

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»**

*На правах рукописи*



**ПОПОВ ИВАН ЮРЬЕВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ  
ВОРОХА ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ УБОРКЕ  
ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕШЕТА  
С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ**

**Специальность 05.20.01 – Технологии и средства  
механизации сельского хозяйства**

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Научный руководитель  
кандидат технических наук,  
доцент А.С. Старцев**

**Саратов 2014**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	11
1.1 Технологические схемы работы воздушно-решётных очисток зерноуборочных комбайнов.....	11
1.2 Сравнительный анализ конструкций решёт, применяемых в ВРО зерноуборочных комбайнов.....	21
1.3 Классификация решёт.....	26
1.4 Исследование взаимодействия решёт с зерновым ворохом.....	28
1.5. Выводы.....	32
1.6 Задачи исследований.....	32
2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОСЕИВАНИЯ ВОРОХА ПОДСОЛНЕЧНИКА ЧЕРЕЗ РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ.....	34
2.1 Конструкция решета с регулируемыми отверстиями.....	34
2.2 Технология очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями.....	36
2.3 Вычисление площади продольного сечения семянки.....	38
2.4 Расчёт площади регулируемого отверстия.....	40
2.5 Определение вероятности просеивания семянки через регулируемое отверстие.....	43
2.6 Определение оптимального значения коэффициента смещения отверстий.....	44
2.7 Предельные условия процесса просеивания и функциональные зависимости показателей рабочего процесса от подачи вороха подсолнечника.....	46
2.8 Зависимость качества очистки вороха подсолнечника от скорости воздушного потока.....	50

2.9 Влияние значений коэффициента смещения отверстий $\tau$ на процесс просеивания.....	52
2.10 Исследование динамики просеивания вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями.....	58
2.11 Теоретическое обоснование рабочей длины решета с регулируемыи отверстиями.....	65
2.12 Выводы.....	67
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ.....	68
3.1 Методика лабораторно-полевых экспериментов.....	68
3.2 Выбор критерия и факторов оптимизации, определение повторности опытов и порядка их проведения.....	72
3.3 Обоснование выбора коэффициента смещения отверстий.....	77
3.4 Определение значимости выбранных факторов.....	79
3.5 Обоснование назначения уровней варьирования подачи вороха подсолнечника и скорости воздушного потока.....	80
3.6 Экспериментальная установка.....	81
3.7 Методика проведения производственных испытаний.....	86
3.8 Методика обработки и корреляционный анализ опытных данных, выбор полинома, описывающего процесс просеивания.....	86
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	90
4.1 Результаты исследования физико-механических свойств вороха подсолнечника.....	90
4.2 Влияние конструктивных и режимных параметров решета с регулируемыми отверстиями на содержание сорных примесей в проходе и количество семян в сходе.....	91
4.3 Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей.....	100
4.4 Выводы.....	102

5 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РЕШЕТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ.....	
5.1 Методика проведения производственных испытаний.....	104
5.2 Техничко-экономическая оценка использования решета с регули- руемыми отверстиями.....	107
5.3 Выводы.....	116
Заключение.....	117
Список литературы.....	119
Приложения.....	132

## ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия на мировом рынке продовольствия регулярно растёт спрос на жиры растительного происхождения, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению объёмов производства как масличного сырья, так и продуктов его переработки. Развитие растениеводства обусловлено относительно высокой прибыльностью культивирования таких масличных культур, как подсолнечник, рапс, соя и др., растущими объёмами переработки масличного сырья в результате постоянного спроса на высокобелковые шроты, совершенствованием технологий производства растительных масел, что создаёт предпосылки для их эффективного использования в пищевой промышленности [70, 112, 123]. В мировом производстве под посеvy подсолнечника ежегодно отводится более 18 млн га пашни. В России, где основными производителями являются Южный, Приволжский и Центральный федеральные округа, общая площадь под посевами составляет 3,5–3,8 млн га [51, 123].

Тенденция к росту посевных площадей под подсолнечник в Краснодарском, Ставропольском краях и Ростовской области объясняется благоприятными почвенными и природно-климатическими условиями для произрастания данной культуры, а также её высокой рентабельностью, что позволяет ряду малых фермерских хозяйств получать прибыль в размере 50 % от общего объёма их доходов [30, 91].

На долю Саратовской области приходится около 10 % посевных площадей подсолнечника, что составляет около 500 тыс. га. Валовой сбор семян этой культуры в регионе достигает более 100 тыс. т [14].

В 2013 г. подсолнечником было засеяно 1,5 млн га, что на 20 % больше по сравнению с 2012 г., при научно обоснованном пределе 550 тыс. га. Для сравнения в 2000 г. в регионе было засеяно 484 тыс. га [14, 17].

Характерные особенности климата Саратовской области – континентальность, засушливость и большая изменчивость из года в год.

Из анализа данных следует, что на три года из десяти приходится засуха, вследствие чего недостаток влагообеспеченности составляет более чем 60 % [55, 56]. При такой неустойчивости климата возделывание районированных сортов подсолнечника является для многих сельхозпроизводителей наименее рискованным с экономической точки зрения, так как растения подсолнечника более приспособлены к произрастанию в засушливых условиях [57].

Однако дальнейшее увеличение площадей посевов подсолнечника, несмотря на значительную ценность продуктов переработки данной культуры для жизнедеятельности человека и на то, что она является неплохим предшественником для зерновых, может привести к вытеснению других культур, истощению плодородного слоя почвы и засорённости полей сорняками.

Следует также отметить, что большинство сельскохозяйственных предприятий, занимающихся производством подсолнечника, не соблюдают условие возвращения данной культуры на прежнее поле не ранее чем через 8–12 лет. В результате плодородный слой почвы не успевает восстановиться, что неблагоприятно сказывается на урожайности последующих культур.

Несомненно, постоянно растущую потребность населения в растительных жирах следует удовлетворять, увеличивая количественные показатели конечного продукта переработки масличных. Однако при этом необходимо придерживаться соотношения возделываемых площадей, занятых под зерновыми культурами и под подсолнечником. Особое внимание в производстве подсолнечника требуется уделять повышению его урожайности и как следствие – валовому сбору семян, что позволит в дальнейшем не наращивать площади посевов данной культуры, а увеличить выход конечного продукта.

В Саратовской области урожайность семян подсолнечника очень низкая и не превышает 10 ц/га при потенциально возможной 50 ц/га [81]. Получить более высокие урожаи можно при соблюдении и совершенствовании технологии возделывания и уборки данной культуры.

При уборке подсолнечника следует учитывать некоторые особенности физико-механических свойств культуры, отличных от зерновых [10, 11, 13, 81],

а также тот факт, что конструктивное исполнение отдельных рабочих элементов комбайнов, таких как хедеры, молотильно-сепарирующее устройство (МСУ) и воздушно-решётная очистка (ВРО), в основном направлено на уборку зерновых культур. Сельхозпроизводители вследствие ряда экономических, организационных и конструктивных причин не оснащают уборочные агрегаты специализированными приспособлениями для скашивания, обмола та и сепарации подсолнечника, которые значительно повышают качество уборочного процесса и тем самым увеличивают валовой сбор и выход семян с комбайна.

Отсутствие таких приспособлений нарушает технические условия процесса уборки – возрастают потери семян за жаткой и молотилкой, увеличивается дробление семян, возрастает сорность в проходе с решёт очистки до 14 %.

Отклонение значения фактической урожайности подсолнечника от биологической естественно. В идеальном варианте эта разница должна составлять процент от биологической урожайности, обусловленный техническим заданием на уборочный процесс [10, 11, 86]. Для достижения качества уборочного процесса в соответствии с техническим заданием следует не только осуществлять регулировки и настройки узлов и агрегатов комбайна, но и придерживаться конструктивного переоснащения на ту или иную культуру с учётом особенностей её физико-механических свойств.

Завершающим звеном в технологическом процессе уборки подсолнечника является очистка. От качества работы воздушно-решётной очистки комбайна зависит финансовый результат, который планирует получить сельхозпроизводитель. Стоимость тонны сдаваемых семян прямо пропорциональна степени их чистоты, разделяемой на классы. Для достижения требуемого качества подсолнечника по степени чистоты, которая должна составлять не более 2,5 % содержания сорных примесей, необходимо осуществлять доочистку собранного урожая на зерноочистительных стационарных пунктах. А это весьма материало- и энергоёмкая операция, требующая значительных финансовых затрат со стороны сельхозпроизводителя [19, 51, 53].

Таким образом, возрастает себестоимость семян подсолнечника, что в конечном итоге приводит к повышению цен на подсолнечное масло.

Совершенствование конструкции воздушно-решётной очистки комбайна с целью доведения содержания сорных примесей в проходе до требуемого значения позволит избежать дополнительной очистки семян и получить требуемый результат по чистоте уже в процессе уборки.

В диссертационной работе данная задача решается путём научного анализа и обоснования выбора технического решения, а также посредством теоретических исследований и экспериментальных опытов.

Работа выполнялась с 2008 г. в Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И. Вавилова на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК».

**Степень разработанности темы исследования.** Составлена классификация решёт, используемых как в ВРО, так и в стационарных зерноочистительных машинах. Разработана конструктивно-технологическая схема очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями, теоретически обоснованы закономерности, характеризующие влияние параметров решета на сорность вороха в проходе и количество семян в сходе, уточнены геометрические размеры семян подсолнечника, проведена экспериментальная проверка работы решета с регулируемыми отверстиями.

**Цель исследования** – повышение качества очистки вороха подсолнечника в зерноуборочном комбайне за счёт разработки решета с регулируемыми отверстиями.

**Научная новизна** диссертации заключается в усовершенствовании технологического процесса очистки вороха подсолнечника применением решета с регулируемыми отверстиями и гофрами, теоретическим обоснованием зависимостей содержания сорных примесей в проходе вороха через решето и семян в сходе от его конструктивных и режимных параметров.

**Теоретическая и практическая значимость.** На основе исследований разработан технологический процесс очистки вороха подсолнечника, сни-

жающий содержание сорных примесей в проходе через решето и количество семян в сходе.

Предложены математические выражения для определения:

- вероятности просеивания семян через регулируемые отверстия;
- содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями;
- размеров гофр решета с регулируемыми отверстиями и расстояния между ними.

Выведен коэффициент смещения отверстий  $\tau$  при просеивании через них вороха подсолнечника различных сортов.

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и совершенствовании решёт для очистки вороха подсолнечника. Применение предлагаемого решета с регулируемыми отверстиями позволит снизить содержание сорных примесей в проходе до 2,3 % от всей массы вороха подсолнечника, подаваемого на решето.

**Методология и методы исследования.** В методологии исследований использован системный подход, позволяющий раскрыть целостность объекта исследований и взаимообусловленность связей между размерами регулируемых отверстий, геометрическими размерами семян, параметрами ВРО, размерами гофр решета с регулируемыми отверстиями и содержанием сорных примесей в проходе вороха и семян в сходе. Теоретические исследования проведены методом математического анализа с использованием известных законов и методов механики в сочетании с математикой. Экспериментальные исследования выполнены методом полного факторного эксперимента с применением теории вероятностей и математической статистики. Для обработки результатов экспериментальных исследований использованы статистические методы.

**Научные положения,** выносимые на защиту:

- усовершенствованный технологический процесс очистки вороха подсолнечника;
- конструктивно-технологическая схема воздушно-решётной очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями;

- математические выражения для определения вероятности просеивания семян через регулируемые отверстия;
- аналитические зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника и семян в сходе от конструктивных и режимных параметров решета с регулируемыми отверстиями.

**Степень достоверности и апробация работы.** Теоретические исследования подтверждены экспериментальными данными с доверительной вероятностью 0,945. Результаты исследований доложены и одобрены:

- на научно-технических конференциях Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова (Саратов, 2008–2014 гг.);
- на конкурсе научных проектов молодых учёных «Инновационная наука – молодой взгляд в будущее» (Саратов, 2009 г.);
- на Всероссийской молодёжной выставке-конкурсе прикладных исследований, изобретений и инноваций (Саратов, 2009 г.);
- на Всероссийской выставке-конкурсе «Саратовский салон изобретений, инноваций и инвестиций» (Саратов, 2013 г.).

Аналитические выражения, полученные при исследованиях, могут быть использованы в конструкторских бюро и организациях, занимающихся проектированием и производством ВРО зерноуборочных комбайнов и стационарных зерноочистительных машин. Опытный образец решета с регулируемыми отверстиями испытан и внедрён в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области.

Основные положения диссертации опубликованы в 16 научных работах. Общий объём публикаций – 2,53 печ. л., из которых 1,72 печ. л. принадлежит лично соискателю, в том числе 3 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 243 с, содержит 53 рисунка, 4 таблицы, 14 приложений. Список литературы включает 136 наименований, в том числе 11 –на иностранном языке.

# **1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

## **1.1 Технологические схемы работы воздушно-решётных очисток зерноуборочных комбайнов**

Резкое увеличение в последнее десятилетие площадей, засеиваемых подсолнечником, способствует повышению выхода конечной продукции переработки – подсолнечного масла. Однако себестоимость возделывания и переработки данной культуры остаётся высокой. Кроме того, происходит истощение земельных ресурсов, так как произрастание и развитие растений подсолнечника требует значительного количества питательных веществ, для восстановления и накопления которых в почве необходим ряд природных и технологических факторов, таких, как внесение органических и минеральных удобрений, своевременная борьба с сорняками, влагозарядка, обработка почвы, соблюдение севооборота и др.

Для снижения себестоимости производства одного центнера подсолнечника необходимо сократить затраты на технологию его возделывания, уборки и переработки путём уменьшения материальных и энергетических затрат на технологические процессы [64, 72, 84].

Внедрение новых технологических приёмов возделывания и уборки подсолнечника требует модернизации технических средств, позволяющих сократить количество технологических операций и тем самым минимизировать материальные, энергетические и трудовые затраты. При этом необходимо стремиться к повышению качества выполняемого процесса и максимальному приближению полученного результата к агротехническим требованиям или техническому заданию.

Применение инновационных технологий при уборке подсолнечника – актуальная и своевременная задача, так как в стране наблюдается тенденция к росту посевных площадей под данную культуру.

Повышение качества очистки вороха подсолнечника до содержания сорных примесей, удовлетворяющего требованиям приёма, позволит избежать его до-

полнительной очистки на зерноочистительных машинах и тем самым сократить материало- и энергозатраты [59, 103, 108].

В связи с развитием комбайностроения наблюдается увеличение площадей решёт очистки у моделей комбайнов отечественного и зарубежного производства. Это пропорционально связано с увеличением ширины и диаметра молотильного барабана.

Так, если у комбайна СК-5М-1 «Нива» общая площадь решёт составляет  $2,133 \text{ м}^2$  [99], то у модели «Нива-Эффект», выпуск которой начался с 2004 г., –  $2,42 \text{ м}^2$  [84, 110, 111].

У комбайна «Дон-1500», являющегося базовой моделью семейства самоходных однобарабанных комбайнов марки «Дон», общая площадь решёт очистки –  $3,82 \text{ м}^2$ . В конструкциях «Дон-1500Б» она была увеличена до  $4,74 \text{ м}^2$  [84, 111, 117].

Площадь решёт очистки у комбайнов модификаций «Vektor-410/420» и «Acros-530/535/565» –  $3,59$  и  $4,74 \text{ м}^2$  соответственно [84, 110, 111].

Максимальную площадь решёт очистки  $5,5 \text{ м}^2$  имеет комбайн марки «Енисей-970» и  $4,25 \text{ м}^2$  «Енисей-960/967» семейства «Енисей» (ОАО «Агромашхолдинг»).

Максимальную площадь очистки имеет модификация «Палессе GS14» –  $5,8 \text{ м}^2$ , минимальную – «Палессе GS07» и «Палессе GS812» –  $3,86 \text{ м}^2$  семейства «Палессе GS07» (ПО «Гомсельмаш») [84, 111].

Площадь решёт очистки у комбайнов марки Deutz Fahr колеблется от 3 до  $6,32 \text{ м}^2$  [84]. Максимальную площадь  $6,32 \text{ м}^2$  имеют модификации Deutz Fahr 5690H/HTS и Deutz Fahr 5695HTS.

Комбайны модификации «Ghallerger» оборудованы воздушно-решётными очистками с площадью сепарации от 3,6 («Ghallerger» CH 640) до  $5,58 \text{ м}^2$  («Ghallerger» CH 652/CH 652 AL) [84, 111].

В комбайнах фирмы «Massey Ferguson» площадь решёт очистки составляет от  $4,67 \text{ м}^2$  («MF 7244 Activa») до  $5,58 \text{ м}^2$  («MF 7246 Activa», «MF 7270 Beta», «MF 7270 Beta AL»). В конструкциях комбайнов марки «Fendt» максимальная площадь решёт очистки  $9,06 \text{ м}^2$  у модификации «Fendt» 6300 C и «Fendt» 6300 C-AL, минимальная  $4,67 \text{ м}^2$  – у модификации «Fendt» 5220 E и «Fendt» 5250 E [84, 111].

Площадь решёт очистки у модификаций комбайнов «CIAAS» следующая:

- «Dominator 130–150» – 3 м<sup>2</sup>;
- «Medion 310–330» – 4,25 м<sup>2</sup>;
- «Mega 350–370» – 4,7–5,65 м<sup>2</sup>;
- «Tugano 320–450» – 4,25–5,65 м<sup>2</sup>;
- «Lexion 510 – Lexion 600 TERRA TRAC» – 4,4–6,2 м<sup>2</sup> [135].

Нужно отметить, что воздушно-решётные очистки зерноуборочных комбайнов имеют дополнительные конструктивные элементы, способствующие повышению качества очистки.

Согласно С.А. Алферову [2], все воздушно-решётные очистки можно разделить на три типа.

Первый тип – воздушно-решётная очистка с удлинителем верхнего решета (рисунок 1.1). С целью повышения эффективности процесса сепарации над колосовым шнеком устанавливается удлинитель верхнего решета, который представляет собой отдельный участок жалюзийного решета. Подобная конструкция позволяет производить дополнительную очистку схода вороха подсолнечника, поступающего в колосовой шнек. Жалюзи удлинителя регулируется идентично жалюзи верхнего решета.

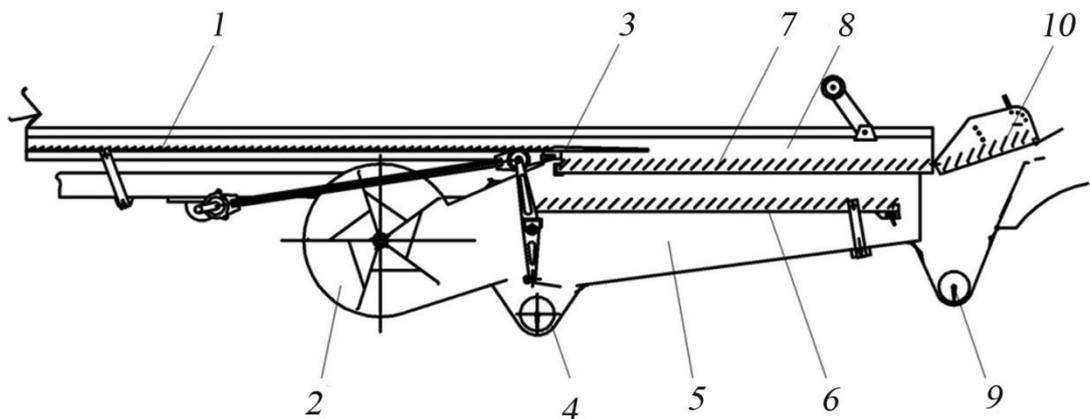


Рисунок 1.1 – Схема воздушно-решётной очистки комбайнов СК-5, СК-6, Дон-1500, Дон-1500Б: 1 – стрясная доска; 2 – вентилятор; 3 – пальцевая решётка; 4 и 9 – зерновой и колосовой шнеки; 5 и 8 – нижний и верхний решётные станы; 6 и 7 – нижнее и верхнее жалюзийные решета; 10 – удлинитель верхнего решета

К недостаткам данной технологической схемы можно отнести то, что конструкция удлинителя не отличается от жалюзийного решета, и в процессе сепарации вороха подсолнечника его технологический зазор также подвержен забиванию крупными сорными примесями (остатки стеблей, корзинок).

Незначительная длина данной приставки не способна эффективно влиять на содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника.

Второй тип – воздушно-решётная очистка с дополнительной стрясной доской (рисунок 1.2). ВРО зерноуборочного комбайна СКД-5РСИ «Сибиряк» оснащена дополнительной стрясной доской и вторым зерновым шнеком. Данная конструкция позволяет использовать её для уборки риса и других труднообмолачиваемых зерновых культур [2, 41].

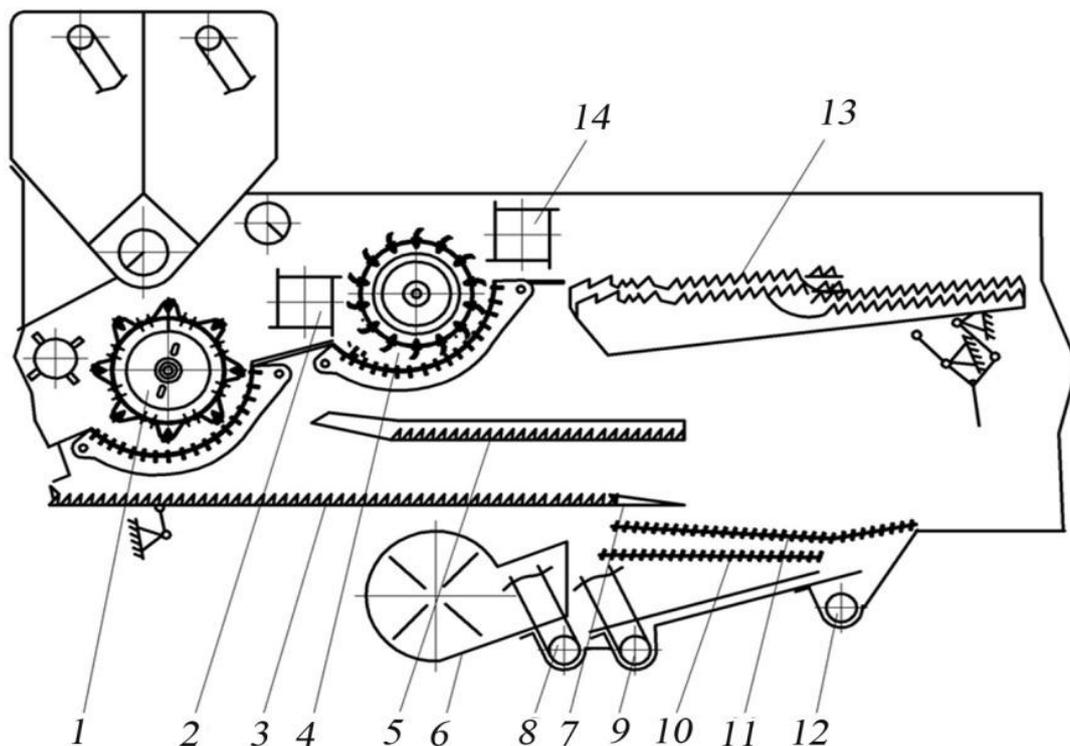


Рисунок 1.2 – Схема ВРО зерноуборочного комбайна СКД-5РСИ «Сибиряк» с дополнительной стрясной доской:

1 и 4 – первое и второе молотильно-сепарирующие устройства;

2 и 14 – промежуточный и отбойный битеры; 3 – стрясная доска;

5 – дополнительная стрясная доска; 6 – вентилятор; 7 – пальцевая решётка;

8 и 9 – шнеки семенного и товарного зерна;

10 и 11 – нижнее и верхнее жалюзийные решёта; 12 – колосовой шнек; 13 – соломотряс

Дополнительная стрясная доска используется с целью разделения зернового вороха на семенное и товарное зерно. При работе очистки зерно, полученное в результате обмолота скошенной массы 1-м молотильным барабаном, имеет меньшее дробление и по качеству относится к семенному. Данное зерно через стрясную доску 3 поступает в шнек 8 для семенного зерна. Зерно, полученное при обмолоте 2-м молотильным барабаном, имеет качество 2-го сорта. Через дополнительную стрясную доску 5 оно поступает в шнек 9 для товарного зерна. Подобная схема также применяется и в зерноуборочных комбайнах марки «Challenger» [84, 111].

К недостаткам данной конструктивной схемы при обмолоте подсолнечника следует отнести то, что семянки, полученные при обмолоте 1-м и 2-м молотильными барабанами, попадают в итоге на общий решётный стан, где происходит их смешивание. Кроме того, подобная схема очистки подразумевает дробление семянок подсолнечника, что в дальнейшем негативно сказывается на их хранении.

Третий тип – воздушно-решётная очистка, имеющая дополнительное решето с пробивными отверстиями (рисунок 1.3).

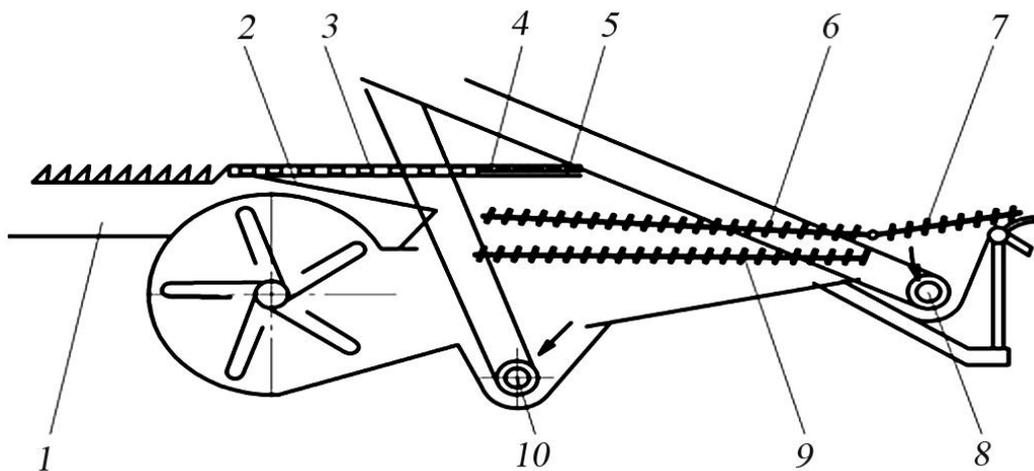


Рисунок 1.3 – Схема очистки комбайна СК-5 с дополнительным решетом:

- 1 – стрясная доска (укороченная); 2 – скатная доска;
- 3 – дополнительное решето с отверстиями  $\text{Ø } 16 \dots 23 \text{ мм}$ ;
- 4 – пробивное решето с отверстиями  $\text{Ø } 10 \dots 12 \text{ мм}$ ;
- 5 – пальцевая решётка; 6 и 9 – верхнее и нижнее жалюзийные решета;
- 7 – удлинитель верхнего решета; 8 и 10 – колосовой и зерновой шнеки

Краснодарскими механизаторами [2, 41] предложена схема ВРО с дополнительным решетом. Стрясная доска на конце оснащена двумя решетами с круглыми пробивными отверстиями. Разработанное приспособление позволяет повысить пропускную способность зерноуборочного комбайна при уборке сухих хлебов.

Подобная схема очистки в настоящее время применяется в конструкции зерноуборочных комбайнов «Джон Дир» серии Т670i, Т560i, у которых вместо двух пробивных решёт используются четыре решета, установленные в конце стрясной доски, – система очистки Dyna Flo II, Dual Flo.

К недостаткам подобной схемы очистки можно отнести высокую вероятность забивания отверстий решёт диаметром 16...23 мм сорными примесями вороха подсолнечника. Кроме того, на передней части верхнего жалюзийного решета может накапливаться ворох подсолнечника, что снижает эффективность его работы.

Технологическое расстояние между пробивным решетом 4 с отверстиями Ø 10...12 мм и пальцевой решёткой не способно обеспечить качественное прохождение вороха подсолнечника. А при увеличении подачи вороха данное пространство может забиваться крупными сорными примесями. Кроме того, дополнительные решёта имеют небольшую площадь сепарации в сравнении с решётными станами.

В комбайнах «Джон Дир» серии 1470/1570 применяется четырёхступенчатая система очистки, которая исключает наличие дополнительных решёт на конце стрясной доски и состоит из двух жалюзийных решёт и расположенных под ними ещё двух ступеней очистки (рисунок 1.4).

Подобная конструкция позволяет повысить качество очистки вороха подсолнечника за счёт прохождения через четыре ступени.

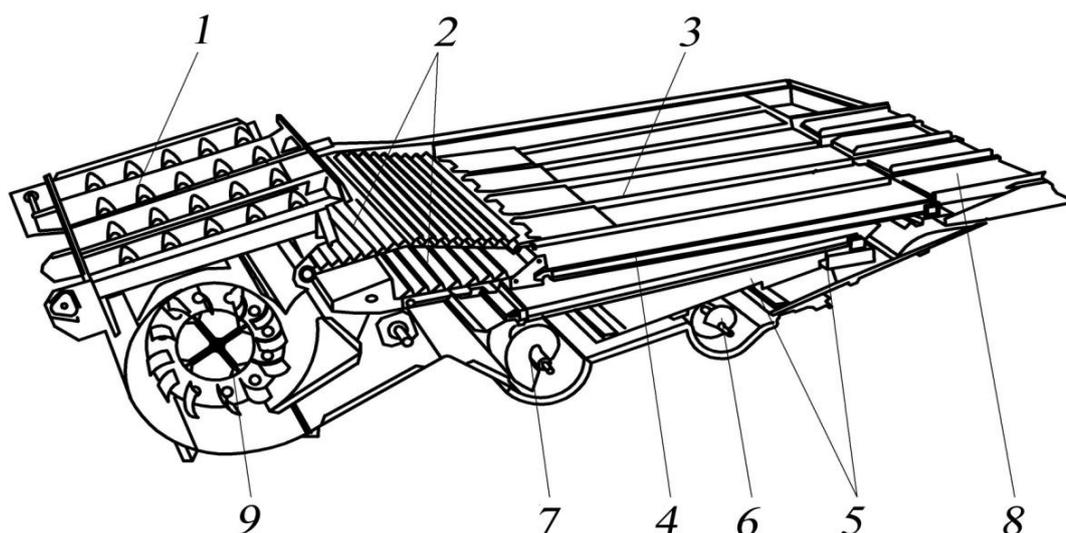


Рисунок 1.4 – Конструкция ВРО комбайнов «Джон Дир» 1470/1570: 1 – шнеки; 2 – стрясные доски; 3 – верхний решётный стан; 4 – нижний решётный стан; 5 – дополнительные ступени очистки; 6, 7 – колосовой и зерновой шнеки; 8 – удлинитель верхнего решета; 9 – вентилятор

Однако нижние ступени очистки предназначены в основном для зернобобовых культур, сорные примеси которых беспрепятственно выдуваются воздушным потоком. При сепарации вороха подсолнечника данные ступени очистки забиваются крупными сорными примесями, что снижает пропускную способность и увеличивает сход семян в колосовой шнек.

