

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2022 Issue: 05 Volume: 109

Published: 30.05.2022 <http://T-Science.org>

Issue

Article



S.Z. Kazakbaev

Taraz Regional University named after M. H. Dulati
Taraz, Kazakhstan.

N.S. Karymsakov

Taraz Regional University named after M. H. Dulati
Taraz, Kazakhstan.
Seisen58@mail.ru

PROGRESSIVE MACHINES FOR PRE-CLEANING OF GRAIN

Abstract: The article pays special attention to the issues of pre-cleaning of grain.

Based on the analysis of existing grain cleaning machines, innovative machines for grain classification are proposed, allowing to increase the efficiency of cleaning from large and light impurities. The paper investigates the process of isolation of large and light impurities from the grain mass. The results of the conducted research showed a high technological effect. In conclusion, the test results and dependencies obtained by production are presented.

The most important tasks in the field of grain purification aimed at further development of scientific and technological progress in the grain processing industry are the improvement of existing and the creation of new grain cleaning machines; the introduction of new cleaning technology taking into account the requirements for grain at various stages of post-harvest processing.

The purpose of the work is: development and creation of equipment and technology for preliminary cleaning of grain from large and light impurities, which allows to increase the productivity of separators and processing efficiency, reduce the cost of acceptance and processing, significantly reduce the contamination of grain crops, create favorable conditions for drying and storage.

The most important process after grain acceptance is pre-cleaning, which creates conditions for reliable and economical conduct of all subsequent processes

Key words: pneumorotor classifier, grain cleaning from large and light impurities, the thickness of the incoming grain layer, the rotational speed of the annular rotor, the degree of purification, Grain thrower classifier.

Language: Russian

Citation: Kazakbaev, S. Z., & Karymsakov, N. S. (2022). Progressive machines for pre-cleaning of grain. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (109), 870-879.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-109-84> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2022.05.109.84>
Scopus ASCC: 2200.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Аннотация: В статье особое внимание уделяется вопросам предварительной очистки зерна.

На основе анализа существующих зерноочистительных машин предложены инновационные машины для классификации зерна, позволяющие повысить эффективность очистки от крупных и легких примесей. В работе исследуется процесс выделения крупных и легких примесей из зерновой массы. Результаты проведенных исследований показали высокий технологический эффект. В заключении приведены результаты испытаний и зависимости, полученные производственным путём.

Важнейшими задачами в области очистки зерна, направленными на дальнейшее развитие научно-технического прогресса в зерноперерабатывающей промышленности, является совершенствование действующих и создание новых зерноочистительных машин; внедрение новой технологии очистки с учётом требований к зерну на различных этапах послеуборочной обработки.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJ (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Цель работы являются: разработка и создание техники и технологии предварительной очистки зерна от крупных и легких примесей, позволяющая повысить производительность сепараторов и эффективность переработки, сократить затраты на приемку и обработку, значительно уменьшить зараженность зерновых культур, создать благоприятные условия для сушки и его хранения.

Важнейшим процессом после приёмки зерна является предварительная очистка, которая создаёт условия для надёжного и экономичного проведения всех последующих процессов

Ключевые слова: пневмоторный классификатор, очистка зерна от крупных и легких примесей, толщина поступающего слоя зерна, частота вращения кольцевого ротора, степень очистки, Зернометатель-классификатор.

Введение

УДК 681.869 МРНТИ 55.13.07

Зерновое производство является основой устойчивого функционирования агропродовольственного сектора, носит системообразующий характер для других отраслей экономики страны, определяет уровень продовольственной безопасности населения и служит своеобразным индикатором экономического благополучия государства. [1].

Зерновая масса, поступающая на предприятия хлебопродуктов, содержит крупную, сорную и зерновую примесь, органических и минеральных примесей, а также повреждённых, дефектных и мелких зерен основной культуры. Наличие в зерне этих примесей ухудшает его качество, снижает продовольственную ценность зерна, его стойкость при хранении, отрицательно влияет на его сохранность. Необходима своевременная и эффективная очистка зерна от примесей, т.к. в процессе её удаляются крупные примеси, повреждённые, недоразвитые, шуплые, мелкие зёрна, семена других растений и примеси неорганического происхождения. Поэтому одним из основных условий обеспечения количественно-качественной сохранности зерна является своевременная эффективная его очистка [2].

Предварительная очистка проводится сразу после поступления зерна на ток. Производители зерна: крестьянские и фермерские хозяйства должны в первую очередь произвести предварительную очистку, так как при задержке с очисткой происходит быстрое перераспределение влаги между зерном и более влажными примесями, в результате чего зерно становится еще более влажным, то есть происходит ухудшение его качества. Используемые для предварительной очистки зерноочистительные сепараторы МПО-50 и СПО-100, входящих в состав комплекса ЗАВ-50 и очистители вороха ОВС-25, МС-4,5. изношены и устарели, а их комплектующие изделия (сита, диски и др.) дорогостоящи [3].

