячменя и вики незначительное, что говорит о возможности их разделения по ширине с высоким качеством. При полном отделении семян вики с помощью решет с диаметром отверстий 4,4 мм потери ячменя составят 2,44%. При исключении потерь ячменя остаточное содержание вики составит 2,92% от их исходного содержания.

Выполненный статистический анализ показал, что отделить ячмень полностью от сорго и вики можно по признаку длины частиц с помощью триера, рисунок 3. При этом в диапазоне длины от 6,2 до 7,5 мм разделение происходит без потерь основной культуры и с полным выделением примесных компонентов. Этому диапазону соответствуют триеры с типовыми диаметрами ячеек, равными 6,3 мм и 7,1 мм. При их использовании можно добиться наилучших результатов по очистке ячменя от сорго и вики.

В типовых зерноочистительных агрегатах наиболее распространены кукольные триерные цилиндры с диаметром ячеек, равным 4,5 мм и 5,0 мм. Из рисунка 3 видно, что триером с ячейками $d_{я} = 5,0$ мм можно полностью очистить

ячмень от сорго, но нельзя отделить вику. Триером с $d_{\text{я}} = 4,5$ мм можно отделить 85,3 % частиц сорго от ячменя.

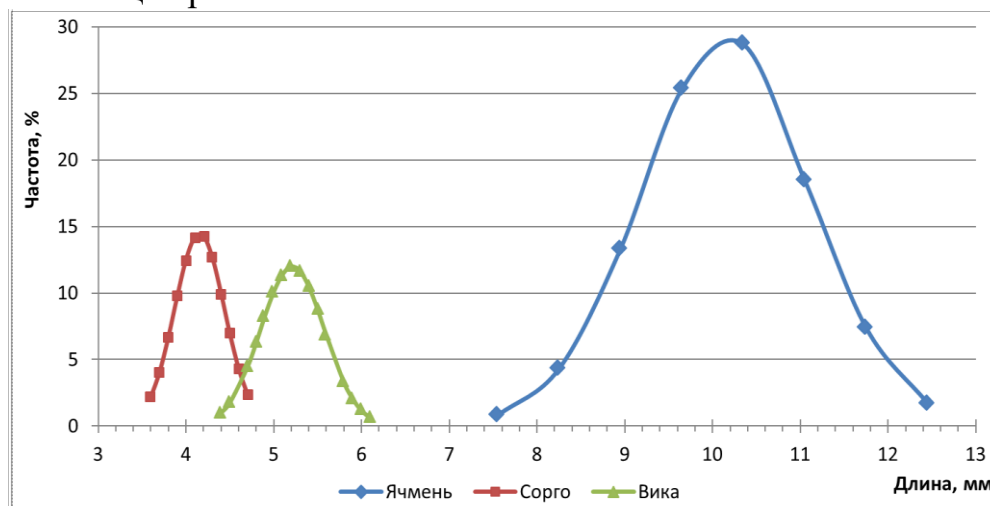
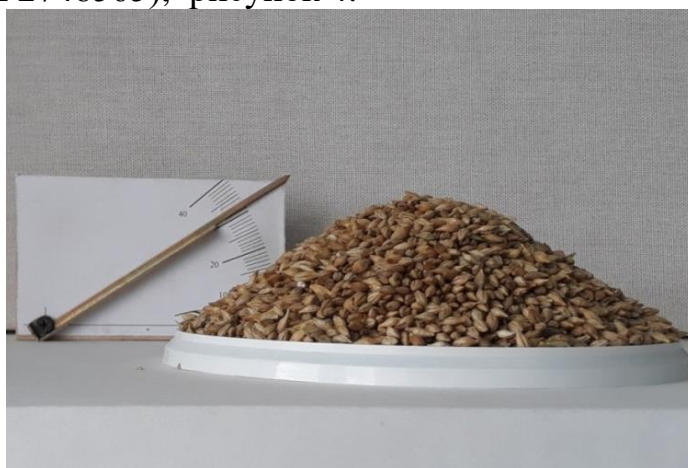
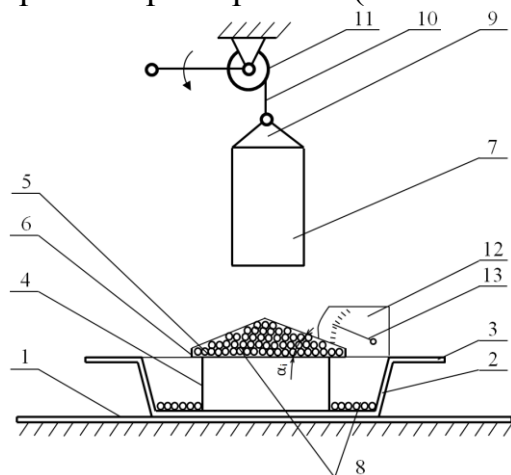


Рисунок 3 – Соотношение длины частиц ячменя, сорго и вики

Кроме того, можно частично разделить между собой сорго и вику, однако это не представляет практического интереса ввиду их полного разделения решетками с круглыми или продолговатыми отверстиями.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» представлены частные методики экспериментальных исследований физико-механических свойств зерновых компонентов, методика исследований процессов выделения коротких примесей из ячменя с помощью ячеистых поверхностей. Основные физико-механические свойства исследуемых сред определялись согласно стандартным методам.