Опытная комбинированная воздушно-решётная очистка вороха включает в себя каскады, два жалюзийных решета, аспирационный канал и центробежный вентилятор [2, 41] (рисунок 1.5). Ворох подсолнечника, проходящий по трём каскадам, под воздействием аспирационного воздушного потока практически полностью освобождается от сорных примесей.

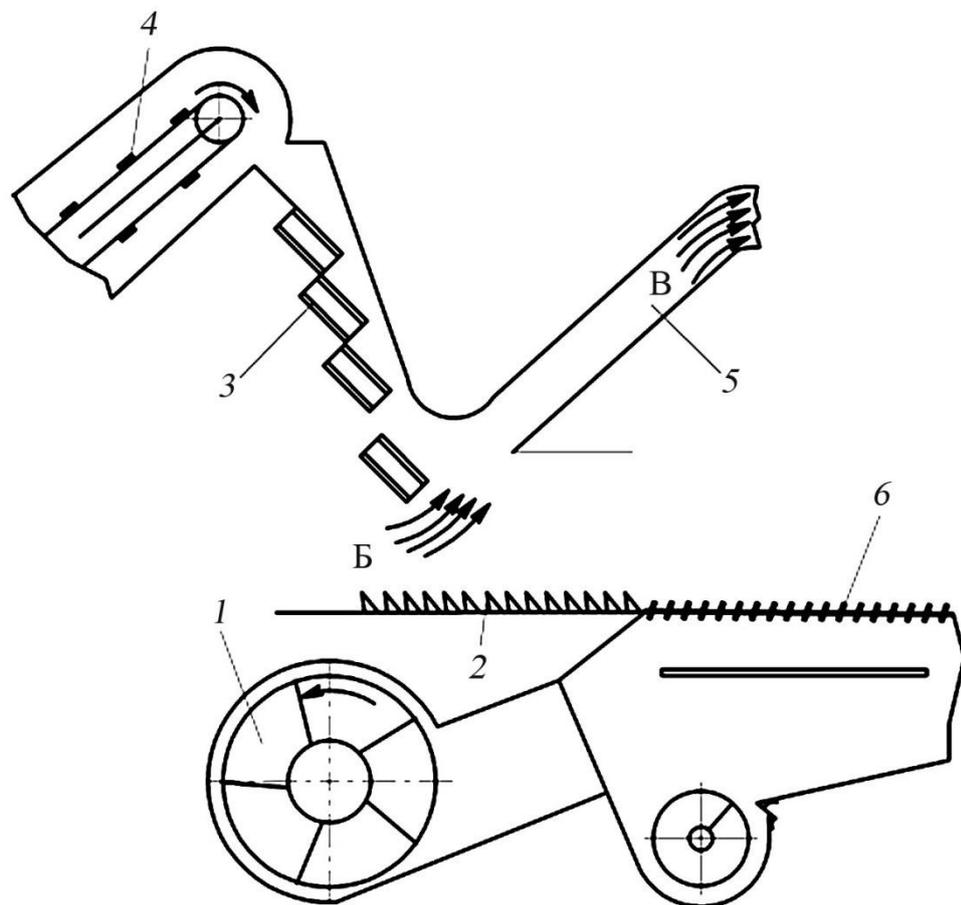


Рисунок 1.5 – Схема ВРО зерноуборочных комбайнов завода «Ростсельмаш» с воздушно-аспирационным каналом и каскадами: 1 – вентилятор; 2 – стрясная доска; 3 – каскады-желобы; 4 – загрузочный транспортёр; 5 – трубопровод аспирации; 6 – жалюзийные решета; Б и В – зоны входа воздушного потока

Конструкция обеспечивает высокую пропускную способность вороха – 15...18 кг/с при незначительных потерях. Однако вследствие громоздкости и повышенных габаритных размеров (ширина установки составляет 1800 мм) данная схема очистки серийно не производится.

В настоящее время широко применяется конструкция воздушно-решётной очистки комбайнов «Massey Ferguson» серии MF 34 и MF 38 (рисунок 1.6) с тремя жалюзийными решётками. К недостаткам данной конструкции следует отнести высокую вероятность забивания жалюзийных решёт и невозможность регулировки под отдельные культуры или сорта, что вызывает необходимость дополнительной обработки убираемого урожая.

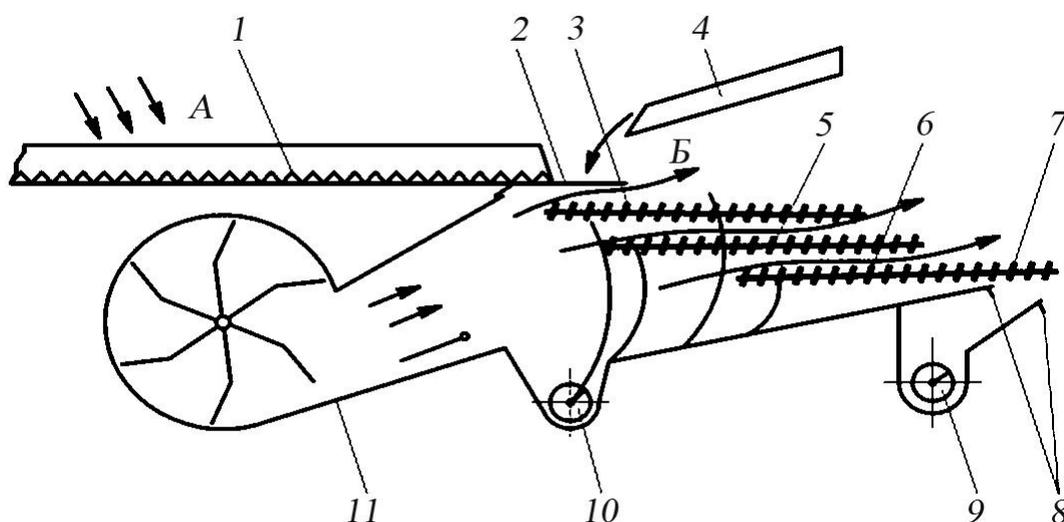


Рисунок 1.6 – Схема ВРО зерноуборочного комбайна «Massey Ferguson» (Канада):

- 1 – встрясная доска; 2 – пальцевая решётка; 3 – первое жалюзийное решето;
- 4 – поддон соломотряса; 5 – второе жалюзийное решето;
- 6 – третье жалюзийное решето; 7 – удлинитель третьего решета;
- 8 – скатные доски; 9 и 10 – колосовой и зерновой шнеки;
- 11 – двухсекционный вентилятор; А и Б – подача вороха подсолнечника

Воздушно-решётная очистка зерноуборочного комбайна 1480 «Интернациональ» оснащена двумя жалюзийными решётками (рисунок 1.7). Однако данная модель комбайна имеет роторное молотильно-сепарирующее устройство, вследствие чего происходит повышенное измельчение вороха подсолнечника. Поэтому двухступенчатой очистки недостаточно для достижения требуемой чистоты в проходе.

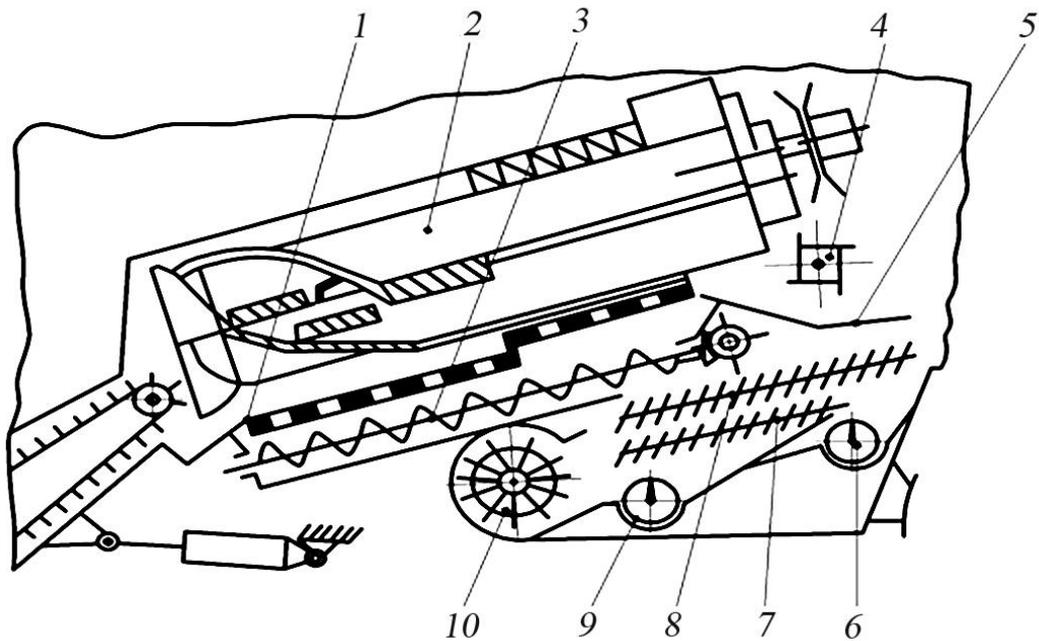


Рисунок 1.7 – ВРО зерноуборочного комбайна 1480

фирмы «Интернациональ» (США): 1 и 2 – дека и ротор  
 молотильно-сепарирующего устройства; 3 – шнек для мелкого вороха;  
 4 – отбойный битер; 5 – решётка битера; 6 и 9 – колосовой и зерновой шнеки;  
 7 и 8 – жалюзийные решёта; 10 – вентилятор

Для обеспечения равномерной подачи вороха на решёта и исключения забивания клавиш в конструкции ВРО зерноуборочного комбайна «Джон Дир» 8820 установлен шнек для мелкого вороха (рисунок 1.8). Отсутствие стрясной доски в подобной схеме очистки исключает предварительное разделение вороха подсолнечника на крупные сорные примеси и семянки, что приводит к повышенной загрузке решёт и снижению качества очистки.

Преимуществом конструкции ВРО с пространственными решётами является высокая пропускная способность пальцевых решёт и равномерное распределение вороха по всей площади сепарации (рисунок 1.9). К недостаткам данной схемы можно отнести взаимодействие между решётами и как следствие – сложность их регулировки. Каскадная схема очистки способствует увеличению схода семянки в колосовой шнек.

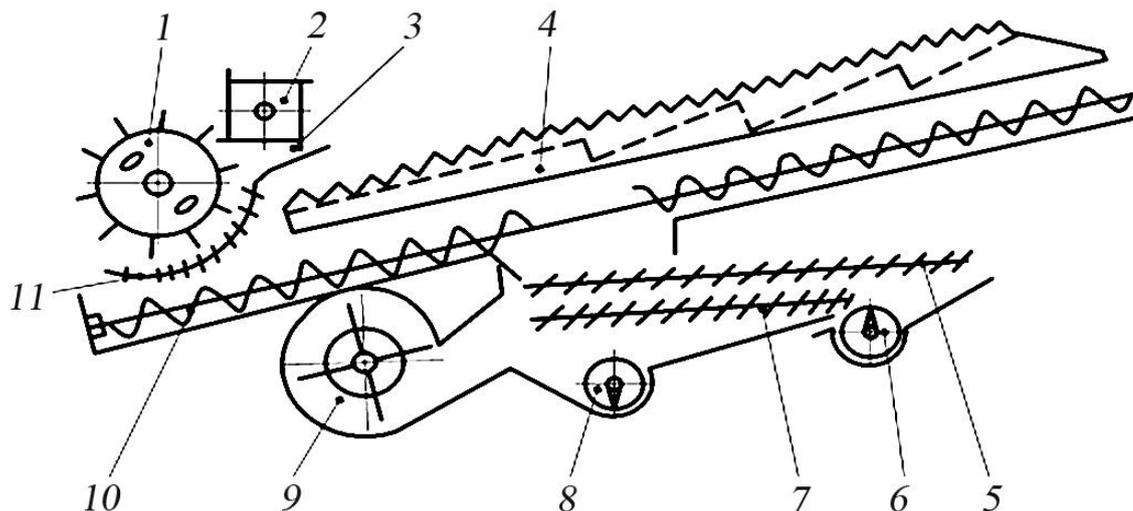


Рисунок 1.8 – Схема ВРО зерноуборочного комбайна

«Джон Дир» 8820 (США): 1 – молотильный барабан;

2 – отбойный битек; 3 – сепарационная решётка битера; 4 – соломотряс;

5 и 7 – жалюзийные решёта; 6 и 8 – колосовой и зерновой шнеки;

9 – вентилятор; 10 – шнек для мелкого вороха; 11 – дека

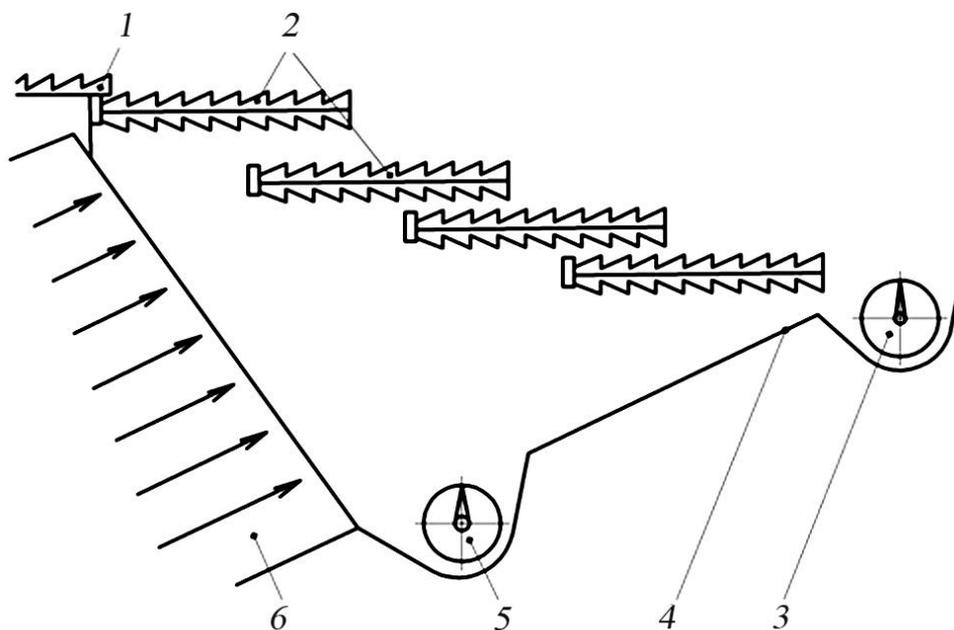


Рисунок 1.9 – Схема ВРО зерноуборочных комбайнов завода «Ростсельмаш»

с пространственными решётками и линейными пальцевыми каскадами:

1 и 4 – стрясная и скатная доски; 2 – пальцевая решётка (гребёнка);

3 и 5 – колосовой и зерновой шнеки; 6 – напорная труба вентилятора

## 1.2 Сравнительный анализ конструкций решёт, применяемых в ВРО зерноуборочных комбайнов

В настоящее время модернизация жалюзийных решёт представлена следующей конструкцией [75, 111]. Торгово-производственной компанией «EUROSI-BAGRO» разработано универсальное высокоэффективное решето (УВР), которое устанавливают на зерноуборочные комбайны как отечественных, так и зарубежных производителей.

Решето представляет собой прямоугольную раму 1 (рисунок 1.10), на которой установлены поворотные оси 2 с гребёнками 3, которые разделены на верхние и нижние части. Верхняя часть гребёнки выполнена волнообразной и представляет собой лепестки 4, разделённые язычковыми выступами 5 углублённой формы (рисунок 1.11, а).

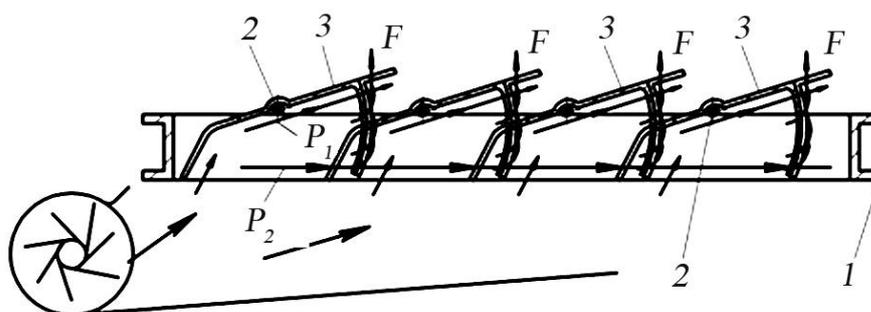


Рисунок 1.10 – Универсальное высокоэффективное решето:

1 – рама; 2 – поворотные оси; 3 – гребёнки

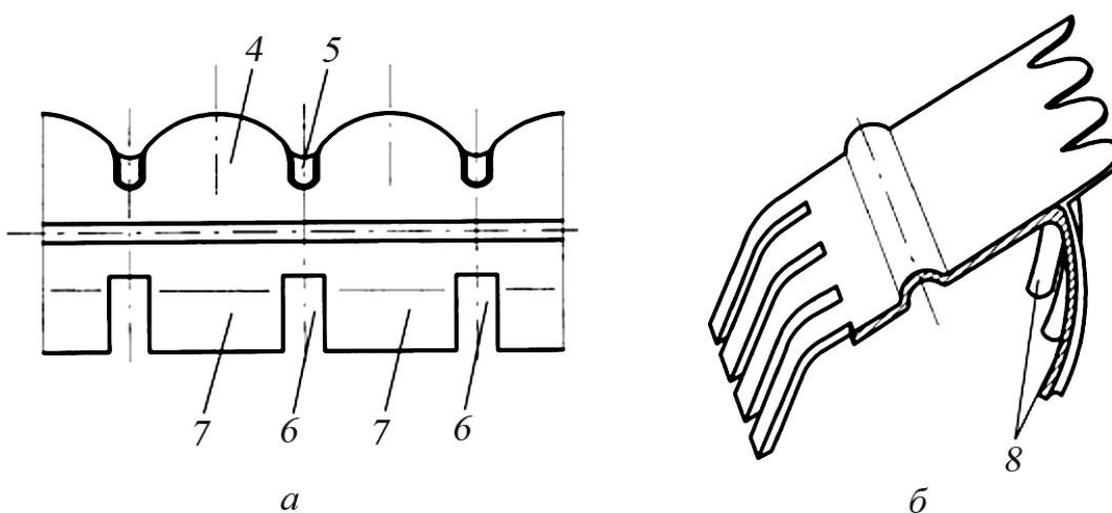


Рисунок 1.11 – Гребёнка универсального высокоэффективного решета:

а – гребёнка (вид сверху); б – верхняя часть гребёнки

Нижняя часть гребёнки отогнута и имеет форму прямоугольника, разделённого на пазы 6. Таким образом, между пазами образуется прямоугольная юбка 7. Причём каждый паз расположен напротив язычкового выступа 5 верхней части гребёнки.

На верхней части гребёнки также имеются зубья 8 (рисунок 1.11, б), число которых равно числу пазов 6. Зубья 8 – выпуклой формы. Причём выпуклость зуба обращена в сторону паза последующей гребёнки, расположенной на соседней поворотной оси.

Решето работает следующим образом. Часть подаваемого воздуха прямоугольной юбкой распределяется на два направления – верхнее и нижнее. Верхнее движение происходит вдоль юбки и далее по поверхностям гребёнок. Нижнее направление осуществляется между пазами, что способствует выдуванию длинных солоmistых примесей, попадающих в пространство между гребёнками.

К достоинствам УВР можно отнести равномерное распределение воздушного потока по решету, эффективную очистку от лёгких длинных солоmistых примесей, высокую пропускную способность.

Недостатком решета является вероятность попадания в сход мелких тяжёлых примесей. Кроме того, конструкция не способствует выдуванию длинных солоmistых примесей, которые попадают в пространство между верхней частью гребёнки и основанием зубьев 8.

Регулируемое решето Л. Н. Буркова (рисунок 1.12) представляет собой П-образную раму 1, на которой неподвижно закреплено верхнее решето 2 с отверстиями 3 прямоугольной формы [76]. Снизу установлено нижнее решето 4, также с отверстиями прямоугольной формы, имеющее возможность перемещаться относительно верхнего решета 2.

Плотное прилегание нижнего решета 4 к верхнему 2 обеспечивается бортиками 5. Нижнее решето перемещается относительно верхнего посредством механизма 6 регулирования.

При перемещении нижнего решета относительно верхнего происходит уменьшение или наоборот увеличение проходного отверстия в зависимости от технологической задачи, которое образуется при сопряжении верхнего и нижнего решёт.

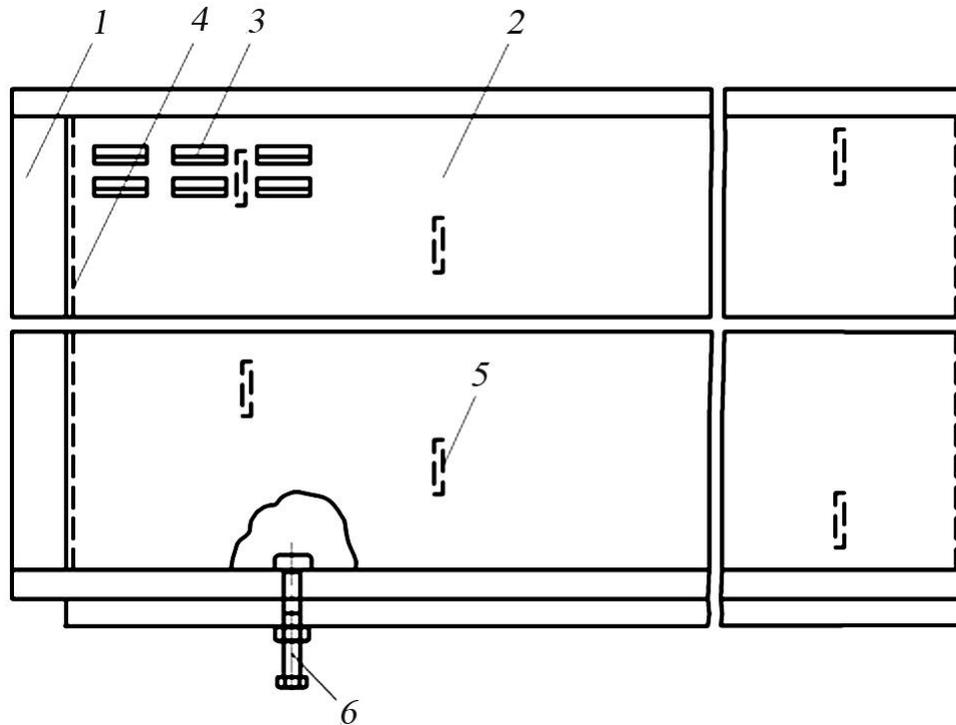


Рисунок 1.12 – Регулируемое решето Буркова:

1 – П-образная рама; 2 – верхнее решето; 3 – отверстие прямоугольной формы;  
4 – нижнее подвижное решето; 5 – бортики; 6 – механизм регулирования

К недостаткам решета можно отнести вероятность забивания углов прямоугольных отверстий мякиной и другими мелкими фракциями. Кроме того, конструкция не способствует перемещению вороха подсолнечника в нужном направлении при наклоне решета, так как отсутствуют поперечные перегородки. Данная конструкция также не обеспечивает равномерного распределения семян по рабочей поверхности, что приводит к неэффективному использованию площади решета и как следствие – снижению его пропускной способности.

Решето В. А. Горлова [77] (рисунок 1.13) состоит из рамы, металлического листа 1 с калиброванными отверстиями, разделенного продольными перегородками 3.

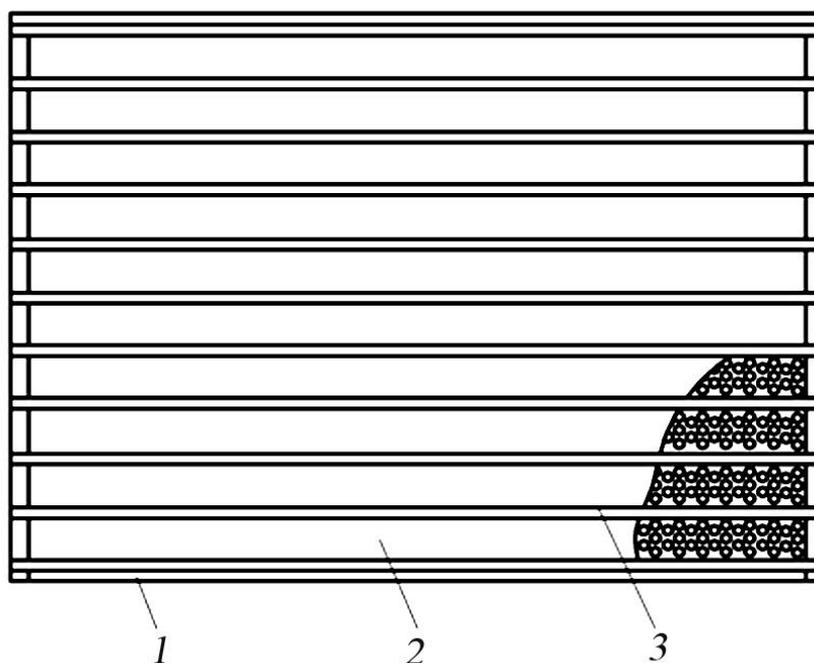


Рисунок 1.13 – Решето В. А. Горлова: 1 – металлический лист с калиброванными отверстиями; 2 – металлический лист; 3 – продольная перегородка в виде гофр

Решето разработано для использования в зерноуборочных комбайнах. К достоинствам конструкции можно отнести:

- возможность подбора решета с разными калиброванными отверстиями под различные культуры и сорта;
- равномерное распределение вороха подсолнечника по всей поверхности решета при боковом наклоне комбайна, при его движении на уклонах и косогорах.

Недостаток решета заключается в том, что распределение вороха подсолнечника происходит неравномерно при продольном наклоне комбайна во время его движения. Кроме того, отсутствует возможность регулировки под отдельные культуры или сорта, что вызывает необходимость замены решета.

В конструкциях воздушно-решётных очисток зерноуборочных комбайнов преобладают жалюзийные решёта. Повышение качества очистки вороха подсолнечника, как правило, достигается за счёт изменения подачи воздуха, траектории движения станков, установки дополнительных приставок и ступеней очистки. Подобная модернизация конструкций воздушно-решётных очисток

не всегда соответствует техническому заданию на уборку конкретной сельскохозяйственной культуры.

Рабочие элементы жалюзи различных марок зерноуборочных комбайнов отличаются по форме и геометрическим размерам, что позволяет подразделить их на лепестковые и чешуйчатые.

Для получения семенного материала в некоторых конструкциях зарубежных комбайнов [84, 111, 134] используются сменные пробивные решета с круглыми проходными отверстиями, форма и размеры которых различаются по виду убираемой на семена культуры.

Из анализа литературных источников следует, что круглая форма проходного отверстия – наиболее предпочтительна в сравнении с другими (квадрат, овал). Это объясняется универсальностью круглой формы проходных отверстий [2].

В конструкциях воздушно-решётных очисток комбайнов «CLAAS» предусмотрена очистка системы 3D, которая позволяет в случае наклона комбайна при его работе выдерживать решётный стан в горизонтальном положении. Оснащение решета продольными перегородками способствует равномерному распределению вороха подсолнечника по всей его поверхности [76].

Анализ существующих конструкций решёт как отечественных, так и зарубежных комбайнов показал, что на качество очистки вороха подсолнечника способны влиять:

- увеличение количества ступеней очистки;
- равномерное распределение массы вороха подсолнечника по отдельным секциям или блокам решета;
- ориентация семянок вороха подсолнечника в проходные отверстия;
- форма и геометрические размеры проходного отверстия.

Жалюзийные конструкции решёт не всегда обеспечивают требуемое качество чистоты вороха подсолнечника при уборке различных сортов. Сорность вороха в проходе после очистки может варьировать от 4,5 до 16 % в зависимости от вида, сорта и физико-механических свойств подсолнечника.

Конструкция жалюзи не способствует тщательной очистке вороха подсолнечника вследствие слишком быстрого прохождения семян сквозь технологические зазоры. Кроме того, форма зазоров не обеспечивает проход крупных семян, которые в результате перемещаются к колосовому шнеку и попадают в домолачивающее устройство. Увеличение технологических зазоров повышает сорность в проходе, что приводит к дополнительным энергозатратам на послеуборочную доочистку бункерного вороха.

Пробивные решёта используются в современных конструкциях зерноуборочных комбайнов, задействованных на уборке зерна на семена. Однако по причине того, что размеры зёрен убираемых культур различны, решёта требуют переустановки под конкретную культуру или сорт.

### 1.3 Классификация решёт

В настоящее время зерноуборочные комбайны и зерноочистительные машины оснащены различными решётами. Применяемые решёта ориентированы на физико-механические свойства очищаемых культур и технологию очистки.

Из сравнительного анализа следует, что конструкции решёт зерноуборочных комбайнов отечественного и зарубежного производства во многом схожи.

Решёта, применяемые для очистки различных культур, можно классифицировать по виду, форме калиброванных отверстий и назначению (рисунок 1.14).

1. По виду решёта подразделяются:

- на жалюзийные – чешуйчатые, комбинированные, волнообразные, с изогнутыми зубьями;
- на ступенчатые – регулируемые и нерегулируемые;
- на листовые – с гофрами (перегородками), перфорированные.

2. По форме калиброванных отверстий различаются решёта с прямоугольными, круглыми, треугольными и эллиптическими отверстиями (решето с регулируемыми отверстиями разработано в Саратовском ГАУ им. Н. И. Вавилова).

3. По назначению решёта делятся следующим образом:

- для зернобобовых культур;

- для кукурузы;
- для гречихи;
- для семян трав и других мелкосеменных культур;
- для подсолнечника.