Актуальность

Содержание сорной и зерновой примесей определяются по ГОСТ 13586.2 – 81. На ряде предприятий не проводится очистка зерна при

приёмке в потоке и отдельные партии зерна размещаются на хранение в неочищенном состоянии. Одной из причин такого положения является недостаточное знание вопроса влияния очистки на стойкость свежесобранного зерна при хранении. При хранении такого зерна в нем идет перераспределение влажности между примесью и зерном, что приводит к увеличению влажности зерна. Это дополнительные затраты на сушку зерна. Влагообмен между сорняками и зерном завершается в основном в первые сутки хранения, поэтому предварительная очистка зерна должна проводиться немедленно, как только зерно поступило на ток. Чтобы успешно справляться с этой работой, производительность машин первичной очистки должна быть в 1,5 раза больше производительности комбайнового парка [4].

Использовать существующие зерноочистительные машины, пневмосепараторы и скальператоры в линиях приёма для очистки зерна от крупных и лёгких примесей не представляются возможным из-за их громоздкости, сложности, низкой эксплуатационной надёжности и низкой пропускной способности по сравнению с транспортным оборудованием [5]. Проведение эффективной очистки зерна от крупных и лёгких примесей в линии приёма до поступления зерновой массы в производственные помещения позволит снизить эксплуатационные расходы на приёмку и обработку, повысить стойкость зерна при хранении и создать более благоприятные условия работы последующих транспортно-технологических машин. Поэтому предложенную тему следует признать актуальной.

Цель работы:

- разработка и создание техники и технологии предварительной очистки зерна от крупных и легких примесей, позволяющая повысить производительность сепараторов и эффективность переработки, сократить затраты на приемку и обработку, значительно уменьшить зараженность зерновых культур, создать благоприятные условия для сушки и его хранения.

Для повышения стойкости зерна при хранении, создания благоприятных условий для последующих транспортно-технологических операций и улучшения санитарно-гигиенических

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

условий труда, необходимо производить предварительную очистку зерна в линии их приёма. Для реализации поставленной задачи необходимо разработать и создать высокоэффективные машины для предварительной очистки зерна от примесей простые по конструкции, надёжные в эксплуатации с низкими приведенными затратами и легко встраиваемые в транспортные коммуникации линии приёма производительностью: для крестьянских и фермерских хозяйств - 40-60 тонн/час, для хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий - 50-100 тонн/час.

С целью повышения производительности и качества разделения предлагается Установка для очистки зернопродуктов от крупных и легких примесей, предназначенный для очистки преимущественно зерна и зернистых продуктов от крупных и лёгких примесей и может быть использовано на предприятиях системы хлебопродуктов, в сельском хозяйстве, пищевой и других отраслях промышленности [6].

Задача и технический результат изобретения заключается в расширении технологических возможностей установки для очистки зернопродуктов от крупных и легких примесей, сокращении эксплуатационных затрат на приемку и переработку зерна.

Это достигается тем, что в установке для очистки зернопродуктов от крупных и легких примесей, содержащей пневмоторный классификатор снабжен электромагнитным

фартуком, кольцевым ротором с установленными внутри него поперечными лопастями, а с наружной стороны вильчатым скребком и патрубком отвода крупных примесей, пневмосепарирующей камерой, ограниченную в верхней части просеивателем, с наружных сторон регулируемые при помощи винтов жалюзийными решетками, одна из которых сообщена с всасывающим патрубком пневмосистемы.

Новым в изобретении является то, что пневмоторный классификатор устанавливается в перегрузочных пунктах конвейеров линии приема и переработки зерновых продуктов, что позволит совместить транспортные операций с технологическими, как очистка зернопродуктов от металломагнитных, крупных и легких примесей, а также как обеспыливание и обеззараживание зерна. Электромагнитный фартук не только обеспечивает равномерную подачу продукта в кольцевой ротор, но и выделяет металломагнитные примеси. Кольцевой ротор с установленными внутри него поперечными лопастями является просеивающим элементом. Вильчатый скребок не только отделяет крупные примеси с поверхности вращающегося кольцевого ротора, но и предотвращает забивание частиц между кольцами. Продукт, проходя через кольцевой ротор и просеиватель, распределяются в виде «дождя», образуя свободные межзерновые пространства, что способствует эффективному воздействию воздуха на легкие примеси в вертикальной пневмосепарирующей камере.