Для определения угла естественного откоса сыпучих материалов нами разработан прибор, который обеспечивает исключение погрешностей, обусловленных свойствами материала опорной поверхности, а также неопределенность условий формирования зернового конуса исследуемого материала и его размерных характеристик (патент РФ № 2748565), рисунок 4.

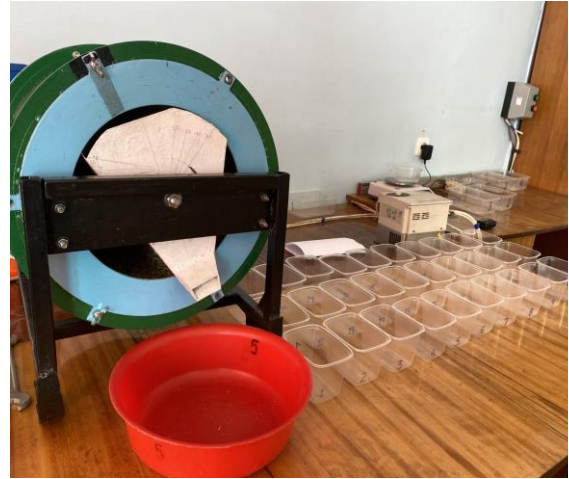
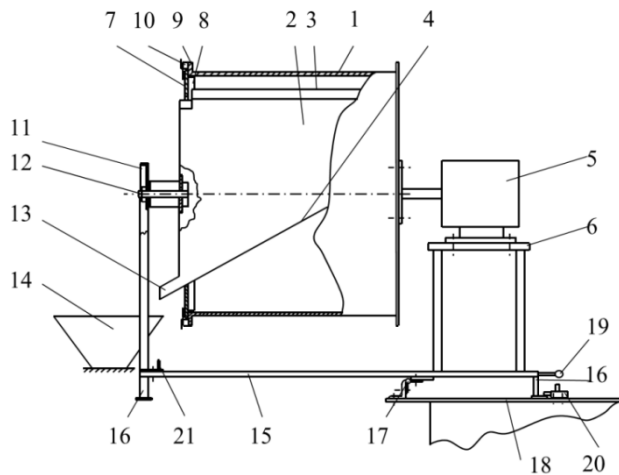


1 – горизонтальная опорная плоскость; 2 – чаша; 3 – горизонтальный обод; 4 – подставка; 5 – диск; 6 – буртик; 7 – полый цилиндр; 8 – сыпучий материал; 9 – поводок; 10 – нить; 11 – механизм подъема; 12 – угломер с контрольной стрелкой 13

Рисунок 4 – Прибор для измерения угла естественного откоса сыпучих материалов

Исследования процесса триерной очистки ячменя от коротких примесей выполнены с помощью прибора для исследований процессов триерной очистки зерносмесей, рисунок 5.

В состав исследуемых факторов, влияющих на качественные показатели процесса, были включены: масса навески (m_n), частота вращения (n) ячеистого цилиндра прибора, угловое положение (γ_n) верхней кромки передней стенки выводного лотка, исходное содержание сорной примеси в зерносмеси (Z_u) перед началом опыта.



1 – кукольный ячеистый цилиндр, 2 – лоток, 3 – рабочая кромка лотка, 4 – днище лотка, 5 – электропривод, 6 – опорная площадка, 7 – блокирующее кольцо, 8 – цилиндрическая обечайка, 9 – фланец, 10 – фиксатор, 11 – стойка, 12 – винт, 13 – выгрузная горловина, 14 – приемная емкость, 15 – рама, 16 – опора, 17 – шарнир, 18 – платформа, 19 – ручка, 20 – шпингалет, 21 – штифт

Рисунок 5 – Прибор для исследований процессов триерной очистки

При обработке полученных экспериментальных данных определялись остаточная засоренность (Z_o) зерносмеси внутри ячеистого цилиндра и степень выделения (C) примесного компонента после каждого интервала времени замеров и по истечении времени всего опыта.

Остаточная засоренность определялась по формуле:

$$Z_{oi} = \frac{Z_u \cdot m_n / 100 - \sum_{i=1}^n m_{mi}}{m_n} \times 100\% , \quad (9)$$

где Z_u – исходное содержание сорной примеси в зерносмеси, %;

m_n – масса навески зерносмеси в цилиндре до начала опыта, г;

m_{mi} – масса примесного компонента, выделенная в i -й интервал времени замеров, г.