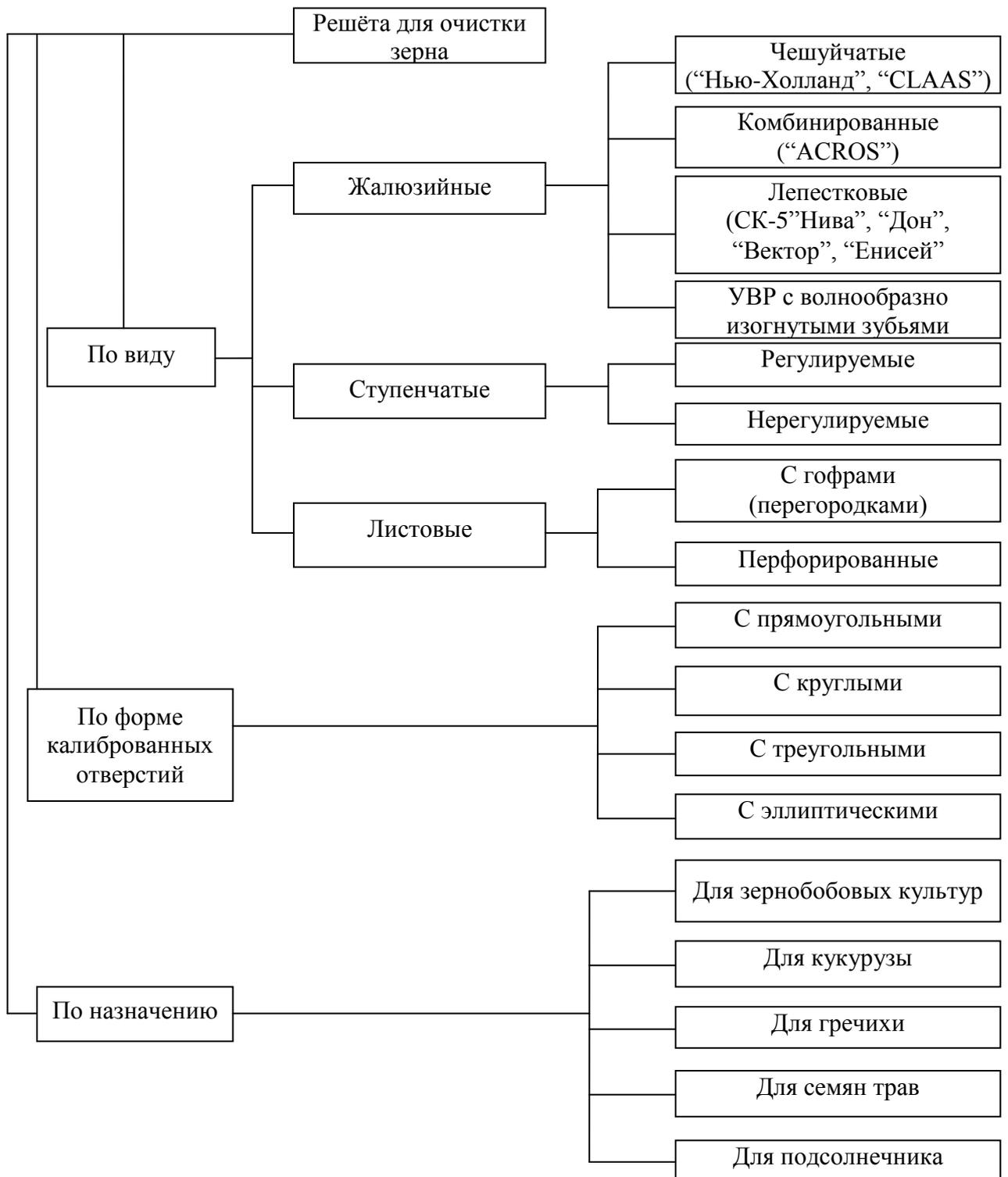


Рисунок 1.14 – Классификация решёт

#### 1.4 Исследование взаимодействия решёт с зерновым ворохом

Исследованием процесса очистки зернового вороха занимались учёные: С.А. Алферов, В.Г. Антипин, И.И. Блехман, В.С. Быков, И.И. Быховской, Ю.А. Вантюсов, И.Ф. Василенко, И.Ф. Гончаревич, И.А. Горбачёв, В.В. Гортинский, В.И. Горшенин, В.П. Горячкин, Ю.И. Ермольев, Э.В. Жалнин, П.М. Заика, А.Н. Зюлин, Н.И. Клёнин, И.Е. Кожуховский, В.А. Кубышев, И.П. Лапшин, Н.П. Ларюшин, М.Н. Летошнев, А.Б. Лурье, М.В. Михайлов, Н.В. Михеев, И.С. Нагорский, И.И. Наконечный, Н.Н. Настенко, В.И. Оробинский, А.И. Петрусов, М.А. Пустыгин, А.И. Русанов, А.И. Ряднов, Л.Т. Свиридов, Г.Ф. Серый, В.И. Славкин, Н.И. Стружкин, А.П. Тарасенко, Г.Д. Терсков, В.Н. Тимощенко, Б.Г. Турбин, Н.Н. Ульрих, А.Н. Цепляев, В.М. Цециновский, М.Н. Чаткин, А.И. Чепурной, В.Д. Шеповалов, С.С. Ямпиров и др.

Василенко И. Ф. вывел дифференциальное уравнение движения частицы по колеблющейся горизонтальной плоскости [15]:

$$m\xi = -ma \pm fmg, \quad (1.1)$$

где  $m$  – масса частицы, кг;

$\xi$  – координата относительного движения, м;

$a$  – ускорение движения частицы,  $\text{м/с}^2$ ;

$f$  – коэффициент трения движения;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Дифференциальное уравнение движения частицы в интервале времени принимает вид (для  $m = 1$ ):

$$\xi'' = r\omega^2 \sin \omega t - fg - k(x' + \xi'), \text{ м}, \quad (1.2)$$

где  $r$  – радиус кривошипа механизма привода, м;

$\omega$  – угловая скорость вращения вала кривошипа за период времени  $t$ , рад/с;

$k$  – постоянная;

$x' + \xi'$  – скорость движения частицы относительно воздуха, м/с.

Известна формула для определения схода зерна с решета в зависимости от его длины и сепарирующей способности, предложенная М. Н. Летошневим [125]:

$$q_3 = qe^{-\mu L}, \text{ кг/с}, \quad (1.3)$$

где  $q$  – подача вороха на решето, кг/с;

$\mu$  – коэффициент сепарации;

$L$  – длина решета, м.

Сход вороха подсолнечника с нижнего решета зерноочистительной машины на участке  $dx$  вычисляют по выражению, предложенному А. В. Чернышёвым [122]:

$$Y_{(k+1)n_1} = \int_0^{L_{kn_1}} dY_{kn_1} e^{-\mu(k+1)n_1(L_{(k+1)n_1}-x)}, \quad (1.4)$$

где  $Y_{(k+1)n_1}$  – сход вороха подсолнечника, кг/с;

$n$  – номер яруса;

$n_1$  – номер решета решётного стана;

$Y_{kn_1}$  – сход вороха подсолнечника с  $kn_1$ -го решета, кг/с.

В теоретическом анализе движения частиц зернового материала С. С. Ямпиллов рассматривает частицы зерна в виде однородного эллипсоида (рисунок 1.15) [125].

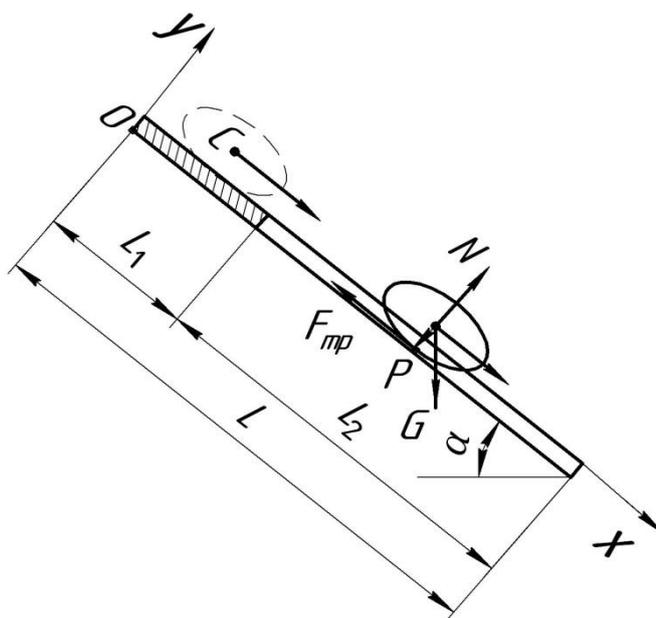


Рисунок. 1.15 – Схема сил, действующих на эллипсоид, движущийся по наклонной скатной доске и сепарирующей гребёнке

Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения эллипсоида по С. С. Ямпилу имеют вид [125]:

$$\begin{cases} m\bar{w}_x = \sum X_i^E = X^E; \\ m\bar{w}_y = \sum Y_i^E = Y^E, \end{cases} \quad (1.5)$$

где  $m$  – масса тела, кг;

$\bar{w}_x, \bar{w}_y$  – проекции ускорений центра масс на оси  $x$  и  $y$ ;

$X_i^E, Y_i^E$  – проекции внешних сил на оси  $x$  и  $y$ ;

$X^E, Y^E$  – проекции главного вектора внешних сил, приложенных к телу, на оси  $x$  и  $y$ .

Скорость движения эллипсоида по гребёнке определяют выражением

$$v_2 = \sqrt{2L_1g(\sin \alpha - f_{\delta p_1} \cos \alpha) + 2L_2g(\sin \alpha - f_{\delta p_2} \cos \alpha)}, \text{ м/с}, \quad (1.6)$$

где  $L_1$  – длина участка сплошной скатной доски, м;

$f_{\delta p_1}$  – коэффициент трения эллипсоида, движущегося по наклонной скатной доске;

$L_2$  – длина сепарирующей гребёнки, м;

$f_{\delta p_2}$  – коэффициент трения эллипсоида, двигающегося по сепарирующей гребёнке.

Муратовым Д.К. была разработана математическая модель функционирования верхнего решета с активно-сепарирующей поверхностью начального участка воздушно-решётной очистки зерноуборочного комбайна [64]. В разработанную модель входят:

- уравнение, характеризующее проход  $Q_{\pi_{11}}$  компонентов мелкого зернового вороха через начальный участок верхнего решета:

$$Q_{\pi_{11}} = \sum_{j=1}^b Q_{pc} b_{j_n} \varepsilon_{\pi_{j1}} (1 - \eta_{11j}), \quad (1.7)$$

где  $Q_{\pi_{11}}$  – проход компонентов мелкого зернового вороха через начальный участок верхнего решета, кг/с;

$Q_{pc}$  – подача мелкого зернового вороха на решётный сепаратор, кг/с;

$b_{j_n}$  – содержание  $j$ -х компонентов в мелком зерновом ворохе, поступающем на решето, кг/с;

$\varepsilon_{n_{j1}}$  – просеивание  $j$ -го компонента мелкого зернового вороха на первом участке решета  $P_{11}$ ;

$\eta_{11j}$  – выделение  $j$ -го компонента воздушным потоком из мелкого зернового вороха, поступившего на первый участок решета  $P_{11}$ ;

- уравнение содержания  $j$ -х компонентов в мелком зерновом ворохе

$$\alpha_{n_{j1}} = \frac{Q_{pc} b_{j_n} \varepsilon_{n_{j1}} (1 - \eta_{11j})}{Q_{n_{11}}}, \quad (1.8)$$

где  $\alpha_{n_{j1}}$  – проход  $j$ -х компонентов мелкого зернового вороха через начальный участок верхнего решета, кг/с;

- уравнение, определяющее сход  $Q_{cx_{j1}}$  компонентов мелкого зернового вороха с начального участка верхнего решета

$$Q_{cx_{j1}} = \sum_{j=1}^b Q_{pc} b_{j_n} \varepsilon_{cx_{j1}}, \quad (1.9)$$

где  $Q_{cx_{j1}}$  – сход  $j$ -го компонента мелкого зернового вороха с первого участка решета  $P_{11}$ ;

- уравнение содержания в мелком зерновом ворохе  $j$ -х компонентов

$$\alpha_{cx_{j1}} = \frac{Q_{pc} b_{j_{n1}} \varepsilon_{cx_{j1}} (1 - \eta_{11j})}{Q_{cx_{11}}}, \quad (1.10)$$

где  $\alpha_{cx_{j1}}$  – сход  $j$ -х компонентов мелкого зернового вороха с начального участка верхнего решета, кг/с.

Приведённые математические выражения трудно применить к просеиванию вороха подсолнечника через решето в силу их особенностей.

## 1.5 Выводы

1. Из проведённого анализа следует, что в настоящее время в зерноуборочных комбайнах используют воздушно-решётные очистки, состоящие из двух и более решёт, преимущественно жалюзийных.

2. Предпочтительными для очистки вороха подсолнечника являются решёта с пробивными отверстиями, наиболее соответствующими форме семянки.

3. В связи с имеющимся разнообразием сортов подсолнечника и отличительными особенностями геометрических характеристик семянки, для повышения качества очистки необходимо регулировать проходные отверстия решёт.

4. Для качественной очистки вороха подсолнечника требуется его равномерное распределение по всей поверхности решета.

5. Процесс взаимодействия вороха подсолнечника с поверхностью решета описан недостаточно полно и применим в основном к конструкциям стационарных зерноочистительных машин.

## 1.6 Задачи исследований

На основании результатов анализа литературных источников и в соответствии с поставленной целью работы определены следующие задачи исследований:

- провести анализ существующих схем воздушно-решётной очистки и конструкций решёт, выявить недостатки в их работе применительно к очистке вороха подсолнечника, обозначить перспективные направления, повышающие качество очистки;

- обосновать конструктивно-технологическую схему очистки вороха подсолнечника, теоретически исследовать технологический процесс очистки решетом с регулируемыми отверстиями и определить его конструктивные и режимные параметры;

- выполнить экспериментальные исследования процесса очистки вороха подсолнечника различных сортов решетом с регулируемыми отверстиями, уточнить физико-механические свойства вороха подсолнечника;
- дать технико-экономическую оценку эффективности работы комбайна с ВРО, оснащённой решетом с регулируемыми отверстиями.

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОСЕИВАНИЯ ВОРОХА ПОДСОЛНЕЧНИКА ЧЕРЕЗ РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

### 2.1 Конструкция решета с регулируемым отверстиями

Для повышения качества сепарации вороха подсолнечника целесообразно оснастить комбайн решетом с регулируемым отверстиями, которое устанавливают под нижним жалюзийным решетом (рисунок 2.1) [78, 79, 80].

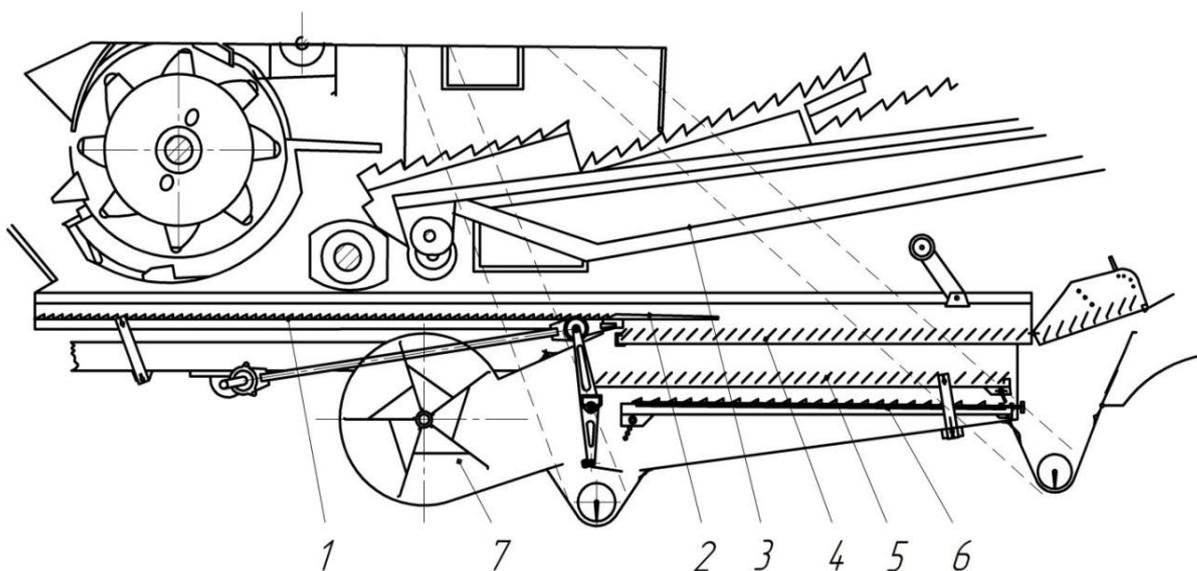


Рисунок 2.1 – Воздушно-решётная очистка зерноуборочного комбайна:

- 1 – скатная доска; 2 – пальцевая гребёнка; 3 – клавиши соломотряса;  
4 – верхний решётный стан; 5 – нижний решётный стан;  
6 – решето с регулируемым отверстиями; 7 – вентилятор

Решето с регулируемым отверстиями представляет собой раму 1 (рисунок 2.2), оснащённую направляющими 2, кронштейнами 3 для крепления к боковине нижнего решётного стана (приложения 1, 2, 3). В направляющих 2 неподвижно установлено верхнее решето 4 с отверстиями, ряды которых разделены поперечными перегородками – гофрами 5 [76, 77, 90, 103, 107], а также подвижное нижнее решето 6. Механизм регулировки решета представляет

собой Г-образную пластину 7, закреплённую в торцевой части подвижного решета 6 регулировочной гайкой 8.

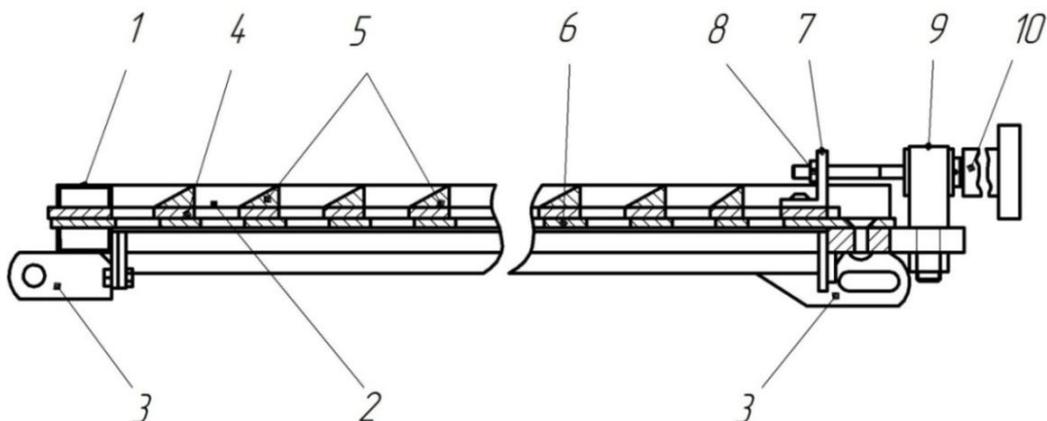


Рисунок 2.2 – Решето с регулируемыми отверстиями:

- 1 – рама решета; 2 – направляющие; 3 – кронштейны крепления;  
 4 – верхнее неподвижное решето; 5 – гофры; 6 – нижнее подвижное решето;  
 7 – Г-образная пластина; 8 – регулировочная гайка;  
 9 – опора регулировочного винта; 10 – регулировочный винт

На раме 1 посредством болтового соединения закреплена опора 9 регулировочного винта 10, сопряжённого с Г-образной пластиной 7 регулировочной гайкой, что позволяет перемещать нижнее подвижное решето 6 относительно верхнего 4, в результате чего образуются регулируемые отверстия (рисунок 2.3).

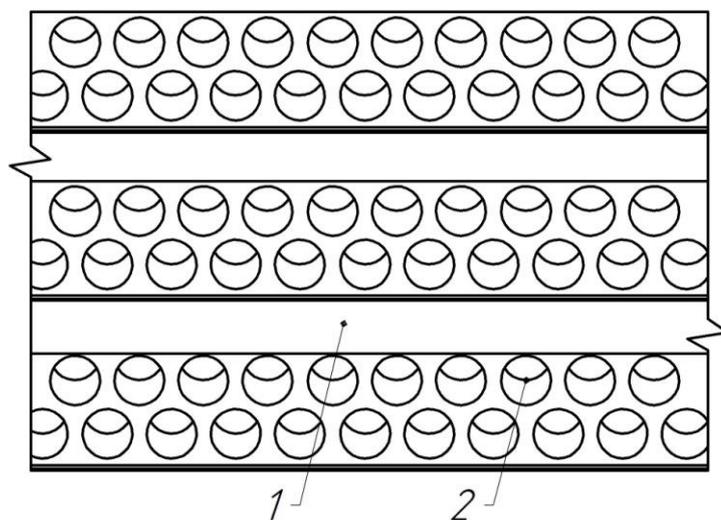


Рисунок 2.3 – Фрагмент решета с регулируемыми отверстиями:

- 1 – гофры; 2 – отверстия

Изменяя размеры отверстий, можно добиться соответствия их размерам семян подсолнечника определенного сорта или гибрида.

## **2.2 Технология очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями**

Перед началом работы оператор при помощи механизма регулировки выставляет заданный размер регулируемых отверстий решета, соответствующий форме продольного сечения семян убираемого сорта.

В процессе уборки ворох подсолнечника подаётся со скатной доски 1 через пальцевую гребёнку 2 и с клавиш соломотряса 3 на верхний решётный стан 4 (см. рисунок 2.1). После прохождения первичной очистки, в процессе которой выдуваются крупные сорные примеси, ворох подсолнечника поступает на нижний решётный стан 5, где происходит отделение средних и мелких сорных примесей.

Ворох подсолнечника, прошедший через две ступени очистки, поступает на решето 6 с регулируемыми отверстиями и гофрами. Посредством гофр ворох подсолнечника разделяется и попадает в ряды отверстий. Возвратно-поступательное движение решета с регулируемыми отверстиями способствует тому, что гофры ориентируют направление движения семян к центру отверстий, способствуя перемещению оставшихся крупных сорных примесей и мелких семян по поверхности решета с их последующим выдувом.

В результате разделения вороха подсолнечника по рядам происходит постепенное просеивание через регулируемые отверстия нижних слоёв семян под непрерывным воздействием верхних слоёв (рисунок 2.4).

Таким образом, создаётся «эффект кипения» вороха подсолнечника, который характеризуется сменой слоёв семян, что способствует повышению качества очистки. В то же время при просеивании семян и воздействии воздушного потока исключается забивание отверстий решета.

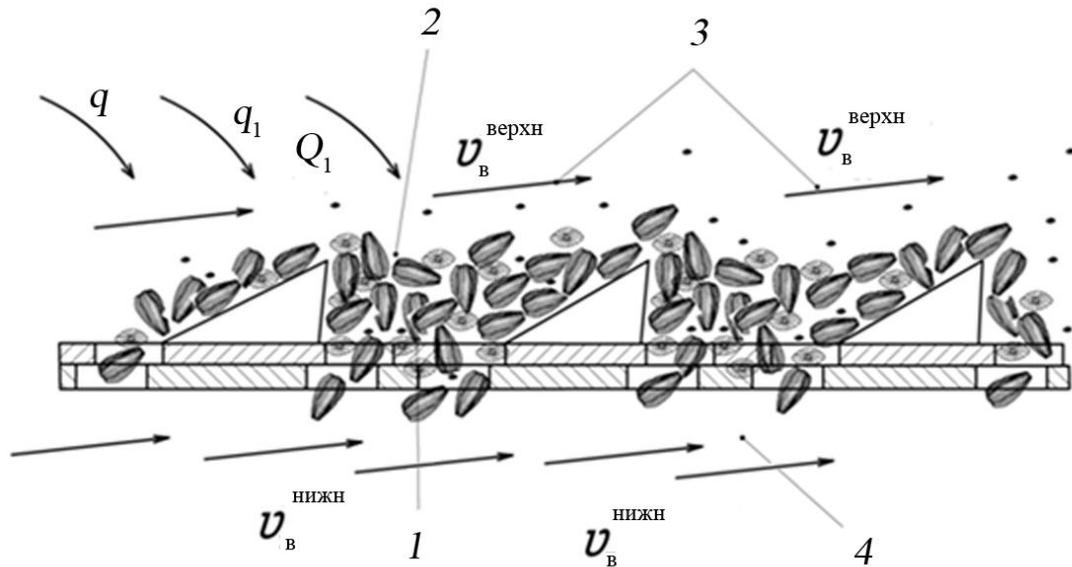


Рисунок 2.4 – Процесс просеивания семян через регулируемые отверстия:  
 1 – нижний слой вороха подсолнечника; 2 – верхний слой вороха подсолнечника;  
 3 – верхний воздушный поток; 4 – нижний воздушный поток;  
 $q$  – подача вороха подсолнечника на решето с регулируемыми отверстиями;  
 $q_1$  – подача семян на решето;  $Q_1$  – подача сорных примесей на решето,  
 $v_{\text{в}}$  – скорость воздушного потока

Через регулируемые отверстия проходят крупные семечки, а мелкие перемещаются по поверхности решета и гофрами направляются в колосовой шнек.

По мере перемещения по рядам отверстий и, соответственно, уменьшения плотности вороха подсолнечника мелкие семечки просеиваются через регулируемые отверстия или выдуваются в сход вместе с сорными примесями (рисунок 2.5).

Часть семян, прошедших через дополнительное решето (проход), попадает на днище 8 нижнего решётного стана и под воздействием возвратно-поступательного движения перемещается к зерновому шнеку 5.

Мелкие семечки, не прошедшие очистку, перемещаются в колосовой шнек, откуда подаются в домолачивающее устройство комбайна или выдуваются в поле воздушным потоком.

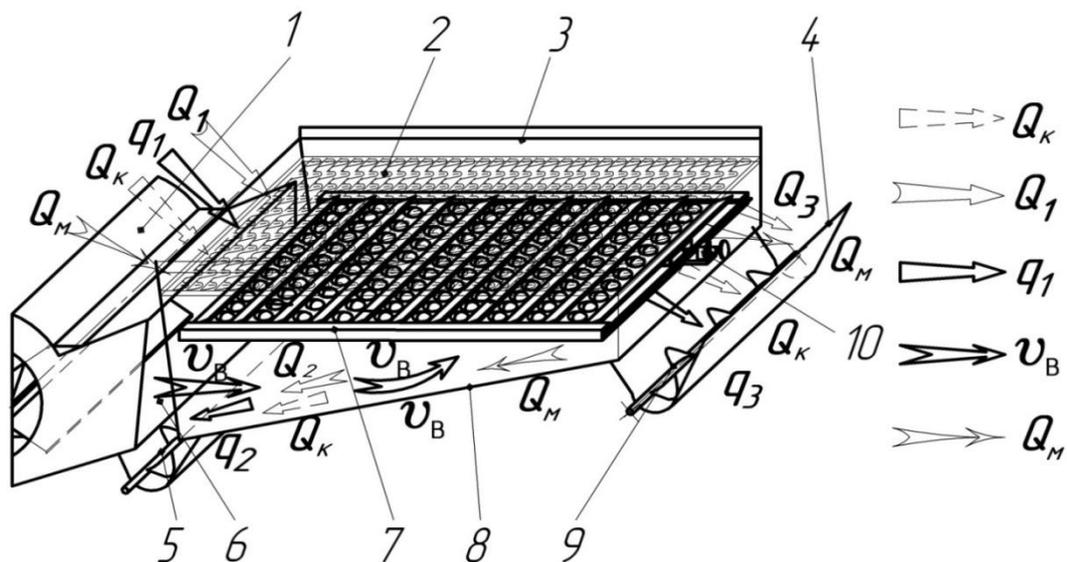


Рисунок 2.5 – Технология очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями: 1 – вентилятор; 2 – нижнее решето; 3 – боковина корпуса нижнего стана; 4 – задний фартук колосового шнека; 5 – зерновой шнек; 6 – направляющий фартук воздушного вентилятора; 7 – решето с регулируемыми отверстиями; 8 – днище корпуса нижнего решётного стана; 9 – колосовой шнек; 10 – механизм регулировки решета;  $Q_1, Q_2, Q_3$  – сорные примеси в ворохе подсолнечника, соответственно подаваемом на решето, прошедшем через решето, сошедшем с решета;  $Q_K, Q_M$  – соответственно крупные и мелкие сорные примеси в ворохе подсолнечника;  $q_1, q_2, q_3$  – соответственно подача семян на решето, семянки, прошедшие через решето, семянки, сошедшие с решета;  $v_B$  – скорость воздушного потока

### 2.3 Вычисление площади продольного сечения семянки

В процессе настройки решета с регулируемыми отверстиями нижний подвижный лист с отверстиями будет смещаться относительно верхнего неподвижного. В результате этого образуются отверстия, имеющие форму продольного сечения эллипсоида.

Следует отметить, что семянки подсолнечника по форме подразделяются на три группы: грызовые, масляные и «межеумки».

Семянки грызовой формы имеют среднюю длину 11–23 мм, ширину 7,5–12 мм. Семянки масличной формы меньше грызовых. Их средняя длина 7–13 мм, ширина 4–7 мм. Промежуточное положение между этими двумя формами занимают так называемые «межеумки».

При подаче вороха подсолнечника на решето с регулируемым отверстием можно допустить, что семянки будут просеиваться через отверстия по длине, ширине и толщине (рисунок 2.6).

Очевидно, что наиболее затруднено просеивание семянки по длине. В этом случае площадь продольного сечения эллипсоида будет максимальной.

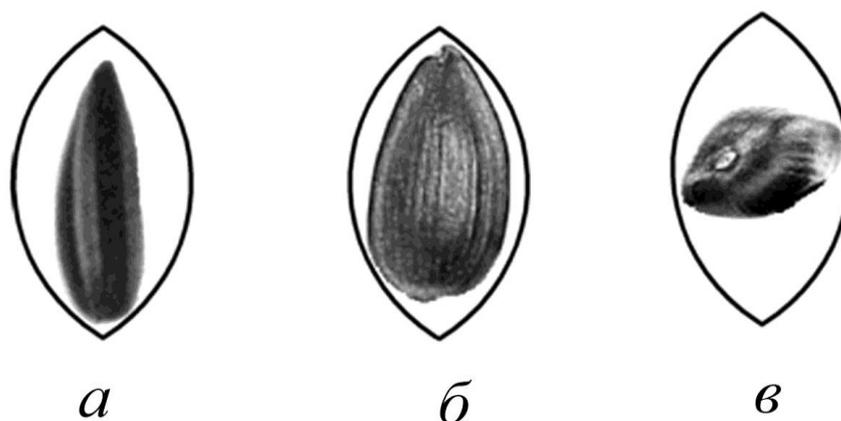


Рисунок 2.6 – Варианты прохождения семянки подсолнечника  
через регулируемое отверстие:

*a* – по длине; *б* – по ширине; *в* – по толщине

Поэтому дальнейшие исследования целесообразно проводить исходя из положения семянки относительно регулируемого отверстия. При прохождении семянки через регулируемое отверстие по длине также обеспечивается её просеивание по толщине и ширине.