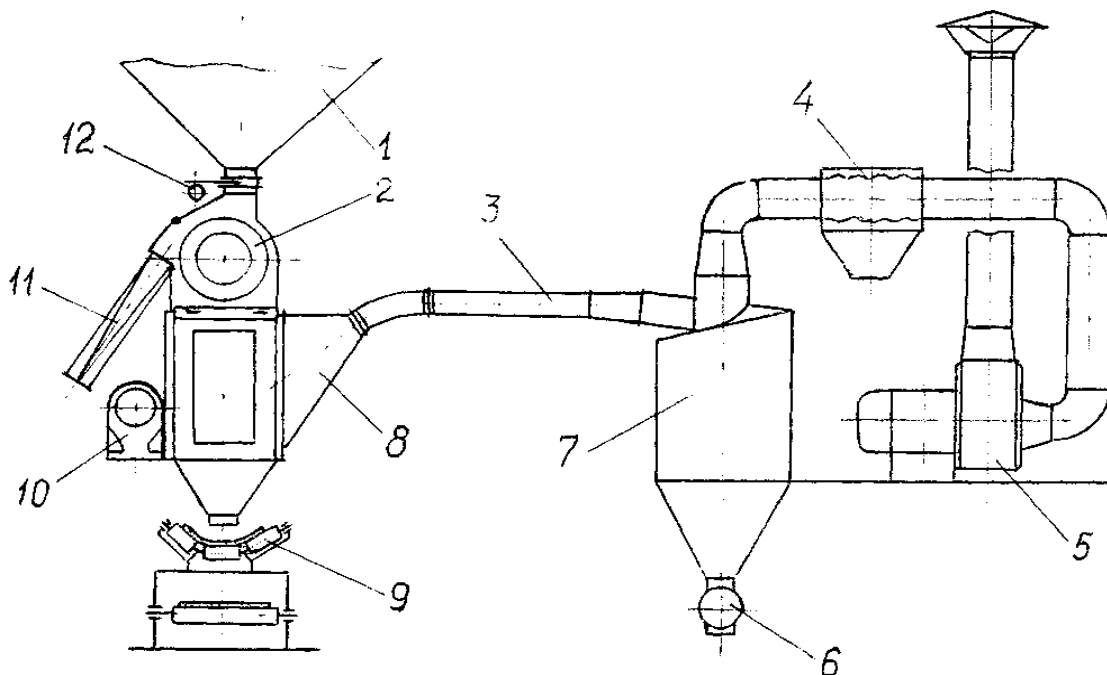


Рис 1. Установка для очистки зернопродуктов от крупных и легких примесей.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Регулируемые при помощи винтов жалюзийные решетки предназначены для выравнивания скорости воздушного потока в пневмосепарирующей камере, что позволяет повысить эффективность очистки продукта от легких примесей и пыли.

На рис.1. представлен предлагаемая Установка для очистки зернопродуктов от крупных и легких примесей, который состоит из пневмоторного классификатора 2, воздухопроводов 3, циклона-отделителя 7, фильтра 4 и всасывающего вентилятора 5.

Установка работает следующим образом. Зерно с приемного бункера 1 через задвижку 12 поступает на пневмоторный классификатор 2, где происходит классификация зерна от крупных и легких примесей. Выделенные крупные примеси выводятся через патрубок 11 в сборник отходов. Легкие примеси из пневмосепарирующей камеры отсасываются посредством вентилятора 5 через всасывающий патрубок 8 и систему воздухопроводов 3 в циклон-отделитель 7, где за счет центробежных сил легкие примеси и зерновая пыль оседают в нем и выводятся через шлюзовой

затор 6 в сборник отходов. Остаточная пыль очищается в фильтре 4. Очищенный от легких примесей и пыли воздух выводится в атмосферу. Очищенное от примесей зерно поступает на рабочий орган конвейера 9.

На рис. 2 изображена принципиальная схема пневмоторного классификатора, который состоит из шиберной задвижки 1, кольцевого ротора 2, пневмосепарирующей камеры 4, всасывающего патрубка 5, регулируемых всасывающих 6 и 8 жалюзийных решеток, просеивателя 9, электромагнитного фартука 12, привода 14 и патрубка крупных примесей 15. Пневмосепаратор работает следующим образом. Зерновая масса из приемного бункера через регулирующую задвижку 1 поступает на вращающийся кольцевой ротор 2. При этом крупные примеси, оставаясь на поверхности колец вращающегося ротора, направляются в патрубок 15 и выгружаются в сборник крупных примесей. Застрявшие в отверстиях между кольцами крупные примеси очищаются вильчатым скребком-отделителем 10.