Степень выделения примеси определяли по формуле:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n m_{mi} \cdot 10^4}{Z_u \cdot m_n} , \% \quad (10)$$

По рассчитанным значениям степени выделения примесей и остаточной засоренности зерносмеси устанавливались закономерности качественных пока-

зателей триерной очистки ячменя от коротких примесей в зависимости от исследуемых факторов.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» представлены исследования угла естественного откоса зерновых материалов по нескольким опорным поверхностям, имеющим существенно различающиеся свойства. Исследования проводились с помощью разработанного нами прибора для определения угла естественного откоса, цифрового угломера и геометрического расчета параметров зернового конуса.

Результаты измерений угла естественного откоса (α_T) с опорной поверхностью в виде тарельчатого диска приняли за базу сравнения, наличие буртика исключает вариативность замеров от: вида и качественного состояния опорной поверхности; формы частиц исследуемых сыпучих материалов. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований угла естественного откоса сыпучих материалов

№ п/п	Вид опорной поверхности	Наименование сыпучих материалов				
		Вика	Сорго	Ячмень цел.	Ячмень колот.	Пшеница цел.
1	2	3	4	5	6	7
1	ДВП – гладкая сторона	27,4 (26,4) (20,9)	34,9 (33,7) (30,0)	26,4 (26,1) (26,1)	37,3 (37,2) (30,5)	35,4 (35,7) (28,5)
2	ДВП – шероховатая сторона	29,7 (29,0) (21,6)	35,2 (34,9) (31,0)	31,2 (32,3) (24,7)	38,5 (38,7) (31,8)	36,7 (36,6) (29,5)
3	Стекло органическое	24,2 23,1 21,1	34,2 (34,5) (23,4)	32,8 (32,8) 24,2	31,2 (30,8) (23,8)	32,7 (32,6) (26,1)
4	Стекло минеральное (оконное)	23,7 (21,5) (15,2)	36,5 (38,0) (19,4)	27,0 (27,2) (24,9)	16,7 16,8 17,0	28,9 (28,7) (15,9)
5	Лист из нержавеющей стали	23,3 (23,4) (20,2)	33,0 (33,0) (26,0)	26,1 (25,7) (25,7)	32,2 (32,2) (24,3)	31,6 (31,5) (25,9)
6	Лист стальной, крашенный	24,5 (23,3) (21,7)	31,4 (31,3) (25,1)	32,0 (32,0) (25,4)	35 (35,1) (27,9)	34,9 (34,6) (27,4)
7	Тарельчатый диск полиэтиленовый	30,4 (30,7) (29,1)	33,2 (33,4) (31,7)	32,8 (32,0) (30,1)	36,0 (36,0) (35,1)	32,8 (33,1) (32,1)
8	Утеплитель – гладкая сторона	27,4 (26,9) (25,4)	32,5 (32,4) (30,1)	29,6 (29,6) (27,3)	34,8 (34,7) (30,9)	31,4 (31,3) (29,1)
9	Пенопласт	24,3 (23,6) (22,9)	33,4 (33,6) (29,7)	29,3 (29,1) (26,1)	36,6 (36,8) (31,4)	30,4 (30,1) (27,7)
10	Резина	26,0 (25,4) (21,1)	36,0 (36,3) (29,5)	31,2 (30,5) (26,2)	35,9 (35,4) (29,4)	34,9 (34,9) (29,6)

*В скобках приведены значения угла естественного откоса, полученные цифровым угломером и определением параметров конуса.

При исследовании динамики и качества выделения **колотых зерновок ячменя** из зерносмеси установлено, что интенсивность выделения примесного компонента не зависит от его сегрегации в циркулирующих слоях сегмента и близка к теоретической – равномерно убывающей, рисунок 6.

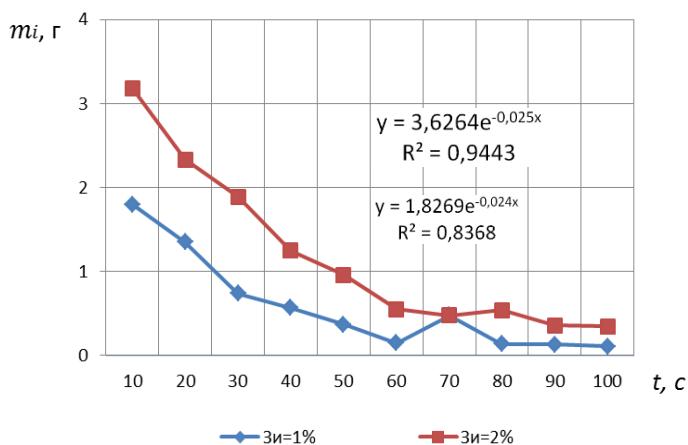


Рисунок 6 – Динамика выделения частиц колотого ячменя при $n=40$ об/мин и $\gamma_n=35^\circ$

ни выделения $C_{вст}=49,6\%$.