Определим площадь продольного сечения семянки (рисунок 2.7).

Так как все семянки незначительно различаются по своим геометрическим параметрам: высоте, ширине, толщине, то примем форму одной условной семянки за продольное сечение эллипса с центром в начале координат [105]:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (2.1)$$

где  $a$  и  $b$  – 0,5 длины и ширины эллипса, мм.

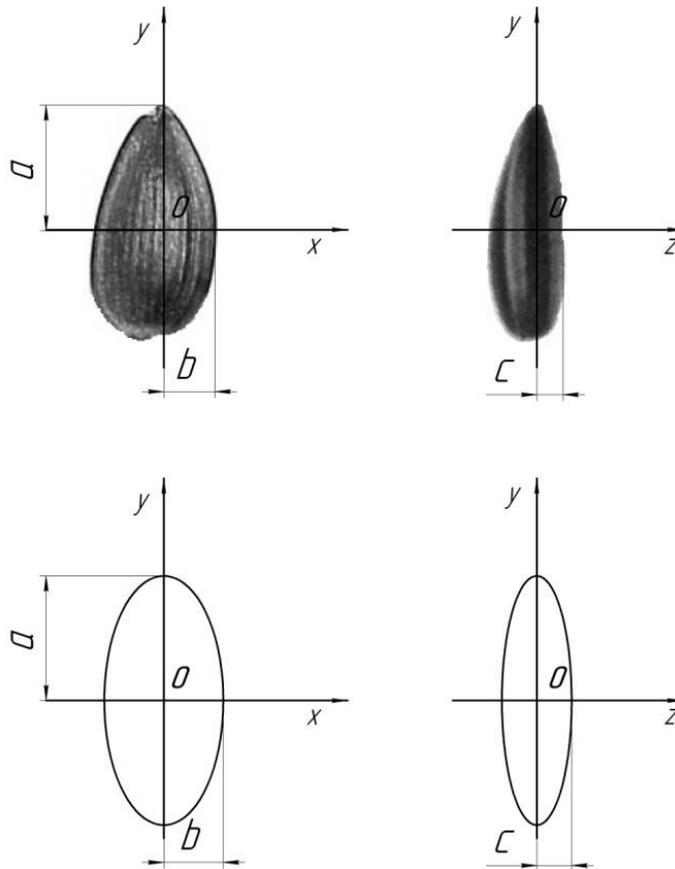


Рисунок 2.7 – Геометрия  
семянки подсолнечника

Площадь продольного сечения эллипса.

$$S_{\text{э}} = \pi ab, \text{ м}^2. \quad (2.2)$$

#### 2.4 Расчёт площади регулируемого отверстия

Определим размеры отверстия – радиус  $R$  и длину  $l$ . Обозначим систему координат  $Oxy$  (рисунок 2.8). Пусть центры окружностей лежат на оси абсцисс  $Ox$  симметрично оси  $Oy$  и их координаты равны  $\left(-\frac{1}{2}; 0\right)$  и  $\left(\frac{1}{2}; 0\right)$ .

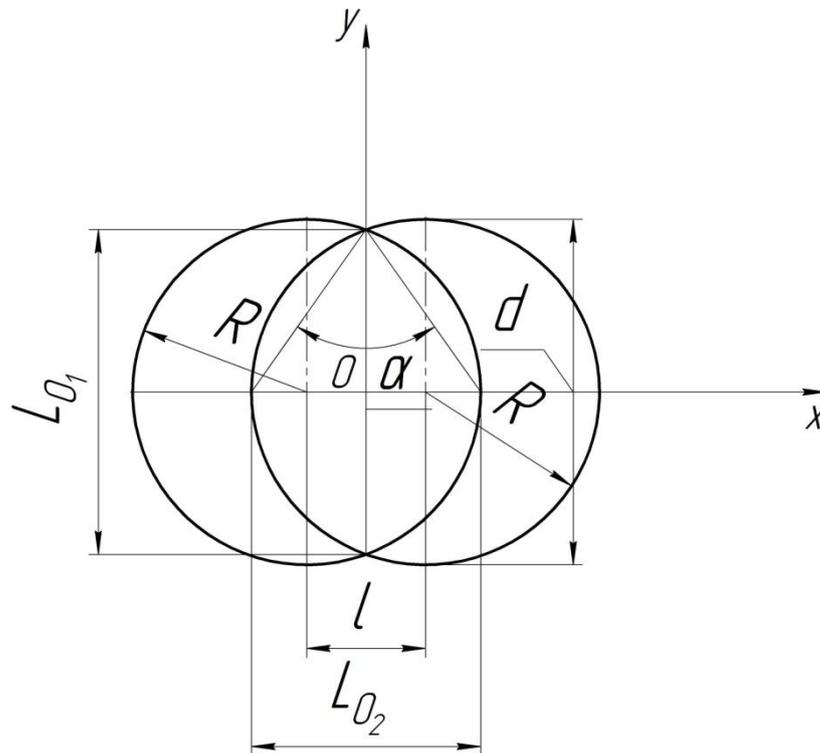


Рисунок 2.8 – Размеры регулируемого отверстия

Уравнения окружностей имеют вид [26]:

$$\left(x + \frac{l}{2}\right)^2 + y^2 = R^2; \quad (2.3)$$

$$\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 + y^2 = R^2, \quad (2.4)$$

где  $x$  – точка смещения отверстия по оси  $Ox$ , м;

$y$  – точка пересечения отверстий на оси  $Oy$ , м.

Точки пересечения окружностей расположены на оси  $Oy$  и равноудалены от начала координат. Их координаты равны

$$\left(0; \pm \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2}\right), \quad (2.5)$$

где  $R$  – радиус отверстия, м (см. рисунок 2.8).

Отсюда длина регулируемого отверстия на вертикальной оси  $L_{0_1}$  будет равна

$$L_{0_1} = \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} + \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} = 2 \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2} = \sqrt{4R^2 - l^2}, \text{ м.} \quad (2.6)$$

Длина регулируемого отверстия на горизонтальной оси  $L_{0_2}$  составит:

$$L_{0_2} = \left( -\frac{l}{2} + R \right) - \left( \frac{l}{2} - R \right) = 2R - l, \text{ м.} \quad (2.7)$$

Определим площадь регулируемого отверстия  $S_0$  [23]:

$$S_0 = R^2[\alpha - \sin \alpha], \text{ м}^2, \quad (2.8)$$

где  $\alpha$  – угол окружности относительно длины  $L_{0_1}$ .

Зная длину  $L_{0_1}$ , найдём величину угла  $\alpha$ :

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{L_{0_1}}{2}}{R} = \frac{L_{0_1}}{2R}; \quad (2.9)$$

$$\sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \frac{L_{0_1}}{2R} \sqrt{1 - \left( \frac{L_{0_1}}{2R} \right)^2} = \frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2}; \quad (2.10)$$

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2} \right), \text{ град.} \quad (2.11)$$

Таким образом, площадь  $S_0$  регулируемого отверстия можно вычислить по выражению

$$S_0 = R^2 \arcsin \left( \frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2} \right) - \frac{l \sqrt{4R^2 - l^2}}{2}, \text{ м}^2. \quad (2.12)$$

Коэффициент смещения отверстий равен отношению двух длин:

$$\tau = \frac{L_{0_2}}{L_{0_1}}. \quad (2.13)$$

Так как длины  $L_{0_1}$  и  $L_{0_2}$  были вычислены по формулам (2.6) и (2.7) [16], то  $\tau$  можно определить по выражению

$$\tau = \frac{\sqrt{4R^2 - l^2}}{2R - l} = \sqrt{\frac{2R + l}{2R - l}}. \quad (2.14)$$

Смещение  $l$  вычислим, пользуясь коэффициентом  $\tau$ ,

$$l = 2 \frac{\tau^2 - 1}{\tau^2 + 1} R. \quad (2.15)$$

Подставив выражение (2.15) в (2.12), получим площадь регулируемого отверстия  $S_0$ :

$$S_0 = R^2 \left\{ \arcsin 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} - 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} \right\}, \text{ м}^2. \quad (2.16)$$

Просеивание семян через регулируемое отверстие будет обеспечиваться при условиях:

$$b \leq a \leq \frac{L_{0_1}}{2}, \text{ м}, \quad (2.17)$$

$$c \leq b \leq \frac{L_{0_2}}{2}, \text{ м}, \quad (2.18)$$

где  $a, b, c$  – 0,5 длины, ширины и толщины семянки (см. рисунок 2.7).

## 2.5 Определение вероятности просеивания семян через регулируемое отверстие

Вероятность просеивания семян с полуосями  $a, b$  и  $c$  ( $a \geq b \geq c$ ) через регулируемое отверстие, образованное двумя окружностями радиусом  $R$ , центры которых удалены друг от друга на расстояние  $l$ , вычислим по зависимости

$$P = \frac{S_{\Sigma}}{S_0} = \frac{\pi ab}{R^2 \arcsin\left(\frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2R^2}\right) - \frac{l\sqrt{4R^2 - l^2}}{2}}. \quad (2.19)$$

Очевидно, что  $P < 1$  (рисунок 2.9).

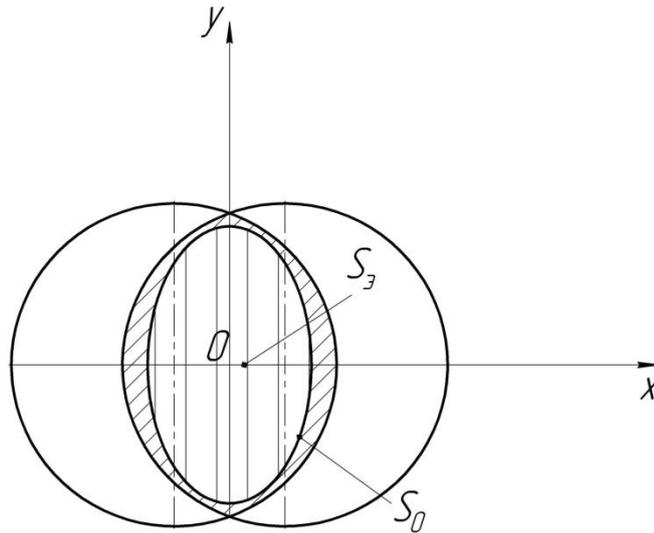


Рисунок 2.9 – Площадь продольного сечения эллипсоида

## 2.6 Определение оптимального значения коэффициента смещения отверстий

Основным фактором, влияющим на качество очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями, является коэффициент смещения отверстий  $\tau$ , характеризующий их размеры и площадь.

При очистке вороха подсолнечника для наиболее эффективной работы решета с регулируемыми отверстиями требуется подбирать коэффициент  $\tau$  в зависимости от формы семян подсолнечника. Для этого удобнее использовать геометрические размеры семечки, задав которые, можно получить индивидуальное значение величины  $\tau$  по отношению к конкретному сорту или гибриду подсолнечника.

Расположим регулируемое отверстие таким образом, чтобы его центр совпал с началом координат, а оси – с осями координат:  $L_{0_1}$  – с осью ординат,  $L_{0_2}$  – с осью абсцисс (рисунок 2.10).

При условии, что  $a$  и  $b$  могут принимать значения в диапазоне:

$$\frac{L_{0_1}}{2} \leq a \frac{L_{0_2}}{2}; \quad (2.20)$$

$$\frac{L_{0_1}}{2} \leq b \frac{L_{0_2}}{2} \quad (2.21)$$

выбор оптимального коэффициента смещения отверстий сводится к задаче минимизации данных неравенств.

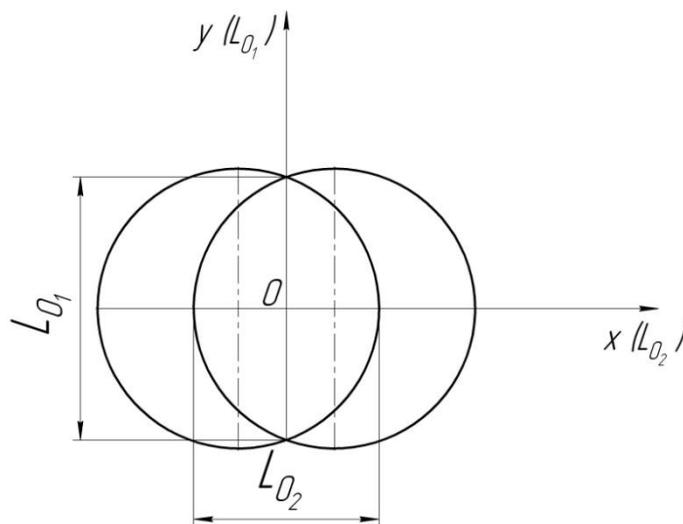


Рисунок 2.10 – Оси регулируемого отверстия  
в системе координат

Очевидно, что  $P < 1$  при условии:

$$\arcsin 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} - 4\tau \frac{\tau^2 - 1}{(\tau^2 + 1)^2} = \frac{\pi ab}{R^2}. \quad (2.22)$$

Разложив левую часть выражения (2.22) в ряд Тейлора [6, 7] и решив полученное уравнение, определим коэффициент смещения отверстий:

$$\tau \approx \sqrt[3]{\frac{3\pi ab}{32R^2}}. \quad (2.23)$$

Зная радиус смещаемого отверстия  $R$  и геометрические размеры семянки подсолнечника  $a$  и  $b$ , по формуле (2.23) можно определить значение коэффициента смещения отверстий  $\tau$ , близкое к оптимальному. С учётом того, что семянки разных сортов подсолнечника имеют различные геометрические размеры, оптимальное значение  $\tau$  необходимо для регулировки отверстий решета на заданный сорт или гибрид подсолнечника.

Как видно из выражения (2.23), с увеличением радиуса отверстия  $R$  уменьшаются пределы варьирования  $\tau$ . Так, например, из формулы следует, что при увеличении радиуса в  $\sqrt{8} \approx 2,8$  раза  $\tau$  уменьшается в 2 раза.

При рассмотрении ряда решёт с различными отверстиями формула (2.23) позволяет существенно сузить диапазон поиска  $\tau$ .

## **2.7 Предельные условия процесса просеивания и функциональные зависимости показателей рабочего процесса от подачи вороха подсолнечника**

Исследование движения вороха подсолнечника по решету с регулируемыми отверстиями сводится к определению вероятности прохождения семянки через них. Целью моделирования движения вороха подсолнечника по поверхности колеблющегося решета, оснащённого также гофрами, является определение теоретического распределения зависимости пропускной способности решета от скорости воздушного потока.

Процесс просеивания через решето описывается основным фундаментальным соотношением между параметрами подачи и прохода вороха и схода семян, подобным закону сохранения масс:

$$q = q_1 + Q_1 = q_2 + Q_2 + q_3 + Q_3, \quad (2.24)$$

где  $q$  – подача вороха подсолнечника на решето, кг/с;

$q_1$  – содержание семян в ворохе, подаваемом на решето, кг/с;

$Q_1$  – сорные примеси в ворохе, подаваемом на решето, кг/с;

$q_2$  – количество семян, прошедших через решето, кг/с;

$Q_2$  – сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с;

$q_3$  – количество семян, сошедших с решета, кг/с;

$Q_3$  – сорные примеси, выдуваемые с решета, кг/с.

Приведём функциональную зависимость всех частных составляющих процесса просеивания от общего параметра – подачи вороха  $q$  [90]:

$$q_1(q) = q_2(q) + q_3(q); \quad (2.25)$$

$$Q_1(q) = Q_2(q) + Q_3(q). \quad (2.26)$$

Предельными (максимальными и минимальными) условиями, независимыми от скорости воздушного потока  $v_B$  и коэффициента смещения  $\tau$ , являются случаи: полного просеивания вороха при минимальной подаче  $q = q_{\min}$  и ненормированного схода его при максимальной подаче  $q = q_{\max}$ . Эти условия описывают соотношениями:

$$q_1(q \rightarrow 0) = q_2(q \rightarrow 0); \quad (2.27)$$

$$q_3(q \rightarrow 0) \rightarrow 0; \quad (2.28)$$

$$q_3(q \rightarrow \infty) = q_3(q \rightarrow \infty); \quad (2.29)$$

$$q_2(q \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.30)$$

Аналогичные граничные условия содержания сорных примесей в подаваемом ворохе имеют вид:

$$Q_1(q \rightarrow 0) = Q_2(q \rightarrow 0); \quad (2.31)$$

$$Q_3(q \rightarrow 0) \rightarrow 0; \quad (2.32)$$

$$Q_1(q \rightarrow \infty) = Q_3(q \rightarrow \infty); \quad (2.33)$$

$$Q_2(q \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.34)$$

Следует отметить, что соотношения (2.31) и (2.32) справедливы только для мелких сорных примесей  $Q_M$  вороха, безусловно способных просеиваться, а для крупных сорных примесей  $Q_K$  возможен только выдув, что создаёт следующие граничные условия:

$$Q(q) = Q_M(q) + Q_K(q); \quad (2.35)$$

$$Q_{K_3}(q) = Q_K(q); \quad (2.36)$$

$$Q_{K_2} = 0. \quad (2.37)$$

При предельных условиях некоторые сорные примеси не просеиваются, а увлекаются семянками за счёт давления на них сверху. Это позволяет аналогично выражениям (2.25)–(2.26) и (2.27)–(2.30) уточнить условия прохождения крупных сорных примесей через решето –  $Q_{K_2}$  и выдувание крупных сорных примесей с решета  $Q_{K_3}$ .

В первом приближении внутри обозначенного диапазона подачи  $q_{\min} - q_{\max}$  зависимости приведенных параметров граничных соотношений от подачи  $q$  можно считать линейными, что с учётом границ перехода к предельным значениям по формулам (2.25)–(2.26) и (2.33)–(2.34) приводит к следующим возможным соотношениям:

$$q_2(q) = q_1 \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\max}| - |q - q_{\min}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1 f_2(q), \text{ кг/с}; \quad (2.38)$$

$$q_3(q) = q_1 \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1 f_3(q), \text{ кг/с}, \quad (2.39)$$

где  $f_2(q)$ ,  $f_3(q)$  – функциональные множители.

Условия просеивания мелких сорных примесей можно уточнить по соотношениям с аналогичными множителями, зависящими от  $q$ :

$$Q_{M_2}(q) = Q_M \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M f_2(q), \text{ кг/с}; \quad (2.40)$$

$$Q_{M_3}(q) = Q_M \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\max}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M f_3(q), \text{ кг/с}, \quad (2.41)$$

где  $Q_{M_2}$  – мелкие сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с;

$Q_{M_3}$  – мелкие сорные примеси, выдуваемые с решета, кг/с.

Условия просеивания крупных сорных примесей уточняли по соотношениям с использованием параметра  $q_{\text{med}}$ :

$$Q_{K_2}(q) = \delta_p Q_K \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(q_{\text{med}} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \delta_p Q_K f_1(q), \text{ кг/с}; \quad (2.42)$$

$$Q_{K_3}(q) = Q_K - \delta_p Q_K \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(q_{\text{med}} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_K [1 - \delta_p f_1(q)], \text{ кг/с}, \quad (2.43)$$

где  $Q_{K_2}$  – крупные сорные примеси, прошедшие через решето, кг/с;

$Q_{K_3}$  – крупные сорные примеси, выдуваемые с решета, кг/с;

$\delta_p$  – величина, характеризующая увеличение схода при большей подаче, кг/с,

$\delta_p$  – 6–7 %;

$q_{\text{med}}$  – величина, характеризующая интенсивность просеивания вороха подсолнечника при увеличении  $q$  и  $\delta_p$ , кг/с.

Промежуточный диапазон величины подачи  $q$  от 1,5 до 3 кг/с является рабочим и соответствует диапазону подачи вороха подсолнечника на решето [12, 23].

## 2.8 Зависимость качества очистки вороха подсолнечника от скорости воздушного потока

Влияние воздушного потока на процесс просеивания семян и отделение сорных примесей двояко.

Во-первых, воздушный поток создаёт «эффект кипящего слоя» и тем самым интенсифицирует процесс просеивания, уменьшая сопротивление при ориентации семян относительно отверстий.

Во-вторых, воздушный поток препятствует прохождению через регулируемые отверстия мелких сорных примесей и тем самым повышает качество очистки. Однако при этом он препятствует и прохождению семян, что ухудшает просеивание. При слишком высокой скорости и соответственно большем воздействии воздушного потока процесс может полностью блокироваться.

Руководствуясь влиянием воздушного потока, рассмотрим построение функциональных законов воздействия его на отдельные составляющие процесса просеивания на основании предельных условий.

Учитывая квадратичную зависимость давления  $p_{v_b}$  от скорости воздушного потока  $v_b$ , можно ввести минимальную границу скорости  $v_{b_{\min}}$ . При этом все другие параметры берутся из области оптимальных или номинальных значений.

Минимальное давление воздуха определяют по выражению:

$$p_{v_{\min}} = kv_{b_{\min}}^2, \text{ Па}, \quad (2.44)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий площадь семянки,  $\text{кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ ;

$v_{b_{\min}}$  – минимальная скорость воздушного потока, м/с.

При некотором среднем значении скорости воздушного потока  $v_b$  происходит блокировка просеивания мелких сорных примесей  $Q_m$ , что приводит к предельным условиям:

$$Q_m(v_b \rightarrow \infty) = Q_{m_3}(v_b \rightarrow \infty); \quad (2.45)$$

$$Q_{m_2}(v_b \rightarrow \infty) \rightarrow 0. \quad (2.46)$$

Теоретические зависимости сорности в проходе и сходе вороха подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  строятся на основании соотношений (2.40) и (2.41). Для их упрощения введём замену [9, 12]:

$$Q_M^0 = \delta_p Q_M f_1(q), \text{ кг/с.} \quad (2.47)$$

Тогда

$$Q_{M_2}(v_B) = Q_M^0 \left\{ \left[ \frac{|v_B^2 - v_{B_{med}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M^0 F_2^M(v_B), \text{ кг/с,} \quad (2.48)$$

где

$$F_2^M(v_B) = \left[ \frac{|v_B^2 - v_{B_{med}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2};$$

$$Q_{M_3}(v_B) = Q_M^0 \left\{ \left[ \frac{|v_B^2 - v_{B_{min}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{med}}^2|}{2(v_{B_{med}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = Q_M^0 F_3^M(v_B), \text{ кг/с.} \quad (2.49)$$

При максимальной скорости воздушного потока  $v_{B_{max}}$ , блокирующей процесс просеивания семян через регулируемые отверстия, применимы выражения:

$$q_2(v_B) = q_1^0 \left\{ \left[ \frac{|v_B^2 - v_{B_{max}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{min}}^2|}{2(v_{B_{max}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1^0 f_2^{v_B}(v_B), \text{ кг/с;} \quad (2.50)$$

$$q_3(v_B) = q_1^0 \left\{ \left[ \frac{|v_B^2 - v_{B_{min}}^2| - |v_B^2 - v_{B_{max}}^2|}{2(v_{B_{max}}^2 - v_{B_{min}}^2)} \right] + \frac{1}{2} \right\} = q_1^0 f_3^{v_B}(v_B), \text{ кг/с.} \quad (2.51)$$

Разница в величинах  $v_{B_{med}}$  и  $v_{B_{max}}$  в выражениях для  $Q_{M_2}$ ,  $Q_{M_3}$  (2.48)–(2.49) и для  $q_2$ ,  $q_3$  (2.50)–(2.51) создаёт принципиальную предпосылку для отделения мелких сорных примесей и снижения их количества в проходе вороха подсолнечника через решето, что способствует повышению качества очистки.

## 2.9 Влияние значений коэффициента смещения отверстий $\tau$ на процесс просеивания

Коэффициент смещения регулируемого отверстия  $\tau$  характеризует в первую очередь площадь отверстия для просеивания. Поэтому в первом приближении его относительная величина будет влиять на производительность решета и процессы разделения вороха подсолнечника на фракции.

Данные процессы описываются зависимостями:

$$Q_{M_2}(q) = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} Q_M \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\max}| - |q - q_{\min}|}{2(q_{\max} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} Q_M f_2(q), \text{ кг/с}; \quad (2.52)$$

$$Q_{K_2}(q) = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} \delta_p Q_K \left\{ \left[ \frac{|q - q_{\min}| - |q - q_{\text{med}}|}{2(q_{\text{med}} - q_{\min})} \right] + \frac{1}{2} \right\} = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} \delta_p Q_K f_1(q); \text{ кг/с}, \quad (2.53)$$

где  $S_{\text{Э}}$  – площадь продольного сечения эллипсоида (семянки),  $\text{м}^2$ ;

$S_0$  – площадь регулируемого отверстия,  $\text{м}^2$ .

На основе приведенных выражений модель для определения сорных примесей в проходе вороха подсолнечника в зависимости от подачи и скорости воздушного потока имеет вид:

$$Q_2(q, v_{\text{в}}) = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} [\delta_p Q_K f_1(q) + Q_M f_2(q)], \text{ кг/с}, \quad (2.54)$$

где  $f_1(q), f_2(q)$  – функциональные множители в зависимостях (2.52) и (2.53).

С учётом влияния скорости воздушного потока  $v_{\text{в,med}}$  математическая модель приобретает вид:

$$Q_2(q, v_{\text{в}}) = \frac{S_{\text{Э}}}{S_0} [\delta_p Q_K f_1(q) + Q_M f_2(q)] F_2^M(v_{\text{в}}), \text{ кг/с}. \quad (2.55)$$

Помимо влияния площади регулируемого отверстия на процесс просеивания имеет место явление, когда при уменьшении площади отверстий, и соответственно  $\tau$ , пропускная способность решета снижается. Вследствие этого количественные

величины подачи вороха подсолнечника для полного схода с решета, т.е. параметры  $q_{\max}$  и  $q_{\text{med}}$ , соответствующие полной начальной загрузке решета, уменьшаются.

Подобные рассуждения можно применить для определения давления воздуха по скорости его в коробе. При уменьшении площади регулируемых отверстий поток воздуха в них увеличивается и обеспечивает тот же эффект при меньших значениях заданной скорости  $v_{\text{вmax}}$ .

Коэффициент  $\tau$  влияет на две основные функциональные переменные  $q$  и  $v_{\text{в}}$  в формуле (2.55). Путём произведения множителей  $f_1$  и  $f_2$  и замены их на  $F_2^{\text{M}}$  в данном выражении получаем функциональную зависимость для определения содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями:

$$Q_2 = \left[ \tau \delta_p Q_{\text{к}} f_1(q) + \frac{\tau \delta_2 Q_{\text{м}} q}{q_{\max}} \delta_1 Q_{\text{м}} f_2(q) F_2^{\text{M}}(v_{\text{в}}) \right], \text{ кг/с.} \quad (2.56)$$

Подставив в выражение (2.56) значения параметров скорости воздушного потока  $v_{\text{в}}$  и подачи вороха подсолнечника  $q$ , построили графические зависимости содержания сорных примесей в проходе через решето с регулируемыми эллиптическими отверстиями при различных величинах  $\tau$  для сорта «Саратовский-20» (рисунки 2.13–2.16).

Величины подачи вороха подсолнечника  $q$  на решето принимали 1,5–3 кг/с, что соответствует подаче вороха подсолнечника на верхний решётный стан в производственных условиях.

Скорость воздушного потока  $v_{\text{в}}$  колебалась от 1,5 до 3 м/с, что соответствует рабочим режимам зерноуборочных комбайнов.

Из анализа графических зависимостей (см. рисунок 2.13) следует, что содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» через решето с регулируемыми отверстиями снижается при уменьшении подачи  $q$  на решето.

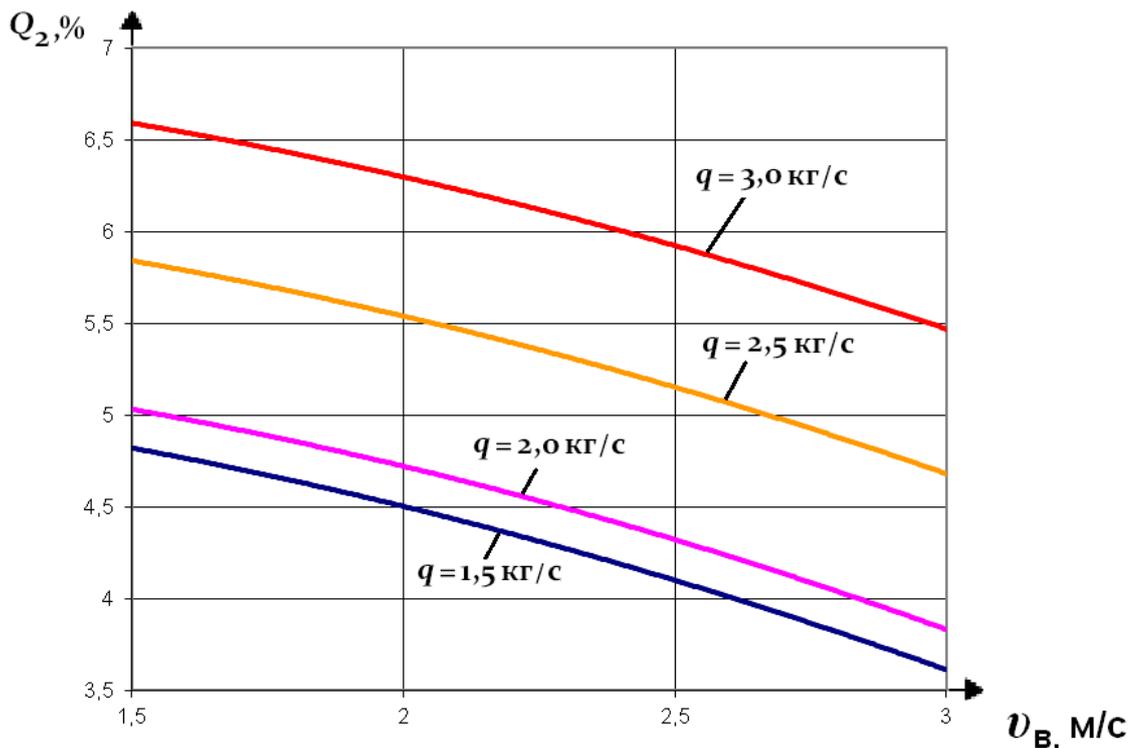


Рисунок 2.13 – Зависимость содержания сорных примесей  $Q_2$ , %, от подачи вороха подсолнечника  $q$  сорта «Саратовский-20», кг/с, и скорости воздушного потока  $v_B$ , м/с, при  $\tau = 1$ :  
 1 –  $q = 1,5$  кг/с; 2 –  $q = 2,2$  кг/с; 3 –  $q = 2,0$  кг/с; 4 –  $q = 3,0$  кг/с

Так, при коэффициенте смещения отверстий, равном 1, скорости воздушного потока  $v_B = 1,5$  м/с и подаче вороха подсолнечника  $q = 3$  кг/с содержание сорных примесей составляет 6,64 %. При уменьшении подачи с 3 до 2,5 кг/с, скорости воздушного потока  $v_B = 1,5$  м/с содержание сорных примесей снижается до 4,73 %. При снижении подачи вороха подсолнечника до 2 и 1,5 кг/с скорости воздушного потока  $v_B = 1,5$  м/с содержание сорных примесей  $Q_2$  уменьшается до 5,08 и 4,86 % соответственно.