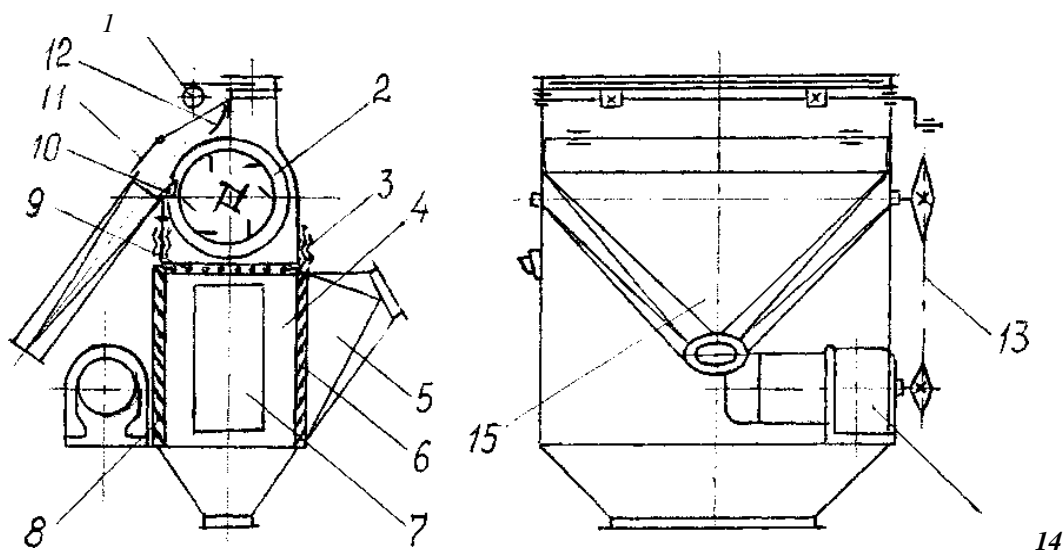


Рис. 2. Принципиальная схема пневмоторного классификатора

Для предотвращения уноса полноценных зерен в патрубок крупных примесей установлен электромагнитный фартук 12. Зерновой поток, перемещаясь вниз, проходит через продольные отверстия, образованные по окружности кольцами и через просеиватель 9 поступает пневмосепарирующую камеру 4. При этом общий зерновой поток расслаивается и распределяется на множество слоев, между которыми образуются свободные межзерновые пространства. В вертикальной пневмосепарирующей камере 4 равномерно распределенные по площади поперечного сечения зерновые слои продуваются в поперечном направлении воздухом. Скорость

воздуха в пневмосепарирующей камере в зависимости от очищаемого продукта и степени очистки от легких примесей устанавливаются при помощи винтов 3 регулируемых жалюзийных решеток. Воздух при этом входит через регулирующую жалюзийную решетку 8, пронизывает свободные межзерновые пространства, унося с собой легкие примеси и направляется через регулирующую жалюзийную решетку 6 во всасывающий патрубок 5. Со всасывающего патрубка легкие примеси и пылевоздушная смесь через систему воздухопроводов поступает в циклон-отделитель, где происходит отделение легких частиц от воздушной смеси.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Вращение кольцевого ротора осуществляется посредством моторредуктора 14 через цепную передачу 13. Предусмотрена регулировка частоты вращения кольцевого ротора. Для визуального наблюдения за процессом очистки зерна от крупных примесей предусмотрен смотровой люк 11, а от легких примесей смотровое окно 7. Равномерность распределения зерна по площади поперечного сечения пневмосепарирующей камеры, образование свободного межзернового пространства существенно повышает эффективность процесса очистки от легких примесей и снижает энергозатраты.

Лабораторно-экспериментальный образец «Зернометателя-классификатора» (фиг.3.) был изготовлен за счет средств инновационного гранта АО «НАТР». Инновационный грант на коммерциализацию технологий на стадии обоснования концепции проекта для коммерческого использования технологии с АО «Национальное агентство по технологическому развитию».

Лабораторно-экспериментальный образец «Зернометатель-классификатор», представляет собой пневмороторный классификатор, установленный на «Зернометателе», между загрузочным транспортером и триммером [7].



Рис. 3. изображен общий вид «Зернометателя-классификатора».

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350



Рис.4. Пневмороторный классификатор.

Объекты и методы исследований.

Объектами исследований являются зерно пшеницы сорта Алмалы, Береке, Богарная 56, ячменя сорта Байшешек урожая 2020 года и аэродинамические примеси применительно к процессу пневмосепарирования и оборудование для осуществления этого процесса.

Экспериментальные исследования: выполнены на специально созданных экспериментальных установках и опытных образцах новых пневмороторных, пневмоочистительных машинах в производственных условиях линии приёма и обработки зерна в крестьянском хозяйстве «Таукебаева С.С.» Обработка результатов экспериментальных исследований выполнена графоаналитическим методом и на компьютерных программах. В работе использованы методы математической статистики, математического моделирования. Содержание сорной и зерновой примесей в зерне пшеницы определены по ГОСТ 9353-85 [8].