Очистка зерносмеси с колотыми зерновками ячменя с $Z_{и}=2\%$ обеспечивает сопоставимые значения степени выделения примеси по времени процесса в стандартном кукольном цилиндре – $C_{вст}=48\%$. В конце периода $t=100$ с, степень выделения $C_{в}\approx 58\%$ в обоих вариантах исходной засоренности – в первом $C_{в}=58,4\%$, а во втором $C_{в}=57,9\%$. Однако, остаточная засоренность зерносмеси при $Z_{и}=2\%$ составляет $1,04\%$, что приблизительно в 2 раза выше, чем в первом случае – при $Z_{и}=1\%$.

Характер изменения степени выделения примеси $C_{вст}$ при $\gamma_n=35^\circ$ и 45° идентичен. Величина $C_{вст}$ с ростом скоростного режима (n) возрастает с убывающей интенсивностью. При увеличении γ_n от 35° до 55° величина $C_{вст}$ колотых зерновок ячменя с $Z_{и}=2\%$ резко снижается: при $n = 40$ об/мин – в 4,9 раз; $n=50$ об/мин – в 3,8 раз.

Скоростной режим $n=40$ об/мин ($K_1=0,27$) недостаточен для обеспечения уровня требований к остаточной засоренности зерна. При $\gamma_n=35^\circ$ и $Z_{и}=1\%$ – она составляет $0,5\%$. Увеличение длины ячеистой поверхности до 4 м также не позволит обеспечить приемлемый уровень остаточной засоренности – $Z_o=0,416\%$.

При $\gamma_n=65^\circ$ и $n=40$ об/мин величина $C_{вст}$ не превышает $3,1\%$, рисунок 7. Даже увеличение рабочей длины ячеистого цилиндра до 16 м.п. не обеспечит требуемый уровень качества процесса – $Z_o=0,77\%$. С увеличением скоростного режима работы до $n=45$ об/мин ($K_2=0,34$) можно обеспечить качество процесса по остаточной засоренности только при $\gamma_n=35^\circ$ и длине ячеистого цилиндра в 4 м ($Z_o=0,343\%$), рисунок 8.

Анализ динамики выделения колотых зерновок ячменя позволил установить, что остаточная засоренность зерносмеси даже по истечении времени в 100 с, которое в 1,8 раза превышает продолжительность процесса в стандартном кукольном цилиндре, составляет $0,42\%$. Это выше допустимых значений даже при $Z_{и}=1\%$. На стандартной длине ячеистого цилиндра остаточная засоренность еще выше ($Z_o=0,504\%$) при степе-

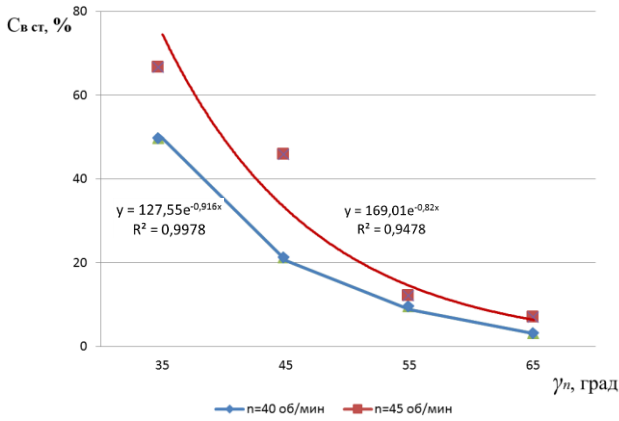


Рисунок 7 – Взаимосвязь степени выделения колотых зерновок ячменя из основной культуры с углом подъема кромки выводного лотка (γ_n) при различных n и $Z_n=1\%$

Приемлемый уровень остаточной засоренности может быть обеспечен при $n = n_{max}=55$ об/мин и $\gamma_n = \gamma_{n\ min}=35^\circ$. Эти условия работы станда обеспечивают $C_{вст}=84,7\%$ и $Z_o=0,305\%$ при $Z_n=2\%$, что не соответствует высокому уровню качества триерной очистки зерносмесей из-за завышенной длины примесных частиц относительно размеров ячей.

Выделение **семян гречишки вьюнковой** из ячменя носит лавинообразный характер из-за эффекта ее динамической сегрегации в циркулирующих слоях сегмента. Основная масса примеси выделяется на начальных интервалах времени замеров, рисунок 9. Поэтому семена гречишки вьюнковой можно отнести к легковыделяемым примесным компонентам.