С увеличением скорости воздушного потока  $v_B$  до 2 м/с и уменьшении  $q$  содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника снижается:

- при  $q = 3$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 6,34$  %;
- при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 5,59$  %;
- при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 4,55$  %.

Это объясняется уменьшением числа слоёв вороха подсолнечника по решетку, что способствует равномерному распределению, качественному прохождению воздушного потока и отделения семян от сорных примесей.

Снижение содержания сорных примесей с уменьшением подачи  $q$  и увеличением  $v_B$  наблюдается и для других сортов (приложение 4). Графические зависимости для сорта «Лакомка» показывают, что с уменьшением подачи с 3 до 1,5 кг/с, при и  $v_B = 2$  м/с содержание сорных примесей в проходе с решета снижается с 6,30 до 4,5 %. Для сорта «Донской» при аналогичных параметрах содержание сорных примесей составляет 6,68 – 4,24 %. Также, для сортов «Лакомка» и «Донской» с увеличением скорости воздушного потока с 1,5 до 3 м/с при фиксированном значении  $q = 2,0$  кг/с величина  $Q_2$  снижается с 6,30 до 4,50 и с 6,68 до 4,91 %.

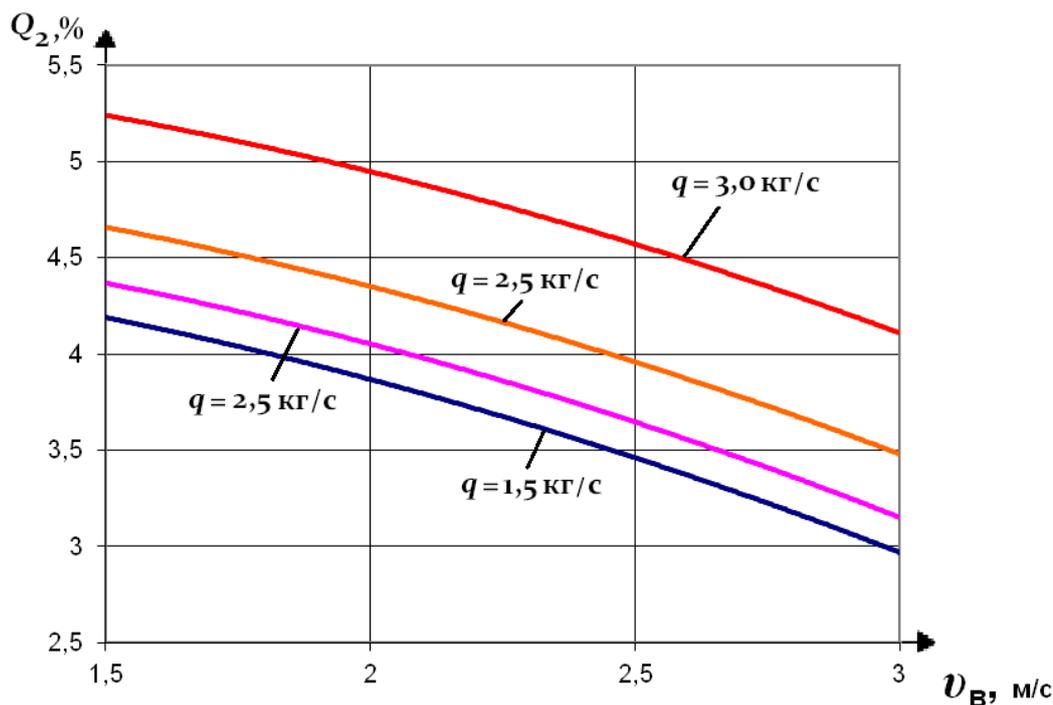


Рисунок 2.14 – Зависимость содержания сорных примесей  $Q_2$ , %, от подачи вороха подсолнечника  $q$  сорта «Саратовский-20», кг/с, от скорости воздушного потока  $v_B$ , м/с, при  $\tau = 0,85$ :  
 1 –  $q = 1,5$  кг/с; 2 –  $q = 2,0$  кг/с; 3 –  $q = 2,5$  кг/с; 4 –  $q = 3,0$  кг/с

С уменьшением коэффициента смещения отверстий  $\tau$  с 1 до 0,85 наблюдается снижение сорных примесей в проходе решета. Так для сорта «Саратовский-20» при подаче при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2$  составляет 3,91 %. Для сортов «Лакомка» и «Донской» при этих параметрах – 3,87 и 4,22 % соответственно. С уменьшением значения  $\tau$  уменьшается площадь регулируемого отверстия, изменяется его форма. В результате сорных примесей в проходе оказывается меньше.

Как и при значении  $\tau = 1$ , содержание сорных примесей в проходе с решета уменьшается при снижении подачи  $q$  и скорости воздушного потока  $v_B$ . Для сортов «Лакомка» и «Донской» при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2$  составляет 3,87 и 4,22 %.

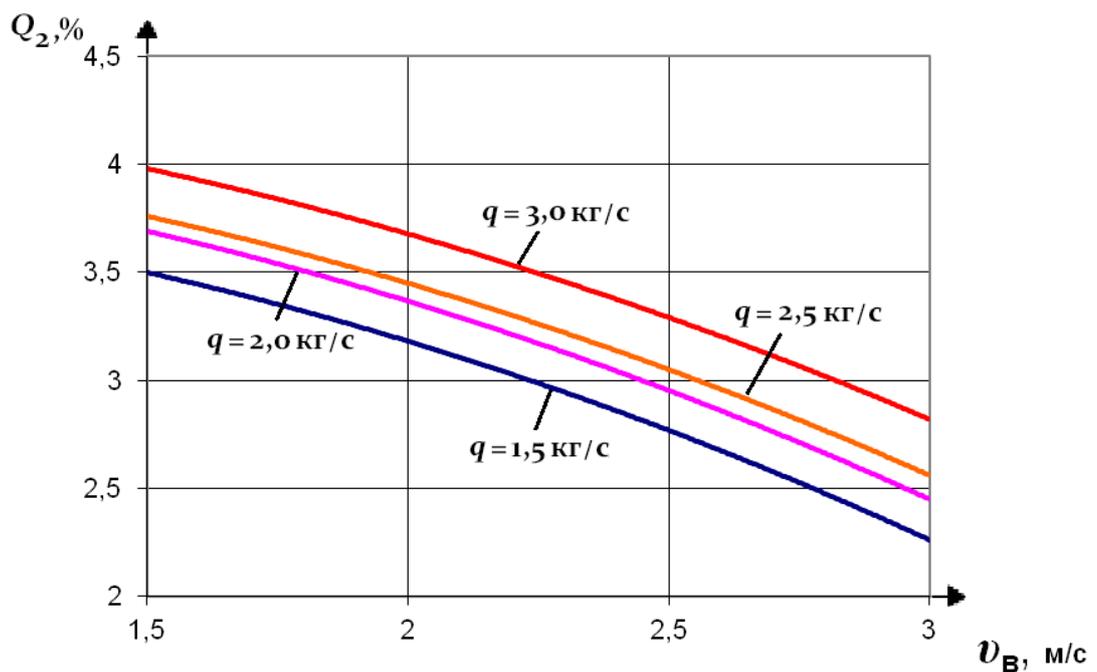


Рисунок 2.15 – Зависимость содержания сорных примесей  $Q_2$ , %, от подачи вороха подсолнечника  $q$  сорта «Саратовский-20», кг/с, от скорости воздушного потока  $v_B$ , м/с, при  $\tau = 0,7$ :  
 1 –  $q = 1,5$  кг/с; 2 –  $q = 2,0$  кг/с; 3 –  $q = 2,5$  кг/с; 4 –  $q = 3,0$  кг/с

При уменьшении коэффициента смещения отверстий  $\tau$  до 0,7 содержание сорных примесей в проходе с решета также снижается (см. рисунок 2.15). Для сорта «Саратовский-20» при значениях при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 3,22$  %.

- при  $q = 3$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 3,71$  %;
- при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 3,48$  %;
- при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 3,22$  %.

Для сортов «Лакомка» и «Донской» при фиксированных параметрах  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 2$  м/с  $Q_2 = 3,18$  и  $3,47$  %. При росте  $v_B$  и уменьшении  $q$  величина  $Q_2$  как в случаях с  $\tau = 1$  и  $0,85$  уменьшается.

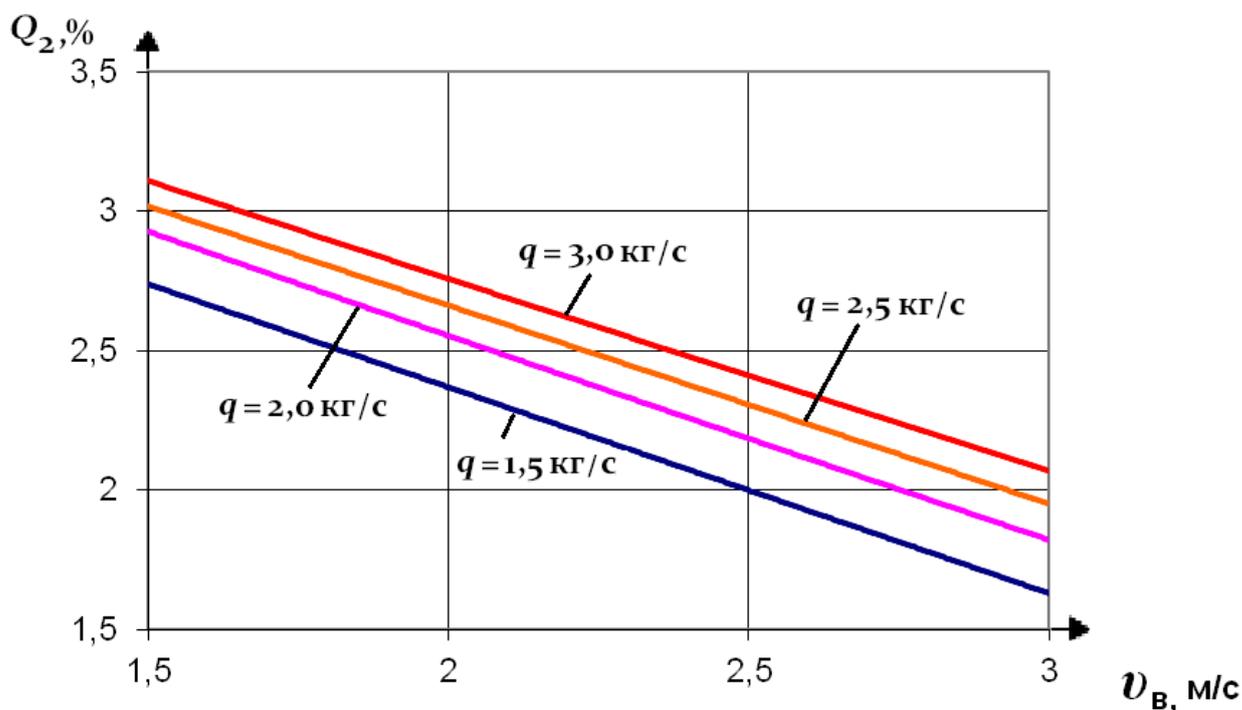


Рисунок 2.16 – Зависимость содержания сорных примесей  $Q_2$ , %, от подачи вороха подсолнечника  $q$  сорта «Саратовский-20», кг/с, от скорости воздушного потока  $v_B$ , м/с, при  $\tau = 0,58$ :  
 1 –  $q = 1,5$  кг/с; 2 –  $q = 2,0$  кг/с; 3 –  $q = 2,5$  кг/с; 4 –  $q = 3,0$  кг/с

Таким образом, анализ зависимостей показывает, что содержание сорных примесей в проходе решета снижается с уменьшением коэффициента смещения отверстий  $\tau$ . Минимальное значение величины  $Q_2$  достигается при  $\tau = 0,58$  (см. рисунок 2.16). При  $q = 1,5$  кг/с и  $v_B = 3,0$  м/с  $Q_2 = 1,67$  %. Для сортов «Лакомка»

и «Донской» при аналогичных фиксированных параметрах  $Q_2$  составляет 1,64 и 1,86 %. Уменьшение подачи вороха на решето и увеличение скорости воздушного потока, также способствует снижению содержания сорных примесей.

## **2.10 Исследование динамики просеивания вороха подсолнечника через решето с регулируемым отверстиями**

В рассматриваемом решете гофры обеспечивают перемещение вороха подсолнечника в горизонтальной плоскости даже при отсутствии наклона плоскости решета. Посредством гофр также происходит ориентация семян перпендикулярно направлению движения решета, что повышает просеивание семян сквозь регулируемые отверстия и как следствие – пропускную способность решета.

Поэтому рассмотрим динамику просеивания массы вороха подсолнечника  $M$  через решето с регулируемым отверстиями, совершающее колебания по закону:

$$x(t) = A \sin(\omega t), \text{ м}, \quad (2.57)$$

где  $A$  – амплитуда колебаний решета, м;

$\omega$  – угловая скорость вращения вала привода решета, рад/с;

$t$  – промежуток времени, с.

Скорость  $v_{\text{п}}$  и ускорение  $w_{\text{п}}$  привода решета определяют по формулам:

$$v_{\text{п}}(t) = \omega A \cos(\omega t), \text{ м/с}; \quad (2.58)$$

$$w_{\text{п}}(t) = \omega^2 A \sin(\omega t), \text{ м/с}^2. \quad (2.59)$$

В первом приближении принято считать, что в единицу времени вся масса вороха подсолнечника  $M$  распределяется по поверхности решета в виде слоя толщиной  $H$ :

$$M = \gamma B L H, \text{ кг}, \quad (2.60)$$

где  $\gamma$  – плотность вороха подсолнечника,  $\gamma = 480 \text{ кг/м}^3$ ;

$B$  – ширина решета, м;

$L$  – длина решета, м;

$H$  – высота слоя вороха подсолнечника на решете, м.

Масса вороха подсолнечника  $M$  разделяется на слои, каждый из которых располагается над рабочим участком решета длиной  $L_p$ . Рабочий участок включает в себя впадину и гофру (рисунок 2.11). Ширина гофры  $B$  равна ширине решета.

Отсюда длина решета с регулируемым отверстиями:

$$L = L_p N, \text{ м}, \quad (2.61)$$

где  $N$  – количество гофр в решете.

Непосредственно взаимодействующие с гофрами слои семян можно обозначить:

- $m_1$  – масса вороха, находящегося во впадине и взаимодействующего с уступом гофры;
- $m_2$  – масса вороха, находящегося на наклоне гофры и движущегося как по горизонтали  $x_2$ , так и по вертикали  $y$ .

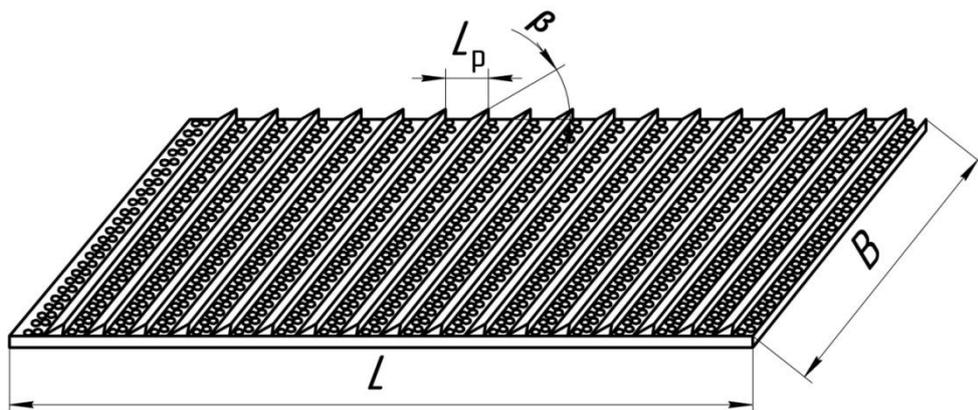


Рисунок 2.11 – Геометрические размеры решета с регулируемым отверстиями

Между собой массы упруго взаимодействуют в виде силы  $F_c$ , которую определяют с помощью коэффициента жёсткости вороха  $C$ :

$$F_c = C(x_1 - x_2), \text{ Н}, \quad (2.62)$$

где  $F_c$  – сила связи между массами вороха  $m_1$  и  $m_2$ , Н;

$x_1$  – координата перемещения массы  $m_1$  в горизонтальной плоскости, м;

$x_2$  – координата перемещения массы  $m_2$  в горизонтальной плоскости, м;

$C$  – коэффициент жёсткости вороха подсолнечника, Н/м.

Распределение масс  $m_1$  и  $m_2$  можно описать с помощью коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ , сумма которых пропорциональна длине рабочего участка  $L_p$  и равна 1:

$$\frac{k_1 + k_2}{L_p} = 1. \quad (2.63)$$

Масса вороха подсолнечника, находящегося во впадине (между гофрами),

$$m_1 = k_1 m, \text{ кг}, \quad (2.64)$$

где  $m$  – масса вороха подсолнечника, взаимодействующего с рабочим участком решета, кг.

Масса вороха подсолнечника, находящегося на наклоне гофры:

$$m_2 = k_2 m, \text{ кг}. \quad (2.65)$$

Массу вороха подсолнечника  $m$  определяют по выражению:

$$m = \gamma B L L_p k_2 \text{tg} \beta, \text{ кг}, \quad (2.66)$$

где  $L_p$  – длина рабочего участка решета, м;

$\beta$  – угол наклона гофры, град.

Находящиеся над рабочим участком верхние слои вороха подсолнечника создают нагрузку в виде масс  $M_1$  и  $M_2$  (рисунок 2.12), которые вычисляют с помощью коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ :

$$M_1 = k_1 M, \text{ кг}, \quad (2.67)$$

где  $M$  – масса вороха подсолнечника над рабочим участком, кг;

$$M_2 = k_2 M, \text{ кг}.$$

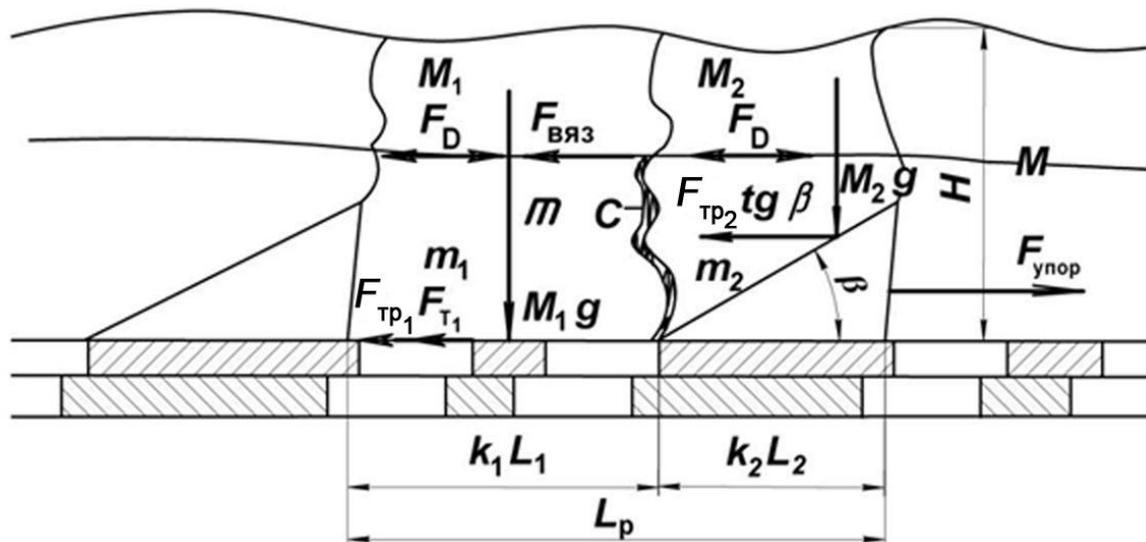


Рисунок 2.12 – Схема сил, действующих на ворох подсолнечника:

$M$  – масса вороха;  $M_1$  – масса верхних слоёв вороха, находящегося над впадиной;  $M_2$  – масса верхних слоёв вороха, находящегося над гофрой;  $m$  – масса вороха, взаимодействующего с рабочим участком решета;  $H$  – высота слоя вороха;

$F_D$  – сила демпфирования между массами;  $F_{вяз}$  – сила вязкости вороха;

$F_{тр}$  – сила трения вороха о поверхность решета;  $F_{тр1}$  – сила трения вороха массой  $m_1$

о поверхность решета;  $F_{тр2}$  – сила трения вороха массой  $m_2$

о поверхность гофры;  $F_{упор}$  – сила упора гофры;

$C$  – коэффициент жёсткости вороха;  $k_1, k_2$  – коэффициенты, характеризующие распределение масс по длине решета;

$L_1$  – ширина впадины;  $L_2$  – ширина гофры;  $L_p$  – длина рабочего участка

Взаимодействие слоя вороха с впадиной гофры происходит в виде трения по закону Кулона:

$$F_{тр1} = m_1 g f \text{sign}(v_{m_1} - v_{пр}), \text{ Н}, \quad (2.68)$$

где  $f$  – коэффициент трения;

$v_{пр}$  – скорость привода решета, м/с;

$v_{m_1}$  – скорость движения массы  $m_1$ , м/с.

Взаимодействие массы  $m_1$  с гофрой определяется ускорением и силой  $F_A$ , создаваемой амплитудой решета:

$$F_A = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[ \frac{1 + \text{sign}(v_{\text{п}} - v_{m_1})}{2} \right], \text{ Н.} \quad (2.69)$$

С верхними слоями вороха подсолнечника предполагается взаимопроникающее и вязкое взаимодействие нижних слоёв в виде демпфирования, определяемого использованием коэффициента  $k_D$ :

$$F_D = k_D (v_{\text{п}} - v_{m_1}), \text{ Н,} \quad (2.70)$$

где  $F_D$  – сила демпфирования между верхними и нижними массами, Н;

$k_D$  – коэффициент демпфирования, Н·с/м.

В результате, выражая силу инерции и ускорение массы  $m_1$  через приведенные составляющие, получим дифференциальное уравнение движения массы  $m_1$  вида:

$$m_1 w_1 = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[ \frac{1 + \text{sign}(v_{\text{п}} - v_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (v_{\text{п}} - v_{m_1}) - \\ - M_1 g f \text{sign}(v_{m_1} - v_{\text{п}}) - C(x_1 - x_2), \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2. \quad (2.71)$$

Данное уравнение является разрешённой формой Коши (приложение 5) для скорости перемещения вороха подсолнечника по решету. Дополняя его кинематическим выражением с учётом обозначений, получим уравнение вида:

$$\frac{dv_{m_1}}{dt} = \\ = \frac{m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[ \frac{1 + \text{sign}(v_{\text{п}} - v_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (v_{\text{п}} - v_{m_1}) - M_1 g f \text{sign}(v_{m_1} - v_{\text{п}}) - C(x_1 - x_2)}{m_1}, \text{ м/с}^2. \quad (2.72)$$

Представим выражение (2.72) в виде сил. В этом случае:

- центробежная сила

$$F_{\Pi} = m_1 \omega^2 A \sin(\omega t);$$

- сила демпфирования

$$F_D = k_1 k_D (v_{\Pi} - v_{m_1});$$

- сила упругости

$$F_c = C(x_1 - x_2).$$

Масса  $m_2$ , находящаяся на наклоне гофры, не контактирует с её уступом, поэтому к коэффициенту трения  $f$  добавляется угол образующей гофры в виде  $\operatorname{tg}\beta$ . Таким образом, силу трения вороха массой  $m_2$  по поверхности гофры определяют по формуле:

$$F_{\text{тр}_2} = M_2 g (f + \operatorname{tg}\beta) \operatorname{sign}(v_{m_2} - v_{\Pi}), \text{ Н}, \quad (2.73)$$

где  $v_{m_2}$  – скорость движения массы  $m_2$  по поверхности гофры, м/с.

Получаем аналогичное уравнение для координаты  $x_2$ :

$$\frac{dv_{m_2}}{dt} = \frac{k_2 k_D (v_{\Pi} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg}\beta) \operatorname{sign}(v_{m_2} - v_{\Pi}) + C(x_1 - x_2)}{m_2}, \text{ м/с}^2. \quad (2.74)$$

Верхние слои вороха подсолнечника над рабочим участком и общую массу вороха определяют с учётом вязкой связи по уравнению вида:

$$\frac{dv_{\Pi}}{dt} = \frac{-k_1 k_D (v_{\Pi} - v_{m_1}) - k_2 k_D (v_{\Pi} - v_{m_2})}{M}, \text{ м/с}^2. \quad (2.75)$$

Движение массы  $m_2$  по вертикали определяется аналогично горизонтальному движению  $x_2$  с учётом угла гофры  $\beta$  и условия не прохождения вороха через регулируемые отверстия при  $y > 0$  по выражению:

$$\frac{dy}{dt} = v_{\Pi y} \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y)}{2} \right], \text{ м/с}; \quad (2.76)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_{n_y}}{dt} = \\ = \frac{k_2 k_D (v_n - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg} \beta) \operatorname{sign}(v_{m_2} - v_n) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \operatorname{tg} \beta - \\ - \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y)}{2} \right], \text{ м/с}^2. \end{aligned} \quad (2.77)$$

Результат вертикального движения может быть учтён в виде коррекции  $g$  для системы масс  $m_2$  или  $M_2$ . Однако вследствие моделирования величина поправки ничтожна и поэтому движения по вертикали  $y$  и по горизонтали  $x$  можно считать независимыми. В результате имеем совокупную систему восьми дифференциальных уравнений, смоделированных в систему Рунге – Кутты:

$$\frac{dx_1}{dt} = v_{m_1}, \text{ м/с}; \quad (2.78)$$

$$\begin{aligned} \frac{dv_{m_1}}{dt} = \\ = \frac{m_1 \omega^2 A \sin(\omega t) \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(v_n - v_{m_1})}{2} \right] + k_1 k_D (v_n - v_{m_1}) - M_1 g f \operatorname{sign}(v_{m_1} - v_n) - C(x_1 - x_2)}{m_1}, \text{ м/с}^2; \end{aligned} \quad (2.79)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = v_{m_2}, \text{ м/с}; \quad (2.80)$$

$$\frac{dv_{m_2}}{dt} = \frac{k_2 k_D (v_n - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg} \beta) \operatorname{sign}(v_{m_2} - v_n) + C(x_1 - x_2)}{m_2}, \text{ м/с}^2; \quad (2.81)$$

$$\frac{dx}{dt} = v_n, \text{ м/с}; \quad (2.82)$$

$$\frac{dv_n}{dt} = \frac{-k_1 k_D (v_n - v_{m_1}) - k_2 k_D (v_n - v_{m_2})}{M}, \text{ м/с}^2; \quad (2.83)$$

$$\frac{dy}{dt} = v_y \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y)}{2} \right], \text{ м/с}; \quad (2.84)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = \frac{k_2 k_D (v_{II} - v_{m_2}) - M_2 g (f + \operatorname{tg}\beta) \operatorname{sign}(v_{m_2} - v_{II}) + C(x_1 - x_2)}{m_2} \operatorname{tg}\beta - g \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y)}{2} \right], \text{ м/с}^2. \quad (2.85)$$

При моделировании были использованы следующие параметры:

- плотность вороха подсолнечника  $\gamma = 480 \text{ кг/м}^3$  [38, 59, 91];
- ширина решета с регулируемыми отверстиями  $B = 0,8 \text{ м}$  (см. рисунок 2.12);
- длина рабочего участка  $L_p = 0,032 \text{ м}$ ;
- количество гофр в решете  $N = 30 \text{ шт.}$ ;
- высота слоя вороха подсолнечника на решете  $H = 0,05 \text{ м}$ ;
- амплитуда колебаний решета  $A = 0,032 \text{ м}$ ;
- угловая скорость вращения вала привода решета  $\omega = 25 \dots 30 \text{ рад/с}$ ;
- масса вороха подсолнечника над рабочим участком  $M = 80 \%$ ;
- масса вороха подсолнечника, взаимодействующего с рабочим участком,  $m = 16 \%$ ;
- коэффициенты, пропорциональные длине рабочего участка,  $k_1 = 0,6$  и  $k_2 = 0,4$ ;
- угол наклона образующей гофры  $\beta = 0,26 \text{ рад}$ ;
- коэффициент трения вороха подсолнечника по стали  $f = 0,7$ ;
- коэффициент демпфирования  $k_D = 1$ ;
- коэффициент жёсткости вороха подсолнечника  $C = 300$ .

В результате решения системы уравнений Рунге – Кутта (2.78)–(2.85) в пакете «Matcad» были обоснованы рабочие параметры решета с регулируемыми отверстиями.

## 2.11 Теоретическое обоснование рабочей длины решета с регулируемыми отверстиями

В решете рассматриваемой конструкции отверстия расположены в шахматном порядке во впадине между наклонной поверхностью и уступом

гофры. Это повышает вероятность  $P_p$  попадания семянки в положение перекрытия более двух третей её длины над отверстием до значения  $P_p = 0,5$ .