Методика проведения экспериментов и результаты.

Эксперименты проводились в два этапа. Первый этап заключался в определении

рациональной частоты вращения ротора, количества поперечных пластин внутри колец и вала ротора в зависимости от толщины поступающего слоя зерна, при которых обеспечивается равномерное распределение потока зерна и образуются свободные воздушные прослойки внутри сепарирующей камеры. Как известно, достаточное пространство в зерновом потоке способствует эффективному уносу лёгких примесей воздухом. Второй этап заключается в установлении рациональной рабочей длины всасывающего жалюзийного патрубка в зависимости от толщины поступающего слоя зерна, при котором также будет обеспечиваться максимальная эффективность очистки зерна от лёгких примесей.

Для осуществления первого этапа эксперимента в нижней части, внутри пневмосепарирующей камеры установлен короб, разделенный в продольном направлении на 10 одинаковых отсеков. Расстояние между отсеками составляет 40 мм. Через вращающийся, кольцевой ротор пропускалось зерно. Проходя через щели между колец, зерновой поток разбрасывается поперечными пластинами по всей ширине пневмосепарирующей камеры. По высоте зерна в отсеках короба можно оценить о равномерности

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

распределения зернового потока по поперечному сечению пневмосепарирующей камеры. При этом коэффициент равномерности:

$$k_p = h_{\min} / h_{\text{ном}} \quad \text{и} \quad k_p = h_{\text{ном}} / h_{\max}, \quad (1)$$

где h_{\max} - максимальная высота зерна в отсеках,
 $h_{\text{ном}}$ - номинальная высота зерна в целом коробе, когда обеспечивается одинаковая высота во всех отсеках,

h_{\min} - минимальная высота зерна в отсеках.

$$k_{cp} = K_{pi} / n \quad (2)$$

По высоте заполнения зерна в отсеках короба, внутри сепарирующей камеры, внесены соответствующие изменения параметров в конструкции рабочего органа (количество и направление, угол наклона и высота поперечных

пластин внутри цилиндра, частота вращения ротора и др.).

Пределы изменения факторов: частота вращения ротора от 10 до 80 об/мин. Толщина поступающего слоя зерна от 20 до 70 мм; количество поперечных пластин, прикреплённых на валу ротора от 3 до 6 штук. Предельное значение частоты вращения кольцевого ротора ограничивается допустимым значением её n_p при котором частицы зернового потока находящиеся на торцевой внешней поверхности кольца будут отрываться за пределы габаритов ротора и попадут в бункер для крупных примесей. Максимальные значения количества поперечных пластин ограничивается возможностью свободного истечения зерна через щели, образованных кольцами ротора и пластинами.

Таблица 1. Результаты экспериментов по определению коэффициента равномерности распределения зерна в зависимости от толщины поступающего слоя зерна и частоты вращения кольцевого ротора.

n_p / Об/мин \ h мм	20	30	40	50
20	0,57	0,65	0,72	0,76
30	0,63	0,81	0,92	0,82
40	0,75	0,82	0,85	0,73
50	0,66	0,72	0,75	0,65

По результатам первого этапа экспериментальных данных построены графики зависимости коэффициента равномерности распределения зерна Kp от частоты вращения кольцевого ротора n_p и толщины поступающего слоя зерна h_{cl} (рис.5 и 6).

В результате экспериментальных данных выявлено, что при расстоянии между кольцами, равном максимальному размеру двух-трёх зерновок (12 мм) и при вращении кольцевого ротора с частотой вращения $n_p = 25 - 45$ об/мин крупные примеси, размеры которых превышают зазор между кольцами, полностью отделяются из

поступающего зернового слоя, что весьма важно для последующих технологических операций.

Как видно из графика (рис.5.) высокий коэффициент равномерности распределения зерна $Kp = 80...92\%$ наблюдается при частоте вращения кольцевого ротора $n_p = 35 - 54$ об/мин и при толщине поступающего еля зерна равно $h_{cl} = 40$ мм.

Коэффициент равномерности распределения зерна повышается с 82 до 92% (рис. 6.) при толщине поступающего слоя зерна $h_{cl} = 30 - 50$ мм и частоте вращения, кольцевого ротора $n_p = 30$ об/мин.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