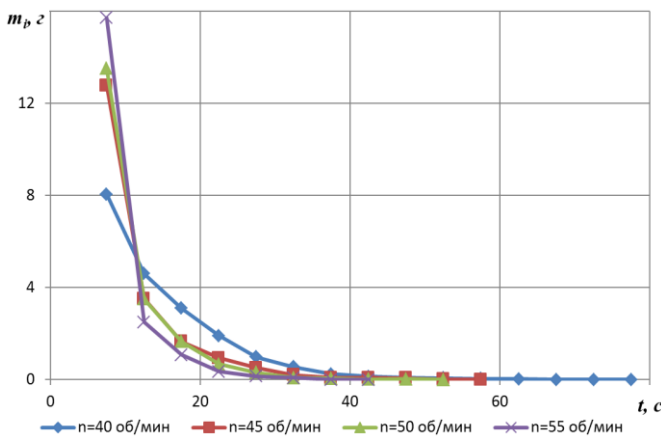


Рисунок 9 – Зависимость интенсивности выделения гречишки вьюнковой от времени при различных скоростных режимах, ($Z_n=2\%$; $\gamma_n=35^\circ$)

Из рисунка 10 видно, что с ростом n увеличивается $m_{i(1)}$ в 6,3 раза. В последующих интервалах интенсивность выделения выравнивается. Отличительной особенностью являются условия ($n=40$ об/мин, $\gamma_n=35^\circ$), когда интенсивность выделения примеси не снижается во втором интервале (даже возрастает), а в последующих интервалах убывает плавно в сравнении с более скоростными режимами.

При исследовании динамики выделения **семян сорго** из ячменя установлено, что интенсивность их выделения в первых двух интервалах времени измерений ($t_n=5$ с) носит случайный характер, а в последующих интервалах времени замеров она пропорциональна содержанию примесей в навеске зерносмеси m_i , рисунок 11.

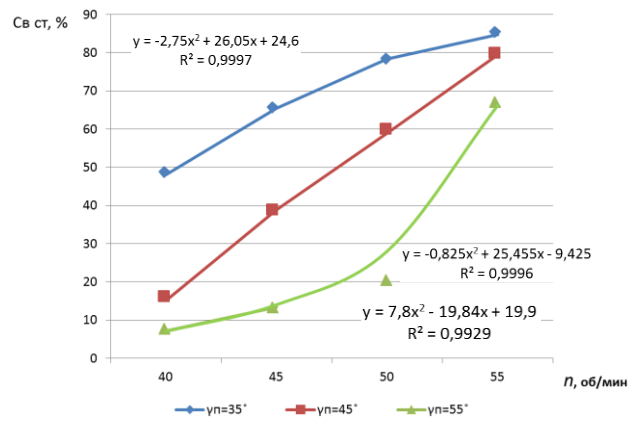


Рисунок 8 – Взаимосвязь степени выделения колотых зерновок ячменя из основной культуры со скоростью вращения ячеистого цилиндра при различных γ_n и $Z_n=2\%$

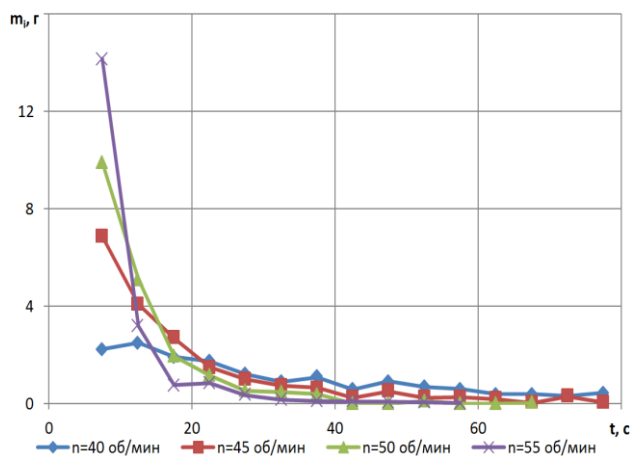


Рисунок 10 – Динамика выделения семян вики при $\gamma_n = 35^\circ$; $m_n = 1000$ г; $Z_n = 2\%$; $t_n = 5$ с

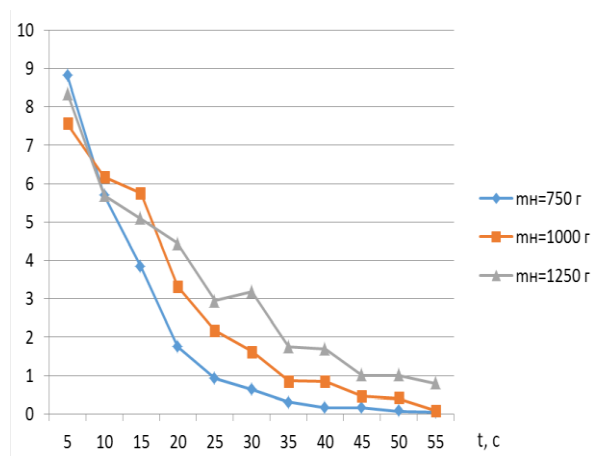


Рисунок 11 – Динамика выделения сорго при засоренности 3%, $n = 40$ об/мин, $\gamma_n = 35^\circ$

Остаточная засоренность зерносмеси обеспечивается на приемлемом уровне стандартной длиной ячеистой поверхности в режиме ($n = 40$ об/мин) при $\gamma_n = 35^\circ$ и всех значениях m_n и Z_n .