С учётом динамики процесса взаимодействия семянки с уступом гофры при колебаниях решета вероятность разворота  $P_r$  семянки в положение совпадения главной оси семянки и оси впадины также имеет значение  $P_r = 0,5$ . Общая вероятность совпадения этих двух необходимых условий для прохождения семянки через одну впадину:

$$P_{pr} = P_p P_r = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25, \quad (2.86)$$

где  $P_p$  – вероятность попадания семянки в отверстие;

$P_r$  – вероятность разворота семянки.

Количество впадин, необходимое для просеивания одного слоя семянки при движении по решету [16]:

$$n \frac{1}{P_{pr}} = 4. \quad (2.87)$$

Число слоёв семянки при полной загрузке решета и высоте слоя  $H = 50$  мм, а также толщине семянки разных сортов  $h_c = 6-8$  мм составит:

$$m = \frac{H}{h_c} = \frac{50}{(6-8)} \approx 6-8. \quad (2.88)$$

Тогда количество впадин для гарантированного прохождения семянки при полной загрузке решета

$$N = nm = 4 \cdot (6-8) = 24-32. \quad (2.89)$$

В реализованной конструкции решета длиной 1 м, взятого для совместимости с конструкцией комбайна, выполнено  $N = 30$  гофр, что даёт длину рабочего участка  $L_p = 32$  мм. Амплитуду колебаний решета  $A$  принимаем равной этому шагу, что соответствует рабочему режиму работы ВРО:

$$A = L_p = 32 \text{ мм}. \quad (2.90)$$

## 2.12 Выводы

1. Разработана технологическая схема очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями, позволяющая минимизировать содержание сорных примесей в проходе.
2. Получено математическое выражение вероятности просеивания семян через регулируемые отверстия.
3. Выведено математическое выражение для определения содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями в зависимости от подачи вороха, скорости воздушного потока и коэффициента смещения отверстий  $\tau$ .
4. Математически установлены: длина рабочего участка  $L_p = 0,032$  м, количество гофр  $N = 24-32$ , длина решета  $L = 0,990$  м.
5. Графические зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями показывают, что минимальное содержание сорных примесей в проходе  $Q_2 = 1,67$  % обеспечивается при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$ , подаче вороха подсолнечника на решето  $q = 1,5$  кг/с и скорости воздушного потока  $v_b = 3$  м/с.

## 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

### 3.1 Методика лабораторно-полевых экспериментов

Для проверки и подтверждения полученных теоретических результатов была составлена программа лабораторно-полевых экспериментальных исследований влияния на содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника и семян в сходе с решета:

- коэффициента смещения отверстий  $\tau$ ;
- скорости воздушного потока  $v_v$ , нагнетаемого вентилятором;
- подачи вороха подсолнечника  $q$  на решето.

Одним из основных видов лабораторно-полевых исследований решета с регулируемыми отверстиями, устройство которого описано во 2-й главе, являлись исследования, выполненные методом трёхфакторного эксперимента. В процессе проведения лабораторно-полевых опытов определяли показатели качества технологического процесса очистки, выполняемой решетом с регулируемыми отверстиями.

На агротехнические показатели качества процесса сепарации способны влиять конструкция и регулировки решета, настройка технологических параметров системы очистки комбайна, географические и природные условия уборки, а также некоторые физико-механические свойства сепарируемого вороха подсолнечника.

При подготовке к экспериментально-полевым опытам была принята во внимание неоднородность некоторых районированных сортов подсолнечника, возделываемого в Саратовской области, которая проявлялась в различных геометрических и весовых характеристиках семян. Поэтому для проведения исследования работы решета с регулируемыми отверстиями были взяты три районированных сорта подсолнечника, наиболее распространенные в Саратовской области: «Лакомка», «Саратовский-20», «Донской».

Целью лабораторных опытов являлось определение физико-механических свойств вороха подсолнечника, удельного содержания семян в стебле срезанного растения, величины подачи  $q$  вороха на решётные станы, геометрических характеристик семян трёх сортов и сорных примесей в ворохе.

Подача вороха подсолнечника  $q$  прямо пропорциональна пропускной способности молотильно-сепарирующего устройства комбайна.

Известно, что ворох подсолнечника, подаваемый на решётные станы ВРО, состоит из семян и некоторого количества сорных примесей:

$$q = \Pi_{\text{МСУ}} Y_{\text{сем}}, \text{ кг/с}, \quad (3.1)$$

где  $\Pi_{\text{МСУ}}$  – пропускная способность молотилки зерноуборочного комбайна, кг/с;

$Y_{\text{сем}}$  – средняя удельная составляющая содержания семян в скошенном стеблестое подсолнечника,

$$Y_{\text{сем}} = \frac{m_{\text{сем}} + Q_2}{m_{\text{раст}}}, \quad (3.2)$$

$m_{\text{раст}}$  – масса срезанного растения без семян, г;

$m_{\text{сем}}$  – масса семян в растении, г;

$Q_2$  – содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника, г.

Количество сорных примесей в ворохе подсолнечника, подаваемом на ВРО, принимали в размере 12 % к массе вороха. Эта величина являлась усреднённой и была основана на результатах замеров вороха подсолнечника в бункерах комбайнов различных марок и при различных условиях уборки.

Массу вороха подсолнечника, подаваемого на ВРО, определяли:

$$m = \frac{m_{\text{сем}} \cdot 100}{88}, \text{ г}. \quad (3.3)$$

Лабораторно-полевые исследования вороха подсолнечника включали в себя: определение содержания семян в корзинках подсолнечника, геометрических

характеристик семян, анализ структуры сорных примесей, установление длины и классифицирование их на мелкие и крупные.

Исследуемые геометрические характеристики семян различаются в зависимости от вида или сорта подсолнечника. Известно, что семянки подсолнечника можно подразделить на три вида:

- грызовые длиной от 8,5 до 25 мм, толщиной от 5 до 8 мм;
- «межеумки» длиной от 6 до 12 мм, толщиной от 4 до 6 мм;
- масличные длиной от 5 до 7 мм, толщиной от 2 до 4 мм.

Поэтому при использовании решета с регулируемыми отверстиями для повышения качества очистки следует учитывать геометрические характеристики семян подсолнечника различных видов и сортов, в зависимости от которых изменять величину коэффициента смещения отверстий.

К периоду уборки происходит одревеснение стебля, который при обмолоте скошенной массы подсолнечника дробится на крупные и мелкие сорные примеси [4, 62, 63, 91].

К сорным примесям, содержащимся в ворохе подсолнечника, можно отнести: части стеблей, корзинок, соцветий сорных растений и семянки, поврежденные в процессе обмолота.

Все сорные примеси в свою очередь можно подразделить на крупные  $Q_k$  и мелкие  $Q_m$ . Причём к крупным сорным примесям следует отнести те из них, длина которых геометрически больше продольной оси регулируемого отверстия (рисунок 3.1). Такие примеси не проходят сквозь отверстия и выдуваются с решета. К ним относятся части стеблей, корзинок, сорных растений, длина которых более 11,83 мм. При значении коэффициента смещения отверстий  $\tau$ , равном 0,85, регулируемое отверстие имеет аналогичные геометрические размеры.

К мелким  $Q_m$  условно можно отнести сорные примеси, длина которых меньше продольной оси регулируемого отверстия (рисунок 3.2). Данные примеси

проходят сквозь отверстия решета вместе с сеянками, но под воздействием воздушного потока, направленного снизу решета, выдуваются из ВРО.



Рисунок 3.1 – Крупные сорные примеси



Рисунок 3.2 – Мелкие сорные примеси

Можно предположить, что не все мелкие сорные примеси  $Q_m$  из-за ряда их геометрических особенностей выдуваются воздушным потоком. Часть их остаётся в очищенном ворохе вместе с сеянками  $q_2$ , что и составляет конечное содержание сорных примесей, величина которого не должна превышать технического задания на уборку подсолнечника – 2,5 %.

Исследования физико-механических свойств вороха подсолнечника включали в себя определение процентного соотношения крупных  $Q_k$  и мелких  $Q_m$  сорных примесей:

$$Q_2 = \frac{Q_k}{Q_m} \cdot 100 \% \quad (3.4)$$

Лабораторно-полевыми опытами определяли:

- 1) величину сеянок в скошенной корзинке подсолнечника;
- 2) геометрические характеристики сеянок подсолнечника сортов «Лакомка», «Саратовский-20», «Донской» (приложение 6);
- 2) общее содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника, %;

Для обеспечения точности опытов в пределах 4 % размерные показатели определяли на 30 кг вороха подсолнечника.

Длина крупных и мелких сорных примесей приведены в приложении 8.

С учётом того, что возможность выдувания сорных примесей с решета обеспечивается только при превышении их длины и продольной оси регулируемого отверстия, то условной шириной в данном случае можно пренебречь.

Для получения точной характеристики размерности сорных примесей по каждому из показателей определяли среднюю величину в процентах на 30 кг вороха подсолнечника:

$$\bar{n}_{\text{расч}} = \frac{\Sigma X}{n}, \quad (3.5)$$

где  $\Sigma X$  – сумма вариантов ряда [56];

$n$  – число наблюдений.

Лабораторно-полевые опыты проводили при влажности вороха подсолнечника 13,5 %.

### **3.2 Выбор критерия и факторов оптимизации, определение повторности опытов и порядка их проведения**

В ходе подготовки к эксперименту была поставлена задача определения оптимальных показателей регулировки решета при работе в различных условиях с сортами подсолнечника, различающимися по геометрическим и весовым характеристикам.

Критерием оптимизации лабораторно-полевых исследований, согласно техническому заданию на уборку подсолнечника, была назначена величина сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями, которая не должна превышать 2,5 % от всей массы прохода.

Таким образом, принятие основных факторов оптимизации было обусловлено качеством работы решета с регулируемыми отверстиями, которое должно характеризоваться условием.

$$Q_2 < 2,5 \%, \quad (3.6)$$

где  $Q_2$  – содержание сорных примесей в проходе вороха через решето, %.

При исследованиях работы решета с регулируемыми отверстиями нельзя не учитывать количество семян, которые не прошли через решето по технологическим причинам и попали в сход.

Учитывая особенности конструкции решета, можно предположить, что регулировка отверстий на определенные геометрические размеры семянки может привести к значительным потерям крупных семян, попадающих в сход с решета и далее в домолачивающее устройство.

Поэтому наиболее рациональной считается работа решета, при которой содержание сорных примесей  $Q_2$  в проходе и количество семян  $q_3$  в сходе с решета будут минимальными. Однако технологически это невозможно.

Поэтому исследования нельзя считать полноценными без определения схода семян с решета.

При анализе конструктивно-технологической схемы ВРО, оснащённой решетом с регулируемыми отверстиями, назначались следующие факторы.

За основной фактор оптимизации был выбран коэффициент смещения  $\tau$ , характеризующий размеры и площадь отверстия.

Коэффициент  $\tau$  определяли как отношение ширины регулируемого отверстия к его длине (рисунок 3.3):

$$\tau = \frac{s}{l}, \quad (3.7)$$

где  $s, l$  – соответственно ширина и длина регулируемого отверстия, мм.

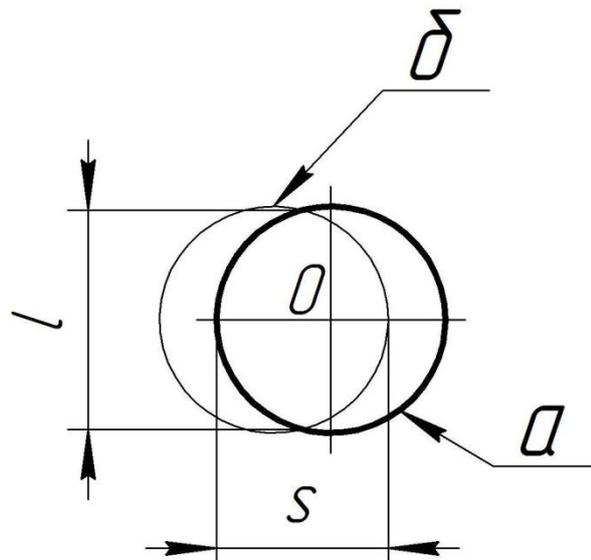


Рисунок 3.3 – Геометрические размеры регулируемого отверстия:

$a$  – отверстие верхнего неподвижного решета, мм;

$b$  – отверстие нижнего подвижного решета, мм

Следующим по значимости фактором оптимизации, согласно рекомендациям [46, 47, 48], была принята величина подачи вороха подсолнечника  $q$  на решето с регулируемыми отверстиями, зависящая от пропускной способности комбайна и урожайности подсолнечника. Сравнительный анализ выбранных факторов позволил определить значения коэффициента смещения отверстий  $\tau$ , обеспечивающие наиболее высокий показатель чистоты вороха подсолнечника, просеиваемого через предлагаемое решето.

Величину подачи вороха подсолнечника  $q$  определяли опытным путем. Для этого растения подсолнечника, срезанные на высоте 60 см, взвешивали. Затем проводили облущение корзинок и вычисляли среднюю составляющую содержания семян в скошенном стеблестое (см. приложение 7). Затем устанавливали массу срезаемого растения  $m_{\text{раст}}$  без семян, г, и массу облущённых семян  $m_{\text{сем}}$ , г.

Для определения сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника из бункера комбайна при уборке брали пробы семян, прошедших очистку двумя жалюзийными решетками, взвешивали их и вычисляли весовое и процентное соотношение относительно общей массы вороха (рисунок 3.4). После этого

рассчитывали процентное содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника и определяли их длину.



Рисунок 3.4 – Взвешивание вороха подсолнечника

Выбор вторичных факторов осуществляли исходя из технических характеристик комбайна СК-5-М1 «Нива», условий уборки подсолнечника, литературных источников и визуальных наблюдений.

На основании литературных источников и анализа работы ВРО зерноуборочных комбайнов было установлено, что на содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника способна влиять скорость подачи воздушного потока  $v_b$  на решето.

Величина  $v_b$  также зависит от технической характеристики комбайна и способна варьировать в зависимости от вида и засорённости убираемой культуры. Для исследования были приняты четыре уровня скорости подачи воздушного потока: 1,5, 2,0, 2,5 и 3,0 м/с.

Опыты выполняли с помощью схемы рандомизированных блоков. Рандомизация опытов была проведена независимо для каждого блока случайных чисел. Данные результатов рандомизации приведены в таблице 3.1. В сравнении с другими схемами организация опытов по схеме рандомизированных блоков по-

зволяет уменьшить экспериментальную ошибку опытов, что повышает их эффективность [25, 31, 43].

Таблица 3.1 – Симметричный трёхфакторный эксперимент

№ варианта	$q(x_1)$ , кг/с	$v_B(x_2)$ , м/с	$\tau$
1	-2	-2	-2
2	-2	-1	-1
3	1	1	1
4	2	2	2
5	-2	-2	1
6	-2	-1	2
7	1	1	-1
8	2	2	-2
9	-2	-2	2
10	-2	-1	1
11	1	1	-1
12	2	2	-2
13	-2	-2	-1
14	-2	-1	1
15	1	1	-2
16	2	2	2

В процессе проведения опытов были установлены физико-механические свойства растений подсолнечника, срезанных жаткой и подаваемых в молотильный аппарат: масса срезаемого растения, масса семян, состав вороха подсолнечника, подаваемого на решето с регулируемые отверстиями.

### 3.3 Обоснование выбора коэффициента смещения отверстий $\tau$

Выбор значений  $\tau$  осуществляли исходя из особенностей расположения отверстий решёт относительно друг друга и смещения их рядов. При смещении нижнего подвижного решета до определенной (критической) ширины  $s$  происходило образование не одного регулируемого отверстия, а двух, а при последующем смещении – трёх. В данном случае решето не являлось работоспособным применительно к вороху подсолнечника по причине невозможности прохода семян сквозь образованные отверстия.

Для последующего анализа были рассмотрены варианты смещения регулируемых отверстий. Назначались два шага смещения  $b$  (рисунки 3.5, 3.6):

- $b = 2$  мм;
- $b = 2,5$  мм.

Увеличение  $b$  более 2,5 мм было нежелательно из-за нарушения количества шагов (4 шага варьирования при этом не получалось), что не давало возможности для полноценного исследования процесса очистки вороха.

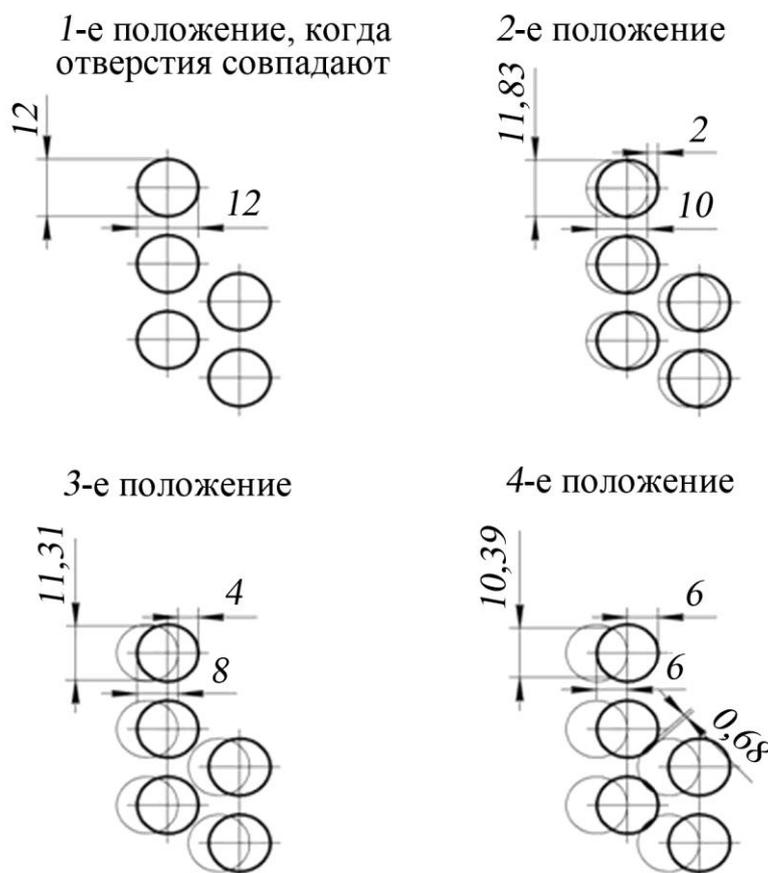


Рисунок 3.5 – Варианты смещения отверстий решета на 2 мм

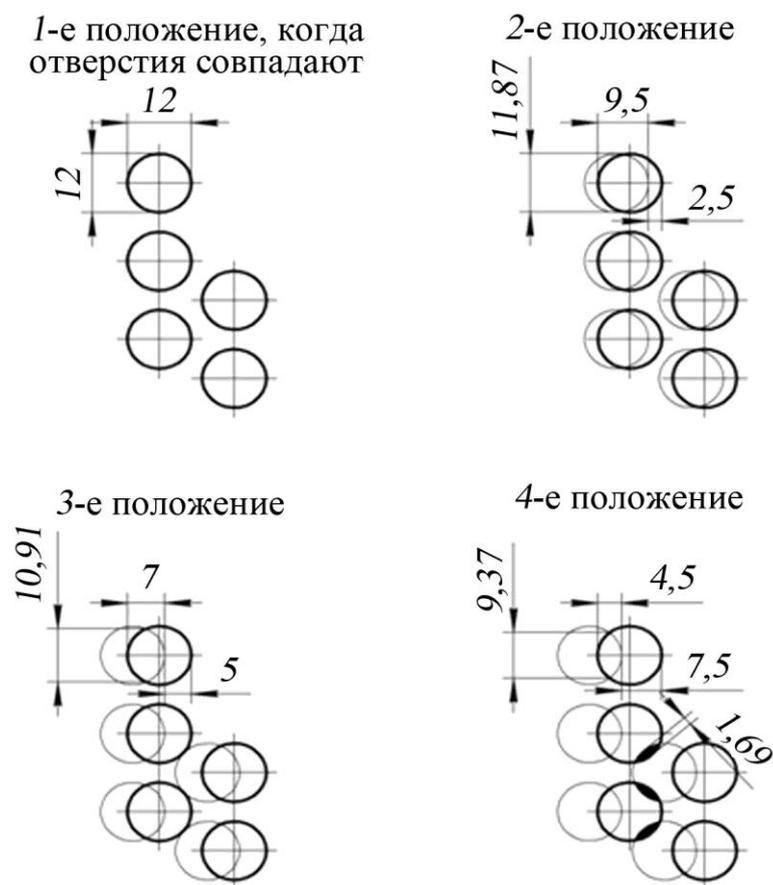


Рисунок 3.6 – Варианты смещения отверстий решета на 2,5 мм

Из рисунка 3.5 видно, что при смещении подвижного решета на 2,0 мм в четвертом положении (четвёртый шаг) в проходном сечении помимо основного образовывалось дополнительное регулируемое отверстие шириной 0,68 мм.

При смещении подвижного решета на 2,5 мм (см. рисунок 3.6) в проходном сечении образовывались также дополнительные регулируемые отверстия шириной 1,69 мм. Кроме того, ширина регулируемого отверстия составляла всего 4,5 мм, что явно недостаточно для прохождения семян подсолнечника и делает невозможным проведение исследований.

Из анализа следует, что для выполнения лабораторных опытов и получения 4 шагов варьирования коэффициента  $\tau$  необходимо смещать подвижное решето относительно неподвижного на величину 2,0 мм. Площадь, образуемой дополнительным регулируемым отверстием, в ходе эксперимента можно пренебречь в виду ее незначительности.

В этом случае значения коэффициента  $\tau$ , определённые по формуле (3.7), следующие:

$$1) \tau = \frac{12}{12} = 1;$$

$$2) \tau = \frac{10}{11,83} = 0,85;$$

$$3) \tau = \frac{8}{11,31} = 0,70;$$

$$4) \tau = \frac{6}{10,39} = 0,58.$$

С уменьшением коэффициента  $\tau$  снижается площадь регулируемого отверстия.

### 3.4 Определение значимости выбранных факторов

Перед полным факторным экспериментом (ПФЭ) был проведён однофакторный эксперимент с целью определения зависимости содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями от его подачи, скорости воздушного потока и коэффициента смещения отверстий. При этом один из выбранных факторов меняется в соответствии с уровнем варьирования, остальные принимаются с постоянными значениями.

Для установления влияния коэффициента смещения отверстий  $\tau$  ( $x_1$ ) с уровнями варьирования 1, 0,85, 0,7, 0,58 принимали фиксированные значения остальных двух факторов:

- подачи вороха подсолнечника  $q$  ( $x_2$ ) = 1,5 кг/с;
- скорости воздушного потока  $v_v$  ( $x_3$ ) = 3 м/с.

Для определения влияния подачи вороха подсолнечника  $q$  ( $x_2$ ) с уровнями варьирования 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 кг/с принимали фиксированные значения остальных двух факторов:

- коэффициента смещения отверстий  $\tau$  ( $x_1$ ) = 0,85;
- скорости воздушного потока  $v_v$  ( $x_3$ ) = 3 м/с.

Аналогично фиксированные значения  $\tau(x_1) = 0,85$  и подачи вороха подсолнечника  $q(x_2) = 1,5$  кг/с были приняты постоянными для определения влияния скорости воздушного потока с уровнями варьирования  $v_v(x_3) = 1,5, 2,0, 2,5, 3,0$  м/с.

### **3.5 Обоснование назначения уровней варьирования подачи вороха подсолнечника и скорости воздушного потока**

При выборе подачи вороха подсолнечника на решето следует руководствоваться пропускной способностью МСУ, содержанием семян в скошенной массе и сорных примесей в ворохе, подаваемом на решето.

При назначении уровней варьирования скорости воздушного потока  $v_v(x_3)$  следует руководствоваться рабочими режимами, соответствующими уборке подсолнечника.

Из анализа литературных источников следует, что рабочие режимы скорости воздушного потока при уборке подсолнечника варьируют от 1,5 до 3 м/с [2, 3, 99]. При увеличении скорости воздушного потока более 3,5 м/с происходит выдувание семян в сход. Поэтому исследование скорости воздушного потока  $v_v$  свыше 3 м/с считаем нецелесообразным.

Учитывая, что были обозначены 3 фактора оптимизации с 4 шагами варьирования, то общее количество возможных комбинаций составит  $4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^3 = 64$ . Таким образом, при повторении измерений для набора факторов  $n_i$  раз количество замеров будет соответствовать  $64 n_i$ . Так как в соответствии с планом проведения исследований рассматривали три сорта подсолнечника, то соответственно общее количество опытов –  $64 \cdot 3 = 192$ . Данное количество замеров можно провести в агротехнические сроки уборки подсолнечника. Поэтому применение полного факторного эксперимента считается возможным [1, 27, 55, 56].

Построение многофакторной модели производили по всем трём факторам.

Можно предположить, что значения содержания сорных примесей, полученные в результате эксперимента, подчиняются нормальному закону распределения, а следовательно, и правилу  $3\sigma$  (вероятность того, что содержание сорных

примесей попадёт в интервал  $\bar{y} - 3\delta \leq \bar{y} + 3\delta$ , равна 0,9973). Поэтому для того, чтобы надёжность эксперимента составила не менее  $\alpha = 0,95$ , необходимо каждый опыт проводить в трёхкратной повторности [25, 27, 43, 52, 56].

### 3.6 Экспериментальная установка

Программа лабораторных исследований процесса работы решета с регулируемыми отверстиями была реализована на базе экспериментальной установки (рисунок 3.7), которая по своему конструктивному исполнению отображает работу системы очистки зерноуборочного комбайна [104, 107]. Это позволило в полной мере исследовать процесс отделения семян подсолнечника от сорных примесей решетом с регулируемыми отверстиями.

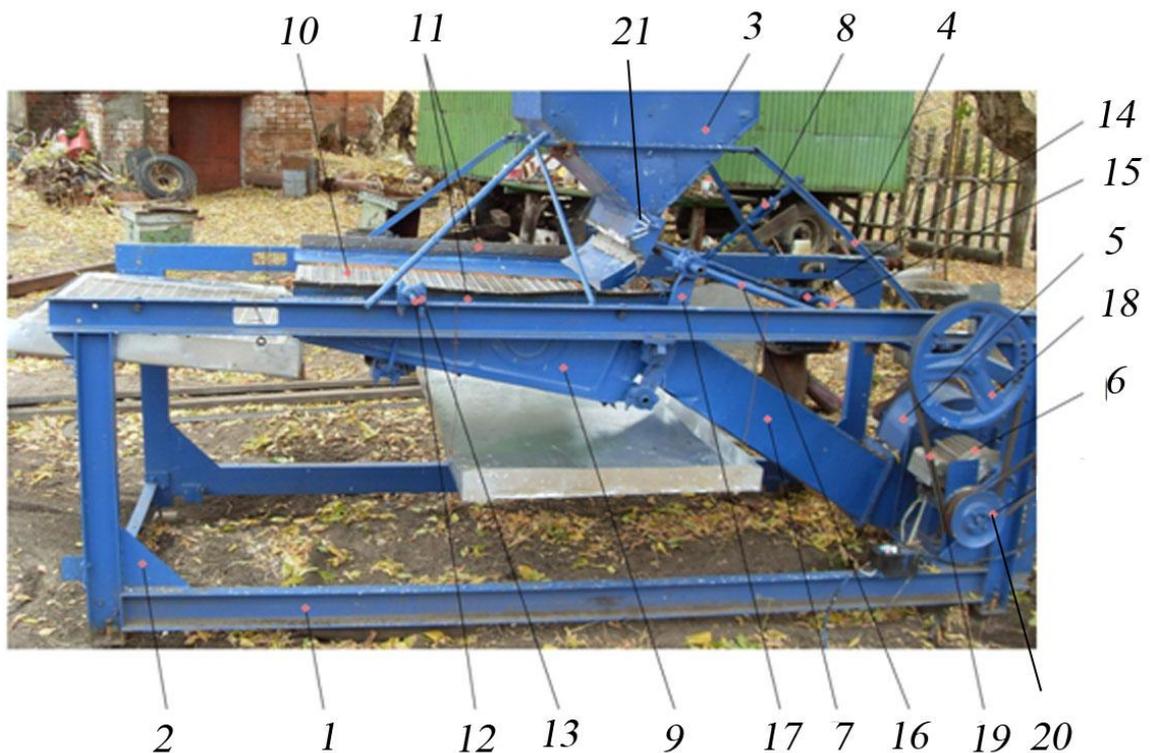


Рисунок 3.7 – Лабораторная установка: 1 – рама; 2 – косынки; 3 – бункер для сепарируемого материала; 4 – подставка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – воздуховод; 8 – стяжка; 9 – лоток; 10 – решето с регулируемыми отверстиями; 11 – специальные направляющие; 12 – оси; 13 – шарниры; 14 – кривошипно-шатунный механизм; 15 – кривошип; 16, 17 – рычаги; 18 – ведомый шкив; 19 – ремённая передача; 20 – ведущий шкив; 21 – рукоятка

Составными частями лабораторной установки являются: рама 1, бункер 3 для сепарируемого материала, жёстко закреплённый на верхней части рамы 1. На основании рамы 1 закреплён вентилятор 5, привод которого осуществляется через электродвигатель 6.

Вентилятор 5 оснащён воздуховодом 7. Патрубок воздуховода 7 установлен в лоток 9.

В конструкции воздуховода предусмотрено его расширение по длине таким образом, чтобы ширина выходного отверстия патрубка была равна ширине решета 10 с регулируемыми отверстиями для его обдува по всей площади. Решето 10 установлено в специальные направляющие 11 лотка 9 и неподвижно зафиксировано в них. Лоток 9 подвижно сопряжён с рамой 1 установки посредством осей 12, шарниров 13 и рычагов 17, закреплённых на верхней части рамы.

Для обеспечения решетом возвратно-поступательного движения в конструкции установки предусмотрен кривошипно-шатунный механизм 14, состоящий из кривошипа 15, соединённого с лотком 9 с помощью рычагов 16 и 17. Ось кривошипа 15 установлена в подшипниках и сопряжена с ведомым шкивом 18, приводимым в движение ремённой передачей 19.

Привод кривошипа осуществляется на ведомый шкив 20 и посредством ремённой передачи 19 на ведомый шкив 18.

Для регулирования подачи вороха подсолнечника внутри выходного патрубка бункера 3 предусмотрена заслонка (на рисунке не показана), изменение положения которой фиксируется рукояткой 21, что позволяет изменять величину подачи от 1,5 до 3 кг/с.