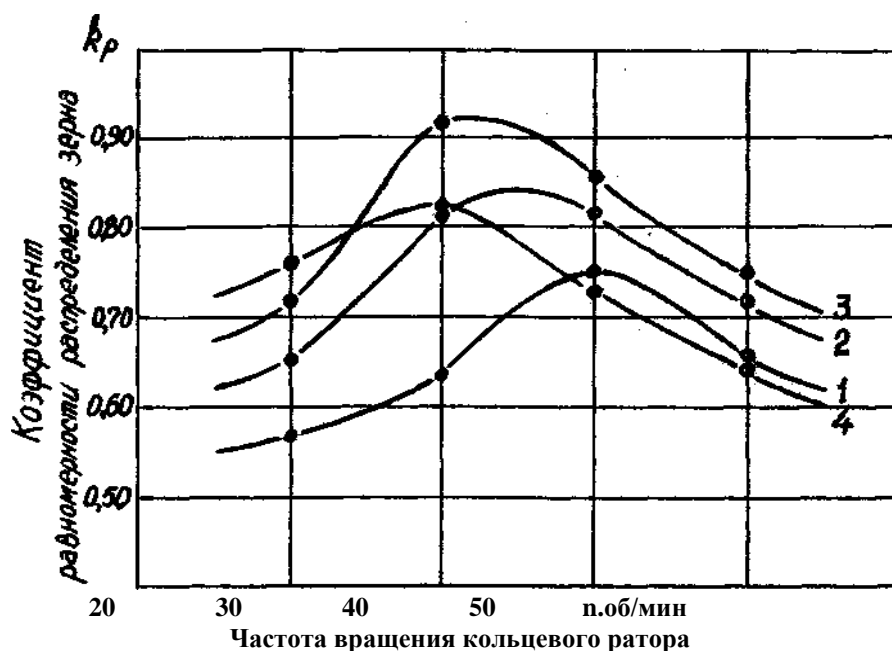


Рис.5. Зависимость коэффициента равномерности распределения зерна от частоты вращения кольцевого ротора при: 1 - h сл = 20 мм, 2 - h сл = 30 мм, 3 - h сл = 40 мм, 4 - h сл = 50 мм

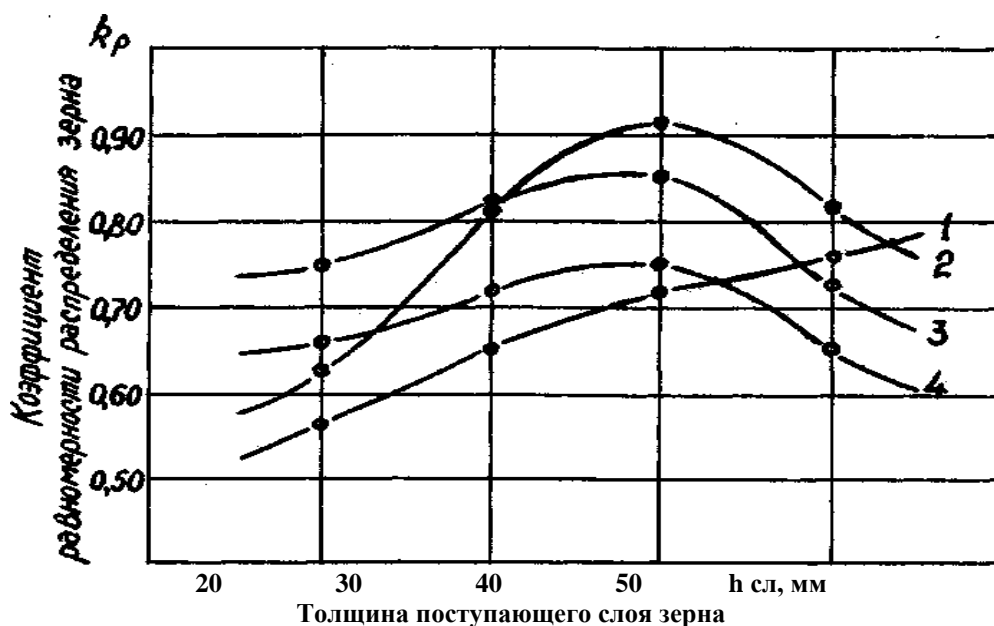


Рис.6. Зависимость коэффициента равномерности распределения зерна от толщины поступающего слоя зерна при: 1 - n = 20 об/мин, 2 - n = 30 об/мин, 3 - n = 40 об/мин, 4 - n = 50 об/мин.

В результате первого этапа экспериментальных исследований установлено, что большой коэффициент равномерности распределения зерна $K_p = 80-92\%$ достигается при частоте вращения кольцевого ротора $n_p = 35-54$ об/мин и толщине поступающего слоя $h_{сл} = 30-50$ мм.

На втором этапе эксперимента приняты следующие значения факторов: толщина поступающего слоя зерна $H = 30-70$ мм; рабочая

длина всасывающего жалюзного патрубку $L = 150-500$ мм.