Технологические потери в опытах изменялись случайным образом. При $Z_n = 1\%$ они снижались с увеличением m_n . В последующих опытах при $Z_n = 2$ и 3% отмечалась обратная тенденция. Однако, во всех опытах уровень технологических потерь не высок – он не превышает 0,31%.

На рисунке 12 показана динамика выделения семян сорго из ячменя при оптимальных режимах работы прибора ($n = 55$ об/мин, $\gamma_n = 45^\circ$) в зависимости от величины исходной засоренности зерносмеси (Z_n).

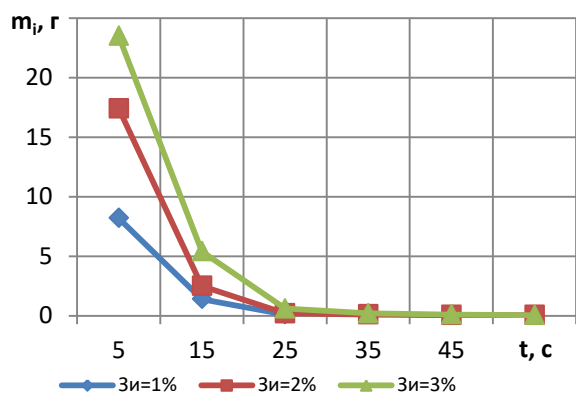


Рисунок 12 – Динамика выделения сорго из ячменя при $n = 55$ об/мин, $m_n = 1000$ г и $\gamma_n = 45^\circ$ в зависимости от t_n .



Рисунок 13 – Навески выделенных семян сорго при: $m_n = 1000$ г; $Z_n = 2\%$; $n = 55$ об/мин; $\gamma_n = 45^\circ$

Из рисунка 12 видно, что интенсивность выделения примесных частиц пропорциональна величине исходной засоренности (Z_n). С ростом навески до $m_n = 1250$ г продолжительность выделения увеличивается. Визуально динамика выделения семян сорго из ячменя представлена на рисунке 13. В первых двух интервалах времени измерений по $t_n = 10$ с выделяется 94,4% примеси.

Рациональные параметры процесса триерной очистки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Обоснованные технологические режимы и параметры процесса триерной очистки ячменя от коротких примесей

№ п/п	Наименование режимов и параметров	Размерность	Значение
1	Диаметр ячеек кукольного цилиндра	мм	6,3; 7,1
2	Скоростной режим по прибору с $R_{ц} = 0,15$ м	об/мин	50...55
3	Скоростной режим по коэффициенту кинематического режима	–	0,42...0,51
4	Скоростной режим натурального цилиндра с $R = 0,3$ м	об/мин	35,4...38,9
5	Угол подъема кромки выводного лотка	град.	35...45
6	Допустимые технологические потери	%	< 0,3
7	Степень выделения семян сорго, проса, вики, гречишки вьюнковой стандартным цилиндром ($l = 2,2$ м)	%	99...100
8	Уровень остаточной засоренности	%	< 0,2
9	Технологическая длина ячеистой поверхности для выделения: - колотых частиц ячменя - сорго - гречишка вьюнковая - вика	м	> 4 1,75 1,64 2,25

В пятой главе «Экономическая эффективность результатов исследований» выполнена сравнительная оценка эффективности работы триерного блока СТ-12 в составе зерноочистительной технологии при очистке семенного ячменя с учетом обоснованных нами рациональных режимных и настроечных параметров в сравнении с работой триерного блока в обычных условиях эксплуатации, а так же с вариантом приобретения семян на стороне.

Для сельхозпредприятия, имеющего 1730 га посевов ячменя, при подготовке семенного материала с предлагаемыми параметрами процесса триерной очистки экономический эффект в сравнении с базовым вариантом составляет 4,02 руб./кг (1,495 млн. руб./год), а в сравнении с покупными семенами – 6,08 руб./кг (2,262 млн. руб./год).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Требования к качеству посевного материала по показателям сортовой чистоты (> 99,7%), чистоте семян (> 99,0%), содержанию семян других растений (<8 шт/кг, а сорных < 3 шт/кг) очень высокие. Обеспечить такой уровень требований к посевному материалу без традиционных триерных технологий невозможно, так как они обладают максимальной интенсивностью сепарирующих воздействий на частицы зерносмеси (в кукольном цилиндре – до 80 тыс. возд./с) и высокой их избирательностью.