Эффективность очистки зерна на данной установке оценивалась через коэффициент извлечения лёгкой примеси из зерновой массы;

$$k_u = \left(1 - \frac{m}{m_i}\right) 100\% \quad (3),$$

где: m_0 и m - массы лёгкой примеси (аэродинамически отделимой) в зерновой смеси соответственно до и после очистки её.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Анализ результатов экспериментальных исследований и выводы

Экспериментальные исследования выявили закономерности влияния толщины поступающего слоя зерна и длины всасывающего жалюзного патрубка на степень очистки зерна от лёгких примесей.

Коэффициент извлечения лёгкой примеси, при уменьшении толщины поступающего слоя зерна $h_{сл}$ с 70 до 30 мм и длине всасывающего жалюзного патрубка $L=500$ мм, существенно увеличивается с 67 до 80% (рис.7). Это обуславливается тем, что при малых толщинах зерновая масса, проходя через кольцевой ротор, расслаивается на множество малых потоков, при этом образуются свободные межзерновые пространства, что позволяет в пневмосепарирующем канале ослабить силы внутреннего сцепления частиц зерна и лёгких примесей и тем самым способствует эффективному воздействию воздушного потока на лёгкие примеси в пневмосепарирующем канале.

Значение коэффициента извлечения лёгких примесей увеличивается с 69 до 78% при увеличении длины всасывающего жалюзного патрубка, что обусловлено длительностью пребывания зерновой массы в зоне разделения, а значит дольше подвергается воздействию воздушного потока.

Из графиков на рис.7. видно, что максимальный коэффициент извлечения лёгких примесей, 78 - 80% имеет место при толщине поступающего слоя $h_{сл} = 30$ мм и при длине всасывающего жалюзного патрубка $L=500$ мм. Это говорит о том, что при такой толщине поступающего слоя зерна, кольцевой ротор расслаивает проходящее через кольца зерновой поток на множество слоев, и равномерно распределяет по площади поперечного сечения пневмосепарирующей камеры, при этом образуются свободные межзерновые, пространства. Воздушный поток, пронизывая её, эффективно взаимодействует с лёгкими примесями и выносит из их зоны классификации. А при длине всасывающего жалюзного патрубка $L=500$ мм. равномерно распределённый поток зерна дольше подвергается воздействию воздушного потока, при этом скорость выноса лёгких частиц больше скорости движения зерновой массы. Поэтому для эффективной классификации зерна от лёгких примесей следует устанавливать толщину поступающего слоя 30мм при котором создаётся равномерное распределение зернового потока по площади поперечного сечения камеры с образованием достаточного свободного межзернового пространства и устанавливать длину всасывающего жалюзного патрубка не менее 500 мм.

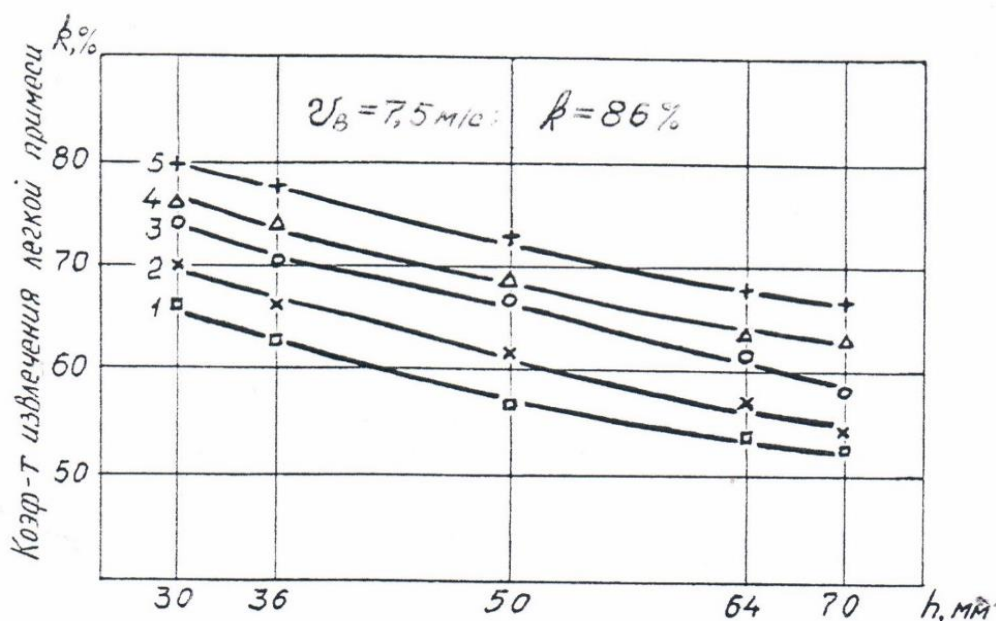


Рис.7. Зависимость K от L при: 1-L=150мм; 2-L=200мм; 3-L=320мм; 4-L=450мм; 5-L=500мм;

Практической ценностью результатов научной деятельности являются:

-экспериментально подтверждены
эффективность очистки зерна от легких примесей

способом расслоения зерна и равномерностью его распределения по площади поперечного сечения пневмосепарирующей камеры [9].