2. Оценка полигонов распределения толщины, ширины и длины зерновок ячменя, сорго и вики подтверждает необходимость разделения компонентов зерносмесей по длине их частиц, обеспечивающего снижение технологических потерь на 6,14%, и позволяет определить диапазон выбора диаметров ячеек триерного цилиндра из условий полного выделения примесей и исключения технологических потерь. В этом диапазоне 6,2...7,5 мм имеются типовые диаметры ячеек – 6,3 и 7,1 мм. Однако, технологические потери от случайного за-

хвата ячеями кукольного цилиндра зерновок ячменя предотвратить нельзя. Их оценка возможна только экспериментальным путем.

3. Зерновая примесь из колотых зерновок ячменя не подвергается динамической сегрегации в циркулирующих слоях сегмента из-за близости физико-механических свойств с основной культурой. Интенсивность их выделения существенно зависит от исходной концентрации в зерносмеси. Разница в интенсивности выделения в зависимости от скоростного режима работы проявляется только на начальных интервалах времени, а затем выравнивается. Это объясняется неустойчивым размещением колотых зерновок ячменя в ячеях. Степень выделения примеси не превышает 50% на стандартной длине ячеистой поверхности ($l = 2,2$ м). При $l = 4$ м и скоростном режиме работы $n = 55$ об/мин $C_b = 89...90\%$. Технологические потери возрастают с увеличением скоростного режима работы (n) и снижаются с увеличением угла подъема кромки выводного лотка: с ростом n от 40 до 55 об/мин при $\gamma_n = 35^\circ$ потери увеличились в 5 раз; с увеличением γ_n до 55° при $n = 55$ об/мин технологические потери снизились в 7 раз.

4. Интенсивность выделения семян гречишки вьюнковой из ячменя носит лавинообразный характер в первых циклах процесса. При $n = 50$ об/мин обеспечивается 100%-ное выделение примеси на длине ячеистой поверхности в 1,6 м (73% длины стандартного цилиндра). С ростом n до 55 об/мин продолжительность выделения сокращается на 27,3 %. Технологические потери с ростом скоростного режима в исследуемом диапазоне возрастают в 4,6 раза при $\gamma_n = 35^\circ$, но с увеличением γ_n до 55° существенно снижаются.

5. Динамика выделения семян вики из ячменя идентична с выделением других примесных компонентов в начальный период протекания процесса. С ростом n от 40 до 55 об/мин масса выделенных частиц в 1-ом интервале времени замеров возрастает в 6,3 раза. В последующих интервалах интенсивность выделения выравнивается. При этом степень выделения возрастает с 72 до 99,4%.

6. Продолжительность выделения сорго увеличивается с ростом навески зерносмеси в ячеистом цилиндре в 1,33...1,43 раза при всех уровнях исходной концентрации примеси в зерносмеси. При $n = 45$ об/мин и $\gamma_n = 35^\circ$ полное выделение примеси (1%) достигается через 35 с (63,6% l). Увеличение m_n и исходной засоренности до $Z_n = 2\%$ обеспечивает ту же продолжительность процесса при $n = 50$ об/мин, а при $Z_n = 3\%$ полное выделение примеси достигается за 50 с (91% l) только при $n = 55$ об/мин.

7. Экономический эффект при подготовке семенного ячменя в условиях сельхозпредприятия с предлагаемыми рациональными параметрами процесса триерной очистки составляет 4,02 руб./кг (1,495 млн. руб./год), а в сравнении с покупными семенами – 6,08 руб./кг (2,262 млн. руб./год).

Рекомендации производству.

Для повышения эффективности использования зерноочистительных технологий, включающих триерную очистку, необходимо использовать рациональные режимные и настроечные параметры триера, обеспечивающие снижение остаточной засоренности семян и снижение потерь полноценного зерна в

отходы. Кроме того, результаты исследований могут быть использованы при разработке новых конструкций триерных блоков и в учебном процессе ВУЗов.

Перспективы дальнейшей разработки темы.

Исследование закономерностей процессов триерной очистки ячменя от длинных примесей с помощью овсюжного триера, обоснование рациональных режимов работы и параметров овсюжного триера при очистке ячменя.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИСЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ

В изданиях Scopus:

1. Tishaninov Nikolay Petrovich, Anashkin Alexander Vitalyevich and **Alshinayyin Haider Jameel Jaber**. Study of the Grain Mixtures Trier Cleaning Process from Short Impurities / International Journal of Agricultural and Statistical Sciences. – 2020. – Vol. 16, № 2. – PP. 713-718.

2. Tishaninov Nikolay Petrovich, Anashkin Alexander Vitalyevich, **Alshinayyin Haider Jameel Jaber**, Tishaninov Konstantin Nikolayevich. Study of the quality of barley cleaning with indented cylinder from grain impurities / International Journal of Design and Nature and Ecodynamics. – 2021. – Vol. 16, № 3. – PP. 321-325.

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

3. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., **Альшинайин Х.Д.Д.** Обоснование режимов работы и параметров прибора для отсева проб зерносмесей // Наука в центральной России. – 2016. – № 3 (21). – С. 74-80.

4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., **Альшинайин Х.Д.Д.** Обоснование параметров стенда циклического действия для исследований ячеистых поверхностей // Наука в центральной России. – 2016. – № 4 (22). – С. 90-98.

5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., **Альшинайин Х.Д.Д.** Обоснование оптимальных параметров и режимов работы прибора для разделения зерносмесей по длине частиц // Наука в центральной России. – 2017. – № 1 (25). – С. 10-19.

6. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайин Х.Д.Д.** Исследования угла естественного откоса компонентов зерносмеси // Наука в центральной России. – 2020. – № 5 (47). – С. 31-41.

7. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайин Х.Д.Д.** Прибор для определения угла естественного откоса сыпучих материалов // Сельский механизатор. – 2020. – № 9. – С. 26-27.

8. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайин Х.Д.Д.** Качество триерного выделения зерновой примеси из ячменя // Наука в центральной России. – 2020. – № 6 (48). – С. 45-51.

9. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайин Х.Д.Д.** Динамика выделения колотых зерновок ячменя из зерносмеси // Наука в центральной России. – 2021. – № 1 (49). – С. 29-36.

10. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайин Х.Д.Д.** Динамика и качество выделения гречишки вьюнковой из ячменя //

Наука в центральной России. – 2021. – № 1 (49). – С. 36-42.

11. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайинн Х.Д.Д.** Динамика и качество триерного выделения семян проса из ячменя // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 1(53). – С. 71-75.

12. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайинн Х.Д.Д.** Динамика и качество триерного выделения семян вики из ячменя // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 1(53). – С. 76-81.

13. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., **Альшинайинн Х.Д.Д.** Закономерности триерного выделения семян сорго из ячменя // Наука в центральной России. – 2021. – № 2 (50). – С. 31-39.

В других научных изданиях:

14. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Энговатов В.Ф., Энговатов Д.В., Емельянович С.В., Мамонтова Г.И., **Альшинайинн Х.Д.Д.**, Терляхин М.И., Шиндяпин А.В., Петрова М.А. Обосновать технологические режимы и параметры процесса триерной очистки ячменя от коротких примесей / Отчет о НИР. – ФГБНУ ВНИИТиН. Тамбов. – 2020. – 208 с.

15. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Энговатов В.Ф., Тишанинов К.Н., Энговатов Д. В., Емельянович С.В., **Альшинайинн Х.Д.Д.**, Терляхин М.И., Шиндяпин А.В., Петрова М.А.,. Разработать эскизный проект триера с автоуправлением качеством работы / Отчет о НИР. – ФГБНУ ВНИИТиН. Тамбов. – 2021. – 162 с.

Патенты:

16. Патент на полезную модель № 189487 МПК В07В 13/02 Устройство для разделения зерносмесей по длине / Алдошин Н.В., Золотов А.А., Лылин Н.А., Мехедов М.А., Щиголев С.В., **Альшинайинн Х.Д.Д.** – Заявка 2019106787, 12.03.2019. Оpubл. 23.05.2019. Бюл. № 15.

17. Патент РФ № 2748565 МПК G 01В 5/24, G 01N 33/24 Прибор для определения угла естественного откоса сыпучего материала / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н, **Альшинайинн Х.Д.Д.** – Заявка 2020121893, 26.06.2020. Оpubл. 26.05.2021. Бюл. № 15.

В материалах конференций:

18. **Альшинайинн Х.Д.Д.** Устройство триера // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2016. С. 235-238.

19. **Альшинайинн Х.Д.Д.** К вопросу об использовании машин-триеров в технологической операции очистки зерна // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2016. С. 231-235.

20. **Альшинайин Х.Д.Д.** Очистка зерна на триерах / Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: материалы международной научно-практической конференции 8 февраля 2019 г / отв. ред. Ю.А. Ушаков. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ. – 2019. – С. 7-11.

21. **Альшинайин Х.Д.Д.** Модернизация послеуборочной подработки зерна в Ираке / Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для АПК». – 26 – 27 сентября 2019 года, г. Тамбов. – ФГБНУ ВНИИТиН, 2019. – с. 133 – 136.

22. **Альшинайин Х.Д.**, Анашкин А.В., Ведищев С.М. Поиск путей совершенствования очистки зерна в Ираке / Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина 12-13 ноября 2019 г. Рецензируемое научное издание. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2020. – С. 7-10.

23. **Альшинайин Х.Д.**, Анашкин А.В. Особенности технологических операций очистки зерна и семян / Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции Современная наука: теория, методология, практика: 13-14 апреля 2021 г. – Тамбов, ТГТУ. – С. 278-280.

Отпечатано ИП Першиным Р.В.
Тамбов, Уборевича, 9-2,
Подписано в печать 18.04.2022 г. Заказ № 180422-01.
Печать электрографическая. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,2. Тираж 100 экз.