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

-оптимизированы технологические режимы процесса очистки зерна от крупных и легких примесей [10];

-разработаны исходные требования на экспериментальный образец «Зернометатель-классификатор» [11].

Результат проведенных научных исследований заключается в расширении технологических возможностей «Пневмороторного классификатора». Экспериментальный образец «Зернометатель-классификатор» апробирован в производственных условиях. Результаты которых показали эффективность их использования для послеуборочной переработки зернопродуктов для очистки зерна от примесей.

Проведены экспериментальные исследования «Зернометателя-классификатора» на зерне пшеницы и ячменя с производительностью 40-60 тонн/час. В результате исследований установлено, что при расстоянии между кольцами равном 12 мм и при вращении кольцевого ротора с частотой $n_p = 25-45$ об/мин крупные примеси, размеры которых

превышает зазор между кольцами, полностью отделяются из потока зерна.

Экспериментальные исследования показали, что максимальный коэффициент извлечения легких примесей 78-80% имеет место при толщине поступающего слоя зерна 30-40 мм, высоте пневмосепарирующей камеры равной 0,5 метра и длине кольцевого ротора равном 0,5 метра.

При разработке и экспериментальном исследовании хорошо зарекомендовал себя «Зернометатель-классификатор», который представляет собой современную машину надёжной и прочной конструкции. «Зернометатель-классификатор ЗКС» применяется для предварительной, первичной очистки семян зерновых, зернобобовых и масличных культур и отвечает высоким эксплуатационным требованиям. Он легко поддается настройке и может работать с разной производительностью. Например, при обработке пшеницы её паспортная производительность выглядит следующим образом: при предварительной очистке – 60 т/час, при первичной (товарной) очистке – 40 т/час.

References:

1. Fedorenko, V.F. (2010). *Mashiny i oborudovanie dlja posleuborochnoj obrabotki i hranenija zerna i semjan: kat.* Moscow: FGNU «Rosinformagroteh», p.92. ISBN 978-5-7367-0808-6.
2. Kosilov, N.I., et al. (2008). Modernizacija potocnyh linij dlja posleuborochnoj obrabotki zerna v Cheljabinskoj oblasti. *Dostizhenija nauki i tehniki v APK*, № 2, pp. 3-8.
3. Tarasenko, A. P. (2008). *Sovremennye mashiny dlja posleuborochnoj obrabotki zerna i semjan.* (p.232). Moscow: Koloss. ISBN 978-5-9532-0458-3
4. (1987). A.S.SSSR. №1282916. Opubl. v BI. 1987, №2.
5. Grachev, Ju.A., & Kovalenko, N.V. (2009). Zernoochistitel'nyj punkt novogo pokolenija. *Vestnik ChGAA*, T. 54, pp.109-111.
6. Kazakbaev, S.Z. (2011). *Uchebnoe posobie «Pererabotka zernoproduktov».* (p.173). Taraz «Format-Print», (10, 8 p.l.). ISBN 978-601-7173-14-2.
7. (n.d.). A.S. № 688 49, RK, innovacionnyj patent № 24082 na izobretenie «Ustanovka dlja ochistki zernoproduktov krupnyh i legkih primesej» ot 22.04.2011g.
8. (n.d.). A.S. № 70124, RK, innovacionnyj patent № 24531 na izobretenie «Zernometatel` -klassifikator» ot 03.08.2011g.
9. (2016). GOST 9353-2016. *Pshenica. Tehnicheskie uslovija.* Moscow: Standartinform.
10. Kazakbaev, S.Z., Karymsakov, N.S., Sejtpanov, P.K., & Bekmuratov, M.M. (n.d.). The development of electronics & mechanics: 1 stat ja-«Innovacionnye tehnologii posleuborochnoj obrabotki zerna», *Theoretical & Applied Science*, pp.69-77.
11. Kazakbaev, S.Z., Karymsakov, N.S., Karabaev N., & Shevtsov, A.N. (2019). Agriculture. The technigue. «zernometatel`-klassifikator dlja pererabotki zerna». Impact Factor: ISRA (India)= 3.117, ISI (Dubai, UAE) = 0,829, SIS (USA)=0,912,. ISPC Industry & Techology Europe, Philadelphia. USA. Clarivate. Analytics. *International Scientific Journal. Theoretical & Applied Science*, №5 (73), pp.86-90.
12. (n.d.). Patent № 1919 na poleznuu model` «Zernometatel`-klassifikator». Zar. v Gos. reestre PM RK ot 12.12.2016g. Udostoverenie avtora № 95862 poleznoj modeli «Zernometatel`-klassifikator» ot 19.10.2015g.