Регулирование воздушного потока осуществлялось с помощью заслонки 2 (рисунок 3.8), которую фиксировали посредством болтового соединения 1.

В конструкции воздуховода 7, в его внутренней поверхности, предусмотрены направляющие перегородки, позволяющие равномерно направлять воздушный поток на решето (см. рисунок 3.7).

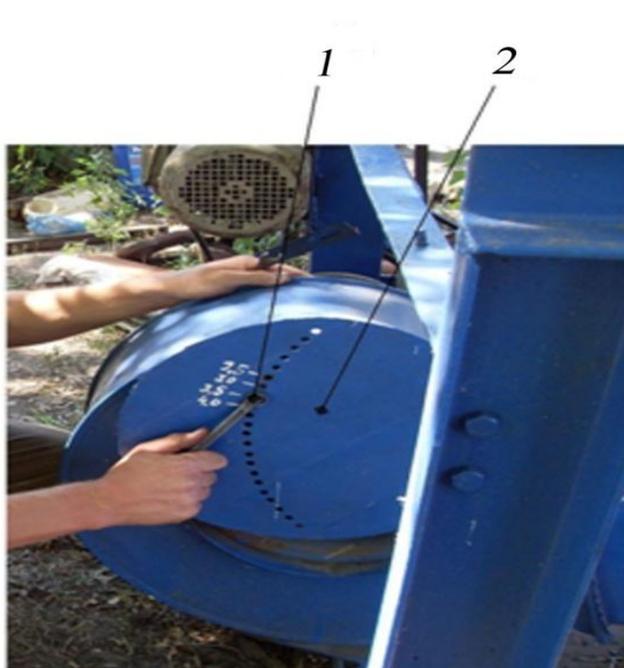


Рисунок 3.8 – Регулирование подачи  
воздушного потока

Для измерений использовали стандартное измерительное оборудование и инструменты (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Приборы и инструменты для проведения лабораторно-полевых опытов

Наименование	ГОСТ	Допустимые отклонения
Линейка измерительная 1000 мм	427–75	$\pm 0,025$ мм
Рулетка измерительная 10101 «Велюр» 3 м с 2 фиксаторами	7502–98	$\pm 0,15$ мм
Штангенциркуль (тип ШЦ–I–125)	166–89	$\pm 0,05$ мм
Угломер-транспортир 0–180° (тип 4 4УМ) с нониусом, цена деления которого 10 мин	5378–88	–

## Продолжение таблицы 3.2

Наименование	ГОСТ	Допустимые отклонения
Угольник поверочный 90° слесарный с широким основанием	3749–77	–
Влагомер Wile 55	–	$\pm 0,5 \%$
Весы механические PM 6Ц 13 УМ Весы технические электронные фасовоч- ные DIGI DS-708-6	29329–92	Класс точности III
Тягонапоромер		
Трубка Пито		

Скорость воздушного потока измеряли тягонапоромером (рисунок 3.9) через специальное отверстие в воздуховоде, в которое вводили трубку Пито.

При проведении экспериментальных исследований ставилась задача получить данные о содержании сорных примесей в ворохе подсолнечника после его прохождения через смещаемые относительно друг друга отверстия решета (рисунок 3.10), определить снижение сорности в зависимости от величины смещения.

Из геометрических размеров семян подсолнечника принимали следующие значения величин:

- длину  $l$  – 12, 11,8, 11,3, 10,4 мм;
- ширину  $s$  – 12, 10, 8, 6 мм.



Рисунок 3.9 – Тягонапоромер

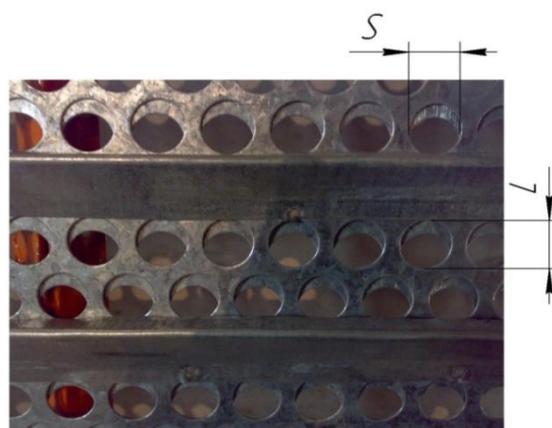


Рисунок 3.10 – Величина смещения отверстий

Лабораторная установка также оборудована лотком 1 (рисунок 3.11), предназначенным для прохода вороха подсолнечника, и лотком 2 – для схода, который оснащён дополнительной решёткой 3 для крупных сорных примесей.



Рисунок 3.11 – Экспериментальная установка

После опорожнения бункера 3 (см. рисунок 3.7) установку останавливали, отбирали часть вороха подсолнечника в проходе через решето заборной ёмкостью, отделяли 100 г и в трёхкратной повторности определяли весовое содержание сорных примесей в проходе. Содержание семян в сходе с решета устанавливали взвешиванием.

Процентное количество сорных примесей вычисляли по выражению

$$Q_2 = \frac{Q_{2r} m}{100}, \% \quad (3.8)$$

где  $m$  – масса вороха подсолнечника, подаваемого на ВРО, г;

$Q_{2r}$  – содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника, г.

Процентное количество семян в сходе с решета определяли по формуле

$$q_3 = \frac{q_{3r} m}{100}, \%, \quad (3.9)$$

где  $m$  – масса вороха подсолнечника, подаваемого на ВРО, г;

$q_{3r}$  – содержание семян в сходе с решета, г.

Изменяя величину смещения отверстий, удавалось снизить содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето на 48–52 %. В результате этого сорность в проходе составила 1,3–7 %.

### **3.7 Методика проведения производственных испытаний**

Цель производственных испытаний – проверка качества и определение технико-экономических показателей работы решета с регулируемым отверстием на очистке вороха подсолнечника.

В соответствии с целью была разработана программа испытаний, которая включала в себя определение:

- содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемым отверстием в зависимости от коэффициента смещения отверстий  $\tau$  и установленной скорости воздушного потока  $v_B$ ;
- показателей влажности вороха в бункере комбайна;
- часовой и сменной производительности зерноуборочного комбайна, оснащённого опытным образцом решета с регулируемым отверстием;
- расхода топлива испытуемым комбайном.

Для замера показателей качества работы решета было использовано оборудование в соответствии с таблицей 3.2.

### **3.8 Методика обработки и корреляционный анализ опытных данных, выбор полинома, описывающего процесс просеивания**

Для каждого рода выполненных наблюдений определяли выборочное среднее по формуле:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (3.10)$$

где  $y_i$  – крайний (наибольший или наименьший) элемент выборки;

$i$  – число наблюдений,  $i = 1 \dots n$  [1, 25, 27, 43].

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.11)$$

Коэффициент вариации [55]:

$$v = \frac{\bar{s}}{\bar{y}} 100 \%. \quad (3.12)$$

Методом вычисления максимального относительного отклонения опытных данных производили отсев грубых погрешностей согласно [56, 60]:

$$\frac{|y_i - \bar{y}|}{\bar{s}} \leq \tau_{1-p}, \quad (3.13)$$

где  $\tau_{1-p}$  – табличное значение статистики  $\tau_1$ , вычисленной при доверительной вероятности  $q = 1-p$ .

На следующем этапе обработки результатов экспериментальных опытов вычисляли функцию отклика:

$$y = f(x_1; x_2; x_3), \quad (3.14)$$

где  $y$  – критерий оптимизации (функция отклика);

$(x_1; x_2; x_3)$  – независимые переменные (факторы).

Для проверки тесноты связи между величинами проводили корреляционный анализ, в результате которого определяли коэффициенты тесноты связи между функцией отклика и фактором [52, 60, 61, 127]:

$$r_{yx_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} y_i) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \right)}}, \quad (3.15)$$

где  $x_j$  – факторы ( $j = \overline{1...3}$ ).

Коэффициент, показывающий парную тесноту связи между факторами  $x_j$  рассчитывали по формуле [56, 60]:

$$r_{x_k x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} x_{ik}) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n x_{ik}}{n}}{\sqrt{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n x_{ik} \right)^2}{n} \right)}}}. \quad (3.16)$$

Для определения влияния факторов на отклик был выбран полином вида:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jj} x_j^2 + \sum_{\substack{j,k=1 \\ j \neq k}}^3 b_{jk} x_j x_k. \quad (3.17)$$

В соответствии с задачами и теоретическими разработками лабораторно-полевые опыты предусматривали исследование влияния режимных и регулировочных параметров решета с регулируемым отверстиями на содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника.

Учитывая значительное влияние каждого фактора на выбранный критерий, многофакторную модель эксперимента построили для трёх факторов:

- коэффициента смещения отверстий относительно друг друга  $\tau (x_1)$ ;

- подачи вороха подсолнечника на решето  $q(x_2)$ ;
- скорости воздушного потока  $v_B(x_3)$ .

Исследовав работу решета с регулируемыми отверстиями согласно матрице проведения эксперимента, проверили однородность дисперсий опытов с помощью критерия Кохрена [56, 60, 118, 124]:

$$G = \frac{\sigma_{i \max}^2}{\sum_1^n \sigma_i^2}, \quad (3.18)$$

где  $\sigma_i^2$  – дисперсия результатов параллельных опытов,  $\sigma_i^2 = \frac{\sum_1^{m_n} (y_i - \bar{y})^2}{m_n - 1}$ ;

$m_n$  – число повторений одного опыта,  $m_n = 3$ ;

$n$  – количество опытов,  $n = 16$ .

Для определения влияния факторов на отклик был выбран полином вида [56, 121, 124]:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jj} x_j^2 + \sum_{k=1}^3 b_{kkk} x_k^3. \quad (3.19)$$

Коэффициенты данного полинома определяли по методу наименьших квадратов в среде Matcad.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1 Результаты исследования физико-механических свойств вороха подсолнечника

Исследования физико-механических свойств сельскохозяйственных растений обусловлены разработкой инновационных агротехнических приёмов обработки земель.

Значительный вклад в технологию возделывания и уборки подсолнечника внёс Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта. Внедрение инновационных разработок агротехники возделывания подсолнечника позволили значительно увеличить его урожайность.

Определением физико-механических свойств подсолнечника занимались многие учёные.

Так, В.К. Морозовым были разработаны рекомендации по возделыванию и уборке подсолнечника применительно к засушливой зоне юго-востока, такие, как влияние предшественников на подсолнечник, агротехнические сроки выполнения технологических операций, определение площади питания, глубины обработки почвы, заделки семян и др.

Сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственного машиностроения, канд. с.-х. наук А.И. Пьянков исследовал размерно-весовой состав стеблей подсолнечника, разрывные усилия, усилия корчевания стеблей и трение различных частей растений.

Определением разрывного усилия и усилия резания стеблей подсолнечника занимались такие ученые, как М.Ф. Бурмистрова, А.Ф. Соколов, В.И. Особов.

Также размерно-весовые характеристики стеблестоя подсолнечника были изучены В.И. Особовым, Д.С. Васильевым, И.И. Байгузиным, И.Г. Лысых, С.В. Нестеренко.

Однако данными авторами не рассмотрены физико-механические свойства скошенной массы применительно к её дальнейшей очистке на решётных станах.

Так, В.И. Особовым был исследован весовой состав надземной массы стебля подсолнечника, из анализа которого известно, что усреднённое весовое значение семян в надземной массе стебля подсолнечника составляет 22,5 % [73].

Однако при скашивании подсолнечника стебель срезается на высоте 60–80 см от поверхности почвы во избежание перегрузки МСУ.

В данной работе были исследованы физико-механические свойства вороха подсолнечника, установлено процентное содержание в нём сорных примесей, определены их геометрические размеры. Результаты исследований приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Размерная характеристика сорных примесей

Показатели	Минимальное значение	Средний процент	Среднее значение	Средний процент	Максимальное значение	Средний процент	Точность опыта, %
Длина крупных сорных примесей, мм	10–130	71	125–140	25	150–180	4	1,6–1,9
Длина мелких сорных примесей, мм	0,5–4	62	4–7	29	8–9,5	9	1,8

Полученные данные размерной характеристики сорных примесей округляли до 0,1 в сторону ближайшего значения.

#### **4.2 Влияние конструктивных и режимных параметров решета с регулируемым отверстиями на содержание сорных примесей в проходе и количество семян в сходе**

В соответствии с поставленными задачами и теоретическими разработками лабораторно-полевые опыты предусматривали исследование влияния конструктивных и режимных параметров решета с регулируемым отверстиями на

содержание сорных примесей в проходе вороха и количество семян в сходе (приложение 9, 10). Содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето определяли в процентно-весовом отношении к общей массе подаваемого вороха

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.1) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемые отверстиями построены по следующим уравнениям:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = -0,1x^2 - 0,45x + 7,425, \% \quad (4.1)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

$$y = -0,4x + 5,8, \% \quad (4.2)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -0,1x^2 - 0,03x + 5,005, \% \quad (4.3)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = -0,03x^2 - 0,323x + 5,1805, \%. \quad (4.4)$$

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.1) схода семян подсолнечника  $q_3$  с решета описываются уравнениями:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = 0,3x^2 + 1,91x + 2,215, \% \quad (4.5)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

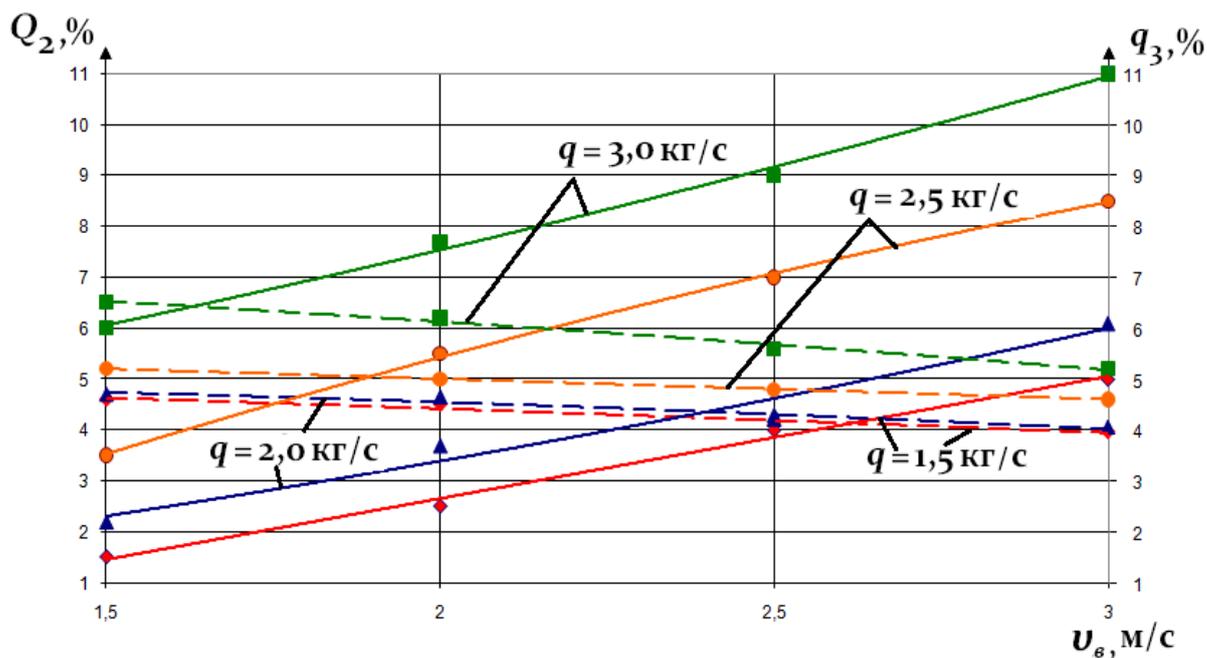
$$y = -0,5x^2 + 5,55x - 3,675, \% \quad (4.6)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -0,3x^2 - 1,11x + 0,035, \% \quad (4.7)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = 2,4x - 2,15, \%. \quad (4.8)$$



— — содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника;  
 - - - - - процент семян в сходе с решета

Рисунок 4.1 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» и семян  $q_3, \%$ , в сходе с решета с регулируемыми отверстиями от подачи  $q, \text{ кг/с}$ ,

и скорости воздушного потока  $v_b, \text{ м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$

Анализ экспериментальных зависимостей для сорта «Саратовский-20» (см. рисунок 4.1) показывает, что при фиксированном параметре  $q = 1,5 \text{ кг/с}$  и увеличении скорости воздушного потока  $v_b$  от 1,5 до 3 м/с содержание сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха через решето снижается с 4,62 до 3,95 %. Это объясняется тем, что в результате уменьшения числа слоев семян на поверхности решета и увеличения скорости воздушного потока, проходящего над решетом и под ним (сквозь регулируемые отверстия) происходит выдувание соответственно крупных и мелких сорных примесей.

Следует отметить, что при аналогичных значениях  $q$  и  $v_b$  сход семян с решета увеличивается от 1,5 до 5 % к общей массе вороха.

При минимальном значении  $q = 1,5 \text{ кг/с}$  и увеличении  $v_b$  от 1,5 до 3 м/с на сортах «Лакомка» и «Донской» также наблюдается снижение сорных примесей в проходе решета – с 4,43 до 3,75 и с 4,85 до 4,08 %. Сход семян  $q_3$  для сортов «Лакомка» и «Донской» при заданных фиксированных параметрах возрастает

от 2 до 6,2 и от 0,5 до 3,5 %, что объясняется воздействием воздушного потока на семянки (приложение 10).

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.2) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решетку с регулируемыми отверстиями построены по уравнениям:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = 0,2x^2 - 1,4x + 6,55, \% \quad (4.9)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

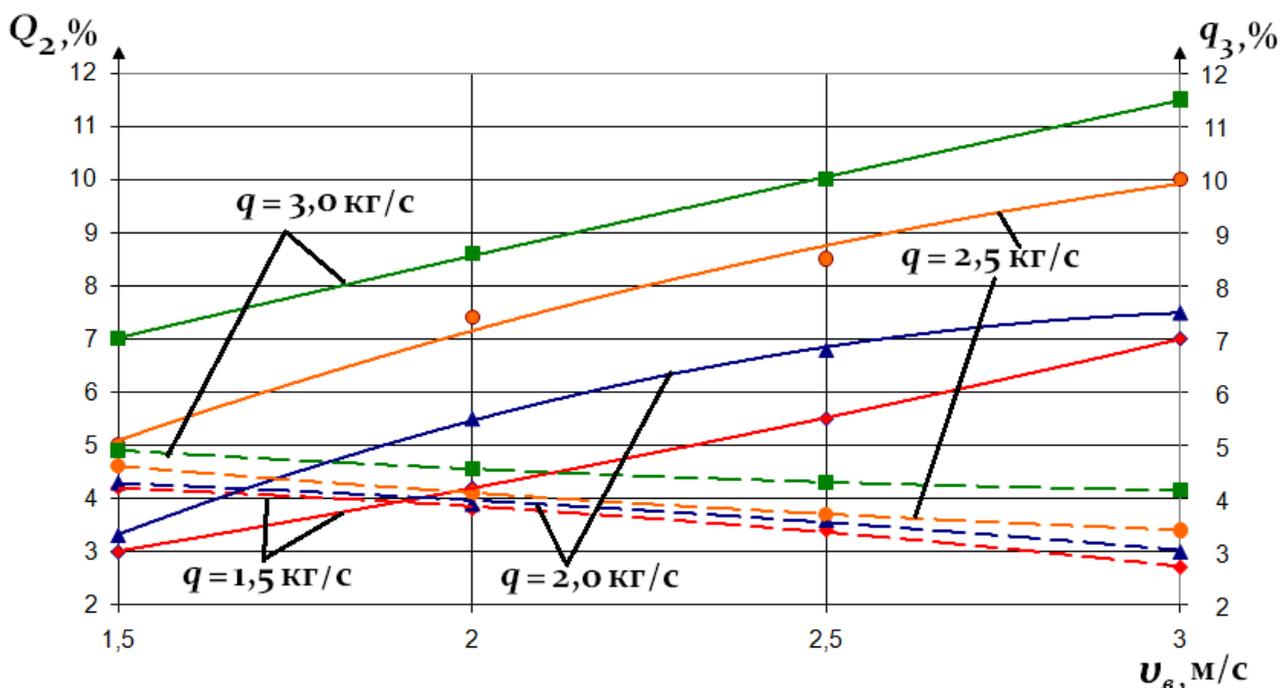
$$y = 0,2x^2 - 1,7x + 6,7, \% \quad (4.10)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -0,2x^2 + 0,06x + 4,64, \% \quad (4.11)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = -0,3x^2 + 0,37x + 4,305, \% \quad (4.12)$$



————— — содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника;

----- — процент семян в сходе с решета

Рисунок 4.2 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» и семян  $q_3, \%$ , в сходе с решета с регулируемыми отверстиями от подачи  $q, \text{ кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_{в}, \text{ м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

С уменьшением величины  $\tau$  до 0,85 для сорта «Саратовский-20» наблюдается снижение содержания сорных примесей в проходе решета, что объясняется уменьшением площади регулируемого отверстия.

С увеличением скорости воздушного потока  $v_b$  до 3 м/с и уменьшении  $q$  содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника снижается:

- при  $q = 3$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 5,18$  %;
- при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 4,6$  %;
- при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 3,95$  %.

Снижение сорности в проходе вороха через решето с регулируемыми отверстиями при увеличении скорости воздушного потока наблюдается и на сортах «Лакомка» и «Донской».

Для сорта «Лакомка»:

- при  $q = 3$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 5,11$  %;
- при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 4,5$  %;
- при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 3,75$  %.

Для сорта «Донской»:

- при  $q = 3$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 5,37$  %;
- при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 4,79$  %;
- при  $q = 1,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с  $Q_2 = 4,08$  %.

Однако, при увеличении скорости воздушного потока, как и в случае с  $\tau = 1$  увеличивается процент семян в сходе  $q_3$ . Так при  $q = 2,5$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с, при  $\tau = 0,85$  для сортов «Лакомка» и «Донской»  $q_3 = 10,5$  и  $8,5$  %. Это объясняется уменьшением площади регулируемого отверстия и увеличением воздействием на ворох воздушного потока. Также, различными геометрическими размерами семян. Для сорта «Лакомка» с длиной и шириной семечки 13,5 и 6,6 мм наиболее рациональным будет являться коэффициент смещения отверстий  $\tau$  равный 0,85 с размерами регулируемого отверстия 11,83 и 10 мм.

Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.2) схода семян подсолнечника  $q_3$  с решета описываются уравнениями:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = -0,1x^2 + 3,43x + 2,095, \% \quad (4.13)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

$$y = -0,9x^2 + 7,27x + 3,795, \% \quad (4.14)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -1,5x^2 + 9,53x - 7,605, \% \quad (4.15)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = 0,3x^2 + 1,31x + 0,365, \%. \quad (4.16)$$

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.3) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемые отверстиями построены по уравнениям:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = -0,2x^2 + 0,18x + 4,77, \% \quad (4.17)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

$$y = 0,05x^2 - 1,095x + 5,9575, \% \quad (4.18)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

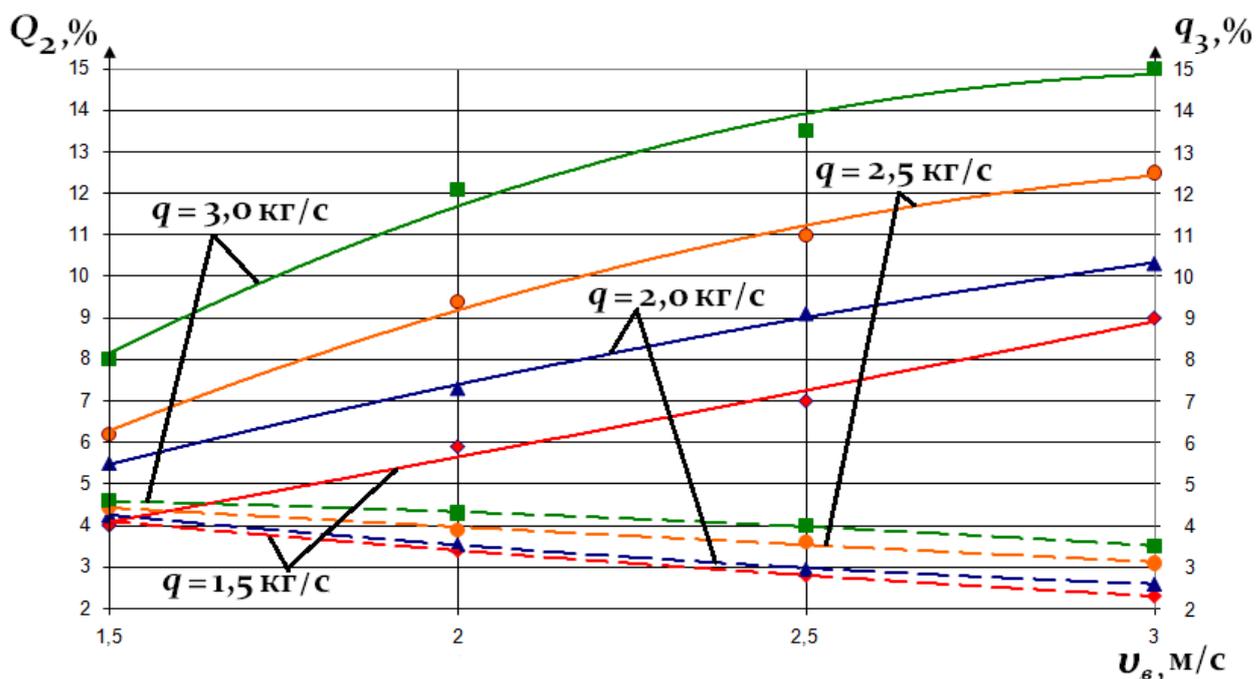
$$y = 0,34x^2 - 2,638x + 7,448, \% \quad (4.19)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = 0,2x^2 - 2,1x + 6,8, \%. \quad (4.20)$$

При значении коэффициента смещения отверстий  $\tau = 0,7$  (см. рисунок 4.3) для сорта «Саратовский-20» содержание сорных примесей в проходе решета снижается в сравнении в случае с  $\tau = 0,85$  на 13,5 %. При фиксированных значениях  $q = 2,0$  кг/с и  $v_b = 3$  м/с – 3,02 и 2,61 %, соответственно. При этом увеличивается и процент семян в сходе с 7,5 до 10,3 %, что обусловлено уменьшением площади регулируемого отверстия и воздействием на семечки воздушного потока, которые попадают в сход.

Для сортов «Лакомка» и «Донской» при аналогичных фиксированных параметрах –  $Q_2 = 2,35; 2,74 \%$  и  $q_3 = 11$  и  $8,8 \%$ . Разница в содержании сорных примесей и сходе семян подтверждает теоретические предпосылки о том, что каждому сорту соответствует свое значение коэффициента смещения отверстий  $\tau$ . В данном случае, при коэффициенте  $\tau$  равном  $0,7$  с размерами регулируемого отверстия  $11,31$  и  $8$  мм целесообразно производить очистку вороха сорта «Саратовский-20» с длиной и шириной семечки  $13$  и  $6,7$  мм.



——— — содержание сорных примесей в ворохе подсолнечника;  
 - - - - - процент семян в сходе с решета

Рисунок 4.3 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в ворохе подсолнечника сорта «Саратовский-20» и семян  $q_3, \%$ , в сходе с решета с регулируемыми отверстиями от подачи  $q, \text{ кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_b, \text{ м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$ . Экспериментальные графические зависимости (см. рисунок 4.3) схода семян подсолнечника  $q_3$  с решета описываются уравнениями:

- при подаче  $q = 3 \text{ кг/с}$

$$y = -2,6x^2 + 16,18x - 10,28, \%; \quad (4.21)$$

- при подаче  $q = 2,5 \text{ кг/с}$

$$y = -1,7x^2 + 11,75x - 7,525, \%; \quad (4.22)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -0,6x^2 + 5,94x - 2,09, \%; \quad (4.23)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = 0,1x^2 + 2,77x - 0,295, \%. \quad (4.24)$$

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.4) содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемые отверстиями построены по уравнениям:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = 0,15x^2 - 1,385x + 5,2475, \%; \quad (4.25)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

$$y = 0,05x^2 - 0,855x + 4,3175, \%; \quad (4.26)$$

- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -0,05x^2 + 0,385x + 3,6475, \%; \quad (4.27)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = -0,1x^2 - 0,09x + 3,065, \%. \quad (4.28)$$

Экспериментальные зависимости (см. рисунок 4.4) схода семян подсолнечника  $q_3$  с решета описываются уравнениями:

- при подаче  $q = 3$  кг/с

$$y = 0,5x^2 + 5,55x + 6,825, \%; \quad (4.29)$$

- при подаче  $q = 2,5$  кг/с

$$y = 0,1x^2 + 3,43x - 3,095, \%; \quad (4.30)$$

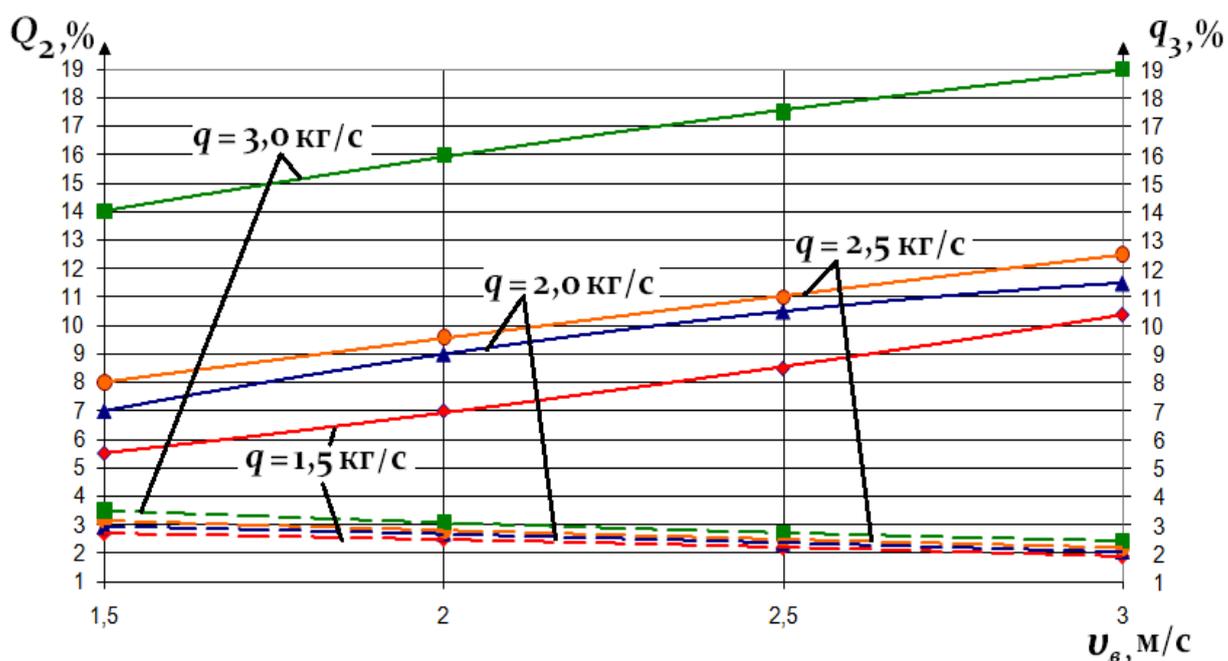
- при подаче  $q = 2,0$  кг/с

$$y = -1x^2 + 7,5x - 2, \%; \quad (4.31)$$

- при подаче  $q = 1,5$  кг/с

$$y = 0,4x^2 + 1,44x + 2,46, \% \quad (4.32)$$

С уменьшением коэффициента  $\tau$  до 0,58 и подачи  $q$  вороха подсолнечника содержание сорных примесей в проходе снижается до своего минимума – 1,89 % для сорта «Саратовский-20» (см. рисунок 4.4), и 1,51 и 1,63 % для сортов «Лакомка» и «Донской» (приложение 11). При этих значениях процент семян в сходе с решета достигает своего максимума. Для сорта «Саратовский-20» – 10,4 %, для сортов «Лакомка» и «Донской» – 14 и 8 %, соответственно.



— — содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника;  
 - - - - - процент семян в сходе с решета

Рисунок 4.4 – Экспериментальные зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» и семян  $q_3, \%$ , в сходе с решета с регулируемыми отверстиями от подачи  $q, \text{ кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_b, \text{ м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

Часть семян сортов «Лакомка» и «Донской», имеющие длину и ширину 13,5 и 6,6, и 13 и 6,7 мм не проходит в регулируемые отверстия с размерами 10,39 и 6 мм. Поэтому коэффициент смещения  $\tau$  равный 0,58 подходит только для сорта «Донской».

### 4.3 Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей

В результате исследований и на основании теоретических предпосылок были построены экспериментальные и теоретические зависимости содержания сорных примесей от подачи вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» и скорости воздушного потока (рисунки 4.5–4.8), а также, сортов «Лакомка» и «Донской» (приложение 12).

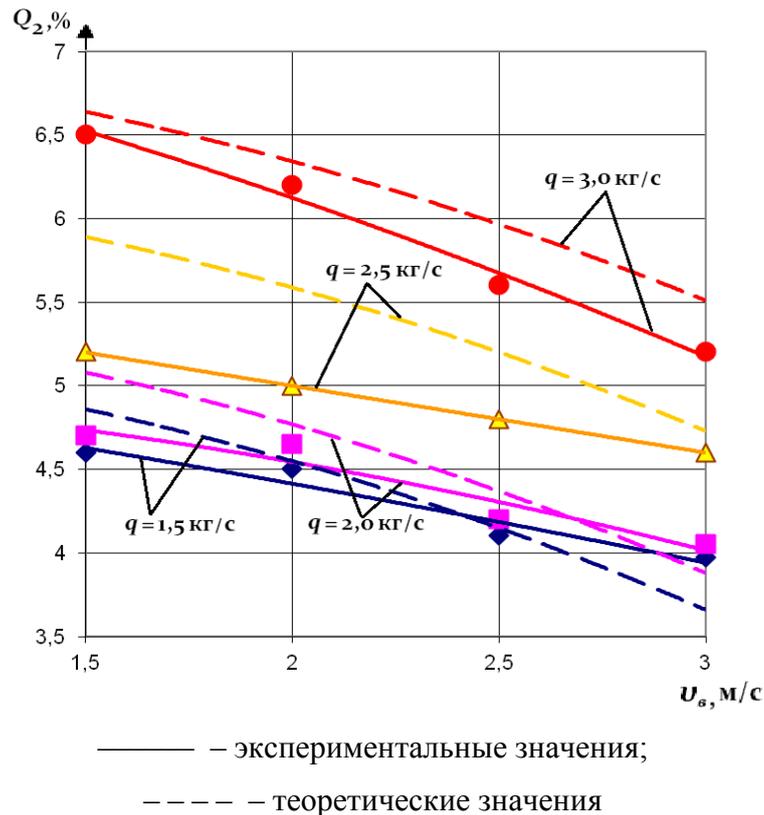


Рисунок 4.5 – Зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$ , %, в ворохе подсолнечника от его подачи  $q$ , кг/с, и скорости воздушного потока  $v_b$ , м/с, при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$

Анализ зависимостей подтверждает теоретические предпосылки того, что на снижение содержания сорных примесей в проходе решета с регулируемыми отверстиями способен влиять коэффициент смещения отверстий  $\tau$ , подача вороха на решето  $q$  и скорость воздушного потока  $v_b$ . С уменьшением подачи вороха на решето уменьшается число слоев семян в результате чего, происходит равномерное распределение вороха по поверхности решета. В результате этого сорные примеси выдуваются под воздействием воздушного потока.

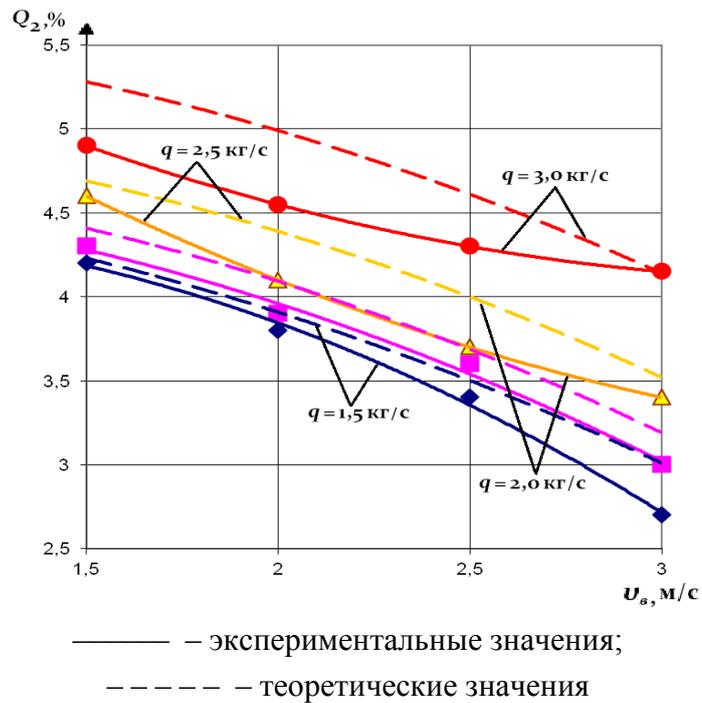


Рисунок 4.6 – Зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в ворохе подсолнечника от его подачи  $q, \text{кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_B, \text{м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

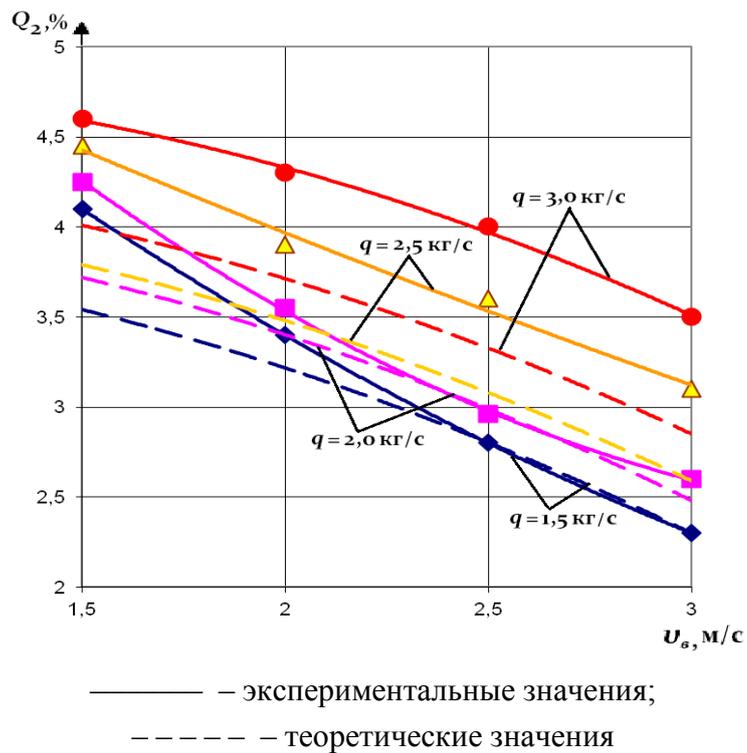


Рисунок 4.7 – Зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в ворохе подсолнечника от его подачи  $q, \text{кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_B, \text{м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$

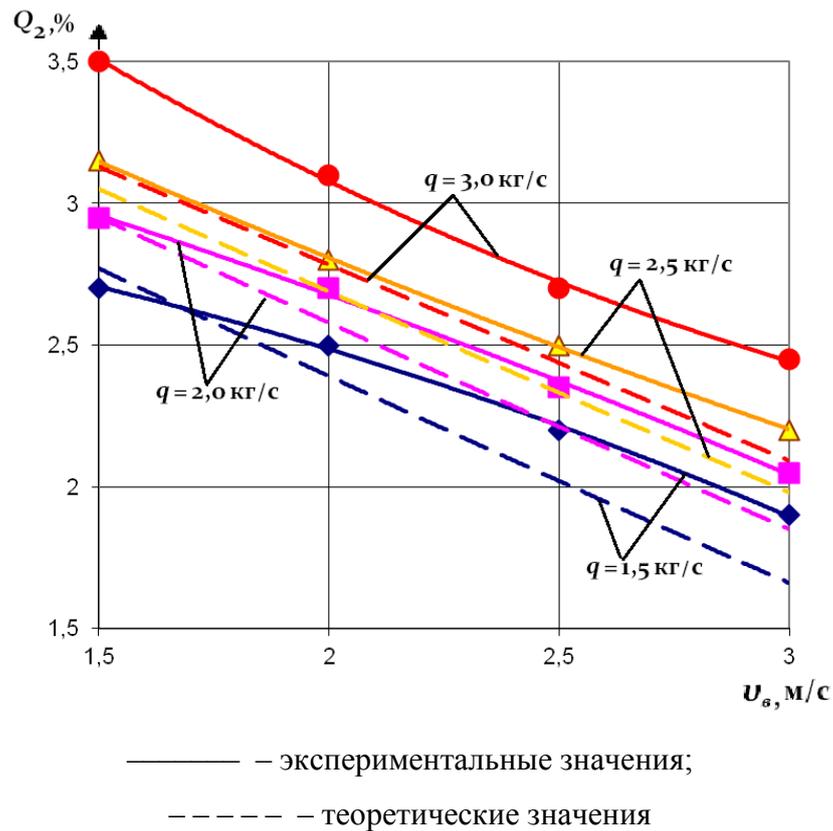


Рисунок 4.8 – Зависимости содержания сорных примесей  $Q_2, \%$ , в ворохе подсолнечника от его подачи  $q, \text{кг/с}$ , и скорости воздушного потока  $v_{\text{в}}, \text{м/с}$ , при коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

Сравнение теоретических и экспериментальных зависимостей содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника от его подачи на решетку с регулируемыми отверстиями, коэффициента смещения отверстий и скорости воздушного потока проводили по трём исследуемым сортам «Саратовский-20», «Лакомка», «Донской» (приложения 12).

Расхождение теоретических и экспериментальных кривых не превышает 5 %.

#### 4.4 Выводы

1. На основании исследований геометрических размеров семян трёх сортов подсолнечника были установлены средние длина  $a$ , ширина  $b$  и толщина  $c$  семян подсолнечника сорта «Лакомка» – 13,5, 6,6, 3,8; «Саратовский 20» – 13, 6,7, 3,9; «Донской» – 10,3, 4,6, 2,8 мм.

2. В соответствии с размерами регулируемых отверстий сорные примеси вороха подсолнечника были разделены на крупные и мелкие. Длина крупных составила 13,7, мелких – 7,4 мм.

3. Установлено, что содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями снижается с уменьшением подачи  $q$  и коэффициента смещения отверстий  $\tau$  и увеличением скорости воздушного потока  $v_B$ . Рекомендуемое значение сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20»  $Q_2 = 2,3$  % достигается при величине его подачи на решето  $q = 1,5$  кг/с, скорости воздушного потока  $v_B = 3$  м/с и коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$ ; сорта «Лакомка»  $Q_2 = 2,43$  % при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 3$  м/с,  $\tau = 0,85$ ; сорта «Донской»  $Q_2 = 1,6$  % при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 3$  м/с,  $\tau = 0,58$ .

4. Содержание семян в сходе с решета с регулируемыми отверстиями возрастает с увеличением подачи вороха подсолнечника  $q$ , скорости воздушного потока  $v_B$  и уменьшением коэффициента смещения отверстия  $\tau$ . Минимальное значение содержания семян подсолнечника сорта «Саратовский-20» в сходе с решета  $q_3 = 4$  % достигается при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 1,5$  м/с и  $\tau = 0,7$ ; сорта «Лакомка»  $q_3 = 3,5$  % при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 1,5$  м/с,  $\tau = 0,85$ ; сорта «Донской»  $q_3 = 4,6$  % при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 1,5$  м/с,  $\tau = 0,58$ .

## 5 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ РЕШЕТА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ

### 5.1 Методика проведения производственных испытаний

Производственные испытания изготовленного решета с регулируемыми отверстиями были проведены в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области с 10 по 25 сентября 2013 г.

Производственные испытания проходили на уборке подсолнечника сорта «Саратовский-20» при влажности корзинок 8 %. Средняя урожайность подсолнечника составила 11 ц/га. Решето с регулируемыми отверстиями было установлено на комбайн СК-5-М1 «Нива» под нижним жалюзийным решетом (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Установка решета с регулируемыми отверстиями:

- 1 – верхнее решето; 2 – нижнее решето;
- 3 – кронштейн для крепления решета с регулируемыми отверстиями;
- 4 – решето с регулируемыми отверстиями; 5 – днище корпуса нижнего стана;
- 6 – направляющая воздушного фартука вентилятора

Переднюю и заднюю части рамы решета с регулируемыми отверстиями закрепляли под нижним жалюзийным решетом посредством болтовых соединений. Таким образом, в процессе работы нижнего решётного стана решето с регулируемыми отверстиями копировало возвратно-поступательное движение нижнего жалюзийного решета.

Во избежание попадания вороха подсолнечника в пространство между рамой *1* решета и боковиной *3* посредством сварки устанавливали перекрывающие полосы *2* из листовой стали (рисунок 5.2).

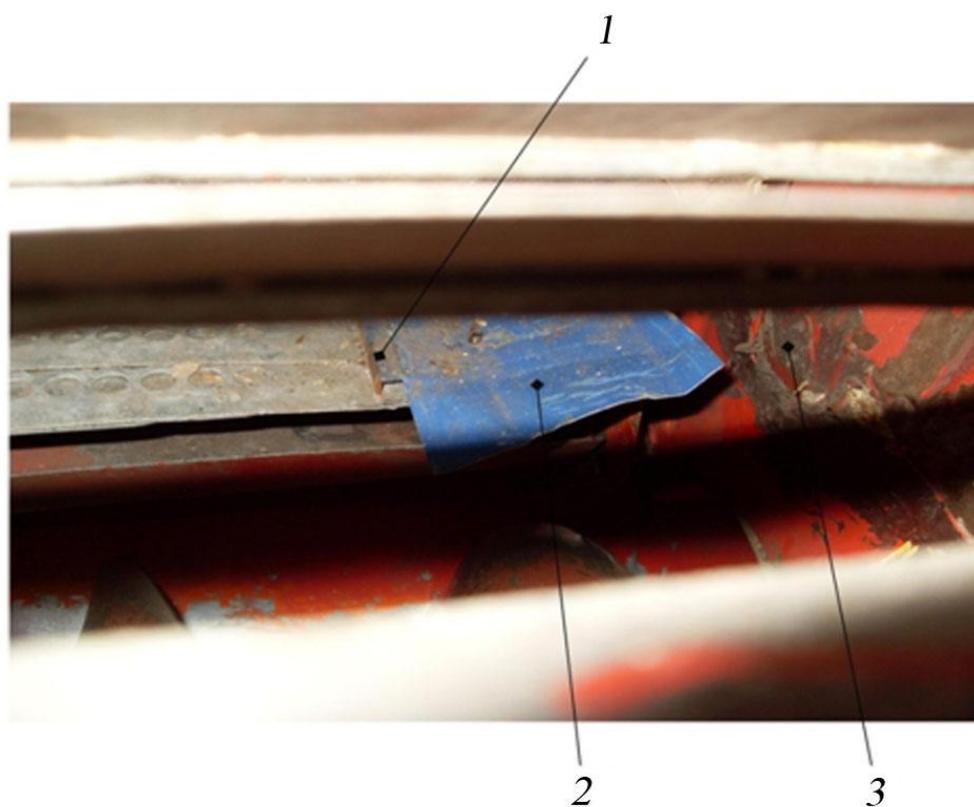


Рисунок 5.2 – Монтаж решета с регулируемыми отверстиями:  
*1* – рама решета; *2* – полоса; *3* – боковина корпуса нижнего стана

Перед началом испытаний производили регулировку решета на убираемый сорт подсолнечника посредством вращения регулировочного винта *1* в гайке *2*, жёстко закрепленной на стойке передней части рамы решета (рисунок 5.3).

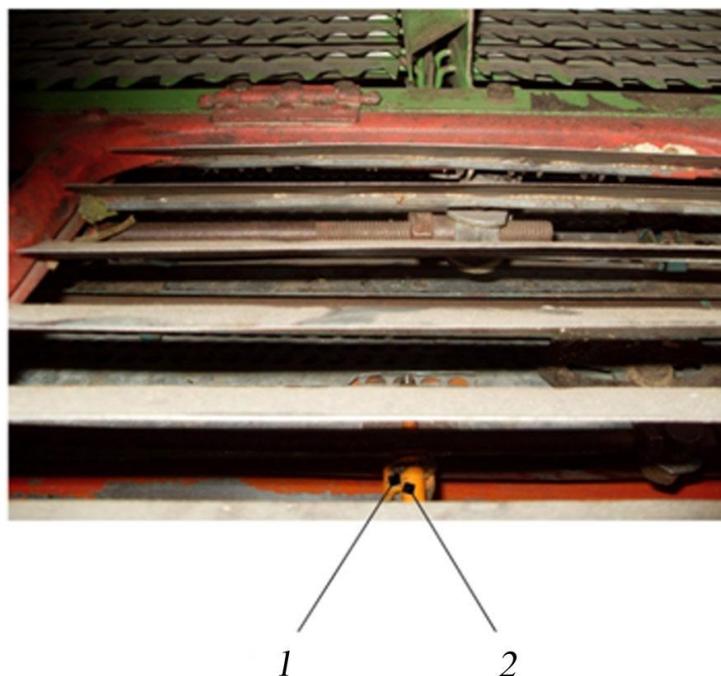


Рисунок 5.3 – Регулировка решета с отверстиями

Смещение нижнего подвижного решета относительно верхнего неподвижного осуществлялось посредством вращения регулировочного винта *1*. Для сорта подсолнечника «Саратовский-20» решето смещали на 4 мм (2,5 полных оборота регулировочного болта). В этом случае коэффициент смещения отверстий  $\tau$  составлял 0,7. После настройки решета производили запуск двигателя комбайна и приводили в действие механизм привода очистки.

Условия испытаний соответствовали типичным для зоны, но отличались от нормативных сравнительно низкой урожайностью подсолнечника – 11 ц/га (по ТУ она должна быть не ниже 20 ц/га). Влажность семян – 8 % (по ТУ – 12–14 %), почвы в слое 0–10 см – 24,5 %, незерновой части – 14,3 % (по ТУ – не более 50 %). Высота расположения корзинок – 110 см (по ТУ – не менее 60 см), растений – 135 см (по ТУ – не более 230 см). Показатели качества выполнения технологического процесса свидетельствуют о том, что сорность убранной культуры не превышает 2,3 %, что соответствует нормативу ТЗ (не более 2,5 %). Таким образом, качество работы ВРО зерноуборочного комбайна, оснащённой решетом с регулируемыми отверстиями, при испытаниях соответствовало ТЗ.

Производительность в час основного времени составила 3,2 га, удельный расход топлива за сменное время – 5 кг на 1 га убранной площади.

Решето с регулируемыми отверстиями, расположенное под нижним решётным станом, не влияет на ходовые качества комбайна.

При эксплуатации ВРО, оснащённой решетом с регулируемыми отверстиями, предусмотрено ежегодное и периодическое техническое обслуживание, трудоёмкость которого – 0,62 чел.-ч.

Время подготовки комбайна к работе составило 1,2 ч. Эксплуатационная надёжность была удовлетворительной, обеспечены удобство управления и безопасность выполнения работ.

Габаритные размеры решета следующие: ширина – 768,1, длина – 990,6 мм.

В результате производственных испытаний зерноуборочного комбайна, оснащённого решетом с регулируемыми отверстиями, получены следующие показатели:

- высота среза растений – 65 см;
- потери семян за ВРО комбайна – 1,15 %;
- содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через решето – 2,3 %;
- подача вороха подсолнечника на решето – 1,5 кг/с;
- скорость воздушного потока – 3 м/с;
- коэффициент смещения отверстий  $\tau$  – 0,7;
- производительность в час основного времени – 3,2 га;
- удельный расход топлива за время сменной работы – 3,1 кг/га.

## **5.2 Технико-экономическая оценка использования решета с регулируемыми отверстиями**

Разработанное решето с регулируемыми отверстиями, установленное под нижним жалюзийным решётном, способно производить очистку вороха подсолнечника с более высоким качеством в сравнении с базовым решётным станом.

С целью оценки результатов работы составляли технологические карты по возделыванию и уборке подсолнечника «Саратовский-20» в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области (приложение 13).

Для расчёта экономической эффективности применения решета с регулируемые отверстиями был проведён сравнительный анализ двух технологий уборки подсолнечника:

1) комбайном СК-5-М1 «Нива» серийного образца с ВРО, оснащённой двумя решётными станами с жалюзийными решётами, с последующим транспортированием собранного урожая на операцию доочистки на стационарном пункте посредством зерноочистительной машины ЗАВ-40;

2) комбайном СК-5-М1 «Нива» с ВРО, оснащённой двумя решётными станами с жалюзийными решётами и решетом с регулируемые отверстиями, без транспортирования на операцию доочистки на стационарном пункте.

В результате применения решета с регулируемые отверстиями исключается операция доочистки вороха подсолнечника на стационарном пункте.

Расчёт технологической карты производили по методическим указаниям и с помощью специальной программы, которые разработаны на кафедре «ПиСХМ в АПК».

По результатам расчёта технологической карты с помощью ЭВМ общие эксплуатационные затраты на существующую технологию составили 7921498 руб., на проектируемую – 7813414 руб. Себестоимость 1 ц продукции, полученной по существующей технологии, – 894,6 руб., по проектируемой – 882,4 руб.

Годовую экономию общей суммы затрат определяли по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{оз}} = (C_{\text{сб}} - C_{\text{спр}})Q = (894,6 - 882,4) \cdot 8855 = 108031 \text{ руб.}, \quad (5.1)$$

где  $C_{\text{сб}}$  – себестоимость 1 ц продукции, полученной по базовой технологии, руб.;

$C_{\text{спр}}$  – себестоимость 1 ц продукции, полученной по проектируемой технологии, руб.;

$Q$  – валовой сбор подсолнечника, ц.

При исключении из базовой технологии операции доочистки вороха подсолнечника на стационарном пункте экономическая эффективность повышается за счёт дополнительной прибыли от снижения себестоимости 1 ц продукции, полученной по проектируемой технологии, а также за счёт увеличения уровня рентабельности [59].

Прибыль от реализации товарной продукции определяли по формуле

$$\Pi = (\Pi - C_{сг})T_{п}, \text{ руб.}, \quad (5.2)$$

где  $\Pi$  – цена реализации, руб.;

$T_{п}$  – количество товарной продукции, ц.

Прибыль хозяйства, полученная по базовой технологии, составила

$$\Pi_{б} = (1065 - 894,6) \cdot 8855 = 1508892 \text{ руб.},$$

по проектируемой –

$$\Pi_{пр} = (1065 - 882,4) \cdot 8855 = 1616923 \text{ руб.}$$

Дополнительная прибыль

$$Д_{пр} = \Pi_{пр} - \Pi_{б} = 1616923 - 1508892 = 108031 \text{ руб.} \quad (5.3)$$

Кроме дополнительной прибыли рассчитывали уровень рентабельности по формуле

$$Y_{р} = \frac{\Pi}{C_{общ}} 100, \%, \quad (5.4)$$

где  $C_{общ}$  – общие затраты на производство подсолнечника, руб.

Уровень рентабельности по базовой технологии

$$Y_{рб} = \frac{1508892}{7921498} \cdot 100 = 19,3 \%, \quad (5.5)$$

по проектируемой –

$$y_{\text{пр}} = \frac{1616923}{7813414} \cdot 100 = 20,7 \%$$

Стоимость изготовления конструкции решета с регулируемыми отверстиями рассчитывали по формуле

$$C_{\text{к}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}} + C_{\text{пр}}, \text{ руб.}, \quad (5.5)$$

где  $C_{\text{зп}}$  – фонд заработной платы, руб.;

$C_{\text{м}}$  – стоимость материалов, руб.;

$C_{\text{пр}}$  – приведённые затраты, руб.

Фонд заработной платы с учетом дополнительной заработной платы (10 %) и отчислений на социальные нужды (20 %) составит:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{з}} \cdot 1,32 = 309,04 \cdot 1,32 = 407,93 \text{ руб.}, \quad (5.6)$$

где  $C_{\text{з}}$  – зарплата рабочих, изготовивших решето с регулируемыми отверстиями.

Стоимость материалов и покупных деталей  $C_{\text{м}}$  составляет 710,82 руб.

Приведённые затраты  $C_{\text{пр}}$  принимают 200 % к фонду заработной платы  $C_{\text{зп}}$ :

$$C_{\text{пр}} = 2 \cdot C_{\text{зп}} = 2 \cdot 407,93 = 815,86 \text{ руб.} \quad (5.7)$$

Тогда стоимость изготовления конструкции решета с регулируемыми отверстиями

$$C_{\text{к}} = 407,93 + 710,82 + 815,86 = 1934,61 \text{ руб.}$$

Часовую эксплуатационную производительность комбайна на уборке подсолнечника рассчитывали по выражению:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 B_{\text{р}} v_{\text{р}} \tau, \text{ га}, \quad (5.8)$$

где  $B_{\text{р}}$  – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м;

$v_{\text{р}}$  – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Технологический процесс очистки вороха подсолнечника не влияет на изменение производительности комбайна. В этом случае

$$W_{ч_б} = W_{ч_пр} = 0,1 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ га (3,52 т)},$$

где  $W_{ч_б}$  – часовая производительность базового комбайна, га;

$W_{ч_пр}$  – часовая производительность проектируемого комбайна, га.

Затраты труда на единицу работы определяли по формуле:

$$Z_{т} = \frac{n_{м} + n_{в}}{W_{ч}}, \text{ чел.-ч}, \quad (5.9)$$

где  $n_{м}$  – число комбайнёров, чел.;

$n_{в}$  – число вспомогательных рабочих, чел.

Затраты труда на очистку 1 т вороха подсолнечника базовым комбайном такие же, как и проектируемым:

$$Z_{т_б} = \frac{1 + 0}{3,52} = 0,28 \text{ чел. - ч.}$$

Удельный расход энергоресурсов (дизельное топливо) рассчитывали по выражению:

$$\Xi = \frac{Nq_{уд}k_{д}}{W_{ч}}, \text{ кг/га}, \quad (5.10)$$

где  $N$  – мощность двигателя комбайна, кВт;

$q_{уд}$  – удельный расход топлива, 0,24...0,25 кг/кВт·ч;

$k_{д}$  – коэффициент, учитывающий степень использования двигателя по мощности и времени.

Усовершенствование очистки комбайна не влечёт за собой повышение удельного расхода энергоресурсов. Отсюда

$$\mathcal{E}_6 = \mathcal{E}_{\text{пр}} = \frac{88,26 \cdot 0,25 \cdot 0,8}{3,52} = 5 \text{ кг/т.}$$

Расчёт себестоимости единицы работы:

$$C = C_3 + C_a + C_p + C_{\text{ГСМ}} + C_n, \text{ руб./т,} \quad (5.11)$$

где  $C_3$  – заработная плата обслуживающего персонала, руб./т;

$C_a$  – амортизационные отчисления, руб./т;

$C_p$  – затраты на ремонт и ТО, руб./т;

$C_{\text{ГСМ}}$  – затраты на ГСМ, руб./т;

$C_n$  – накладные расходы, руб./т.

Амортизационные отчисления определяли как сумму всех составляющих зерноуборочного комбайна:

$$C_a = \frac{1}{100W_{\text{ч}}} \left( \frac{B_{\text{комб}} a_{\text{комб}}}{T_{\text{комб}}} + \frac{B_{\text{реш}} a_{\text{реш}}}{T_{\text{реш}}} \right), \text{ руб./т,} \quad (5.12)$$

где  $B_{\text{комб}}$ ,  $B_{\text{реш}}$  – капитальные вложения, соответственно на оснащение комбайна и изготовление решета с регулируемыми отверстиями, руб.;

$a_{\text{комб}}$ ,  $a_{\text{реш}}$  – норма амортизационных отчислений соответственно на комбайн и решето с регулируемыми отверстиями, %;

$T_{\text{комб}}$ ,  $T_{\text{реш}}$  – годовая загрузка, соответственно комбайна и решета с регулируемыми отверстиями, ч.

Амортизационные отчисления на составляющие базового комбайна

$$C_{a_6} = \frac{1}{100 \cdot 3,52} \left( \frac{1900000 \cdot 10}{140} + \frac{12945 \cdot 10}{140} \right) = 388,05 \text{ руб./т,}$$

проектируемого –

$$C_{a_{\text{пр}}} = \frac{1}{100 \cdot 3,52} \left( \frac{1900000 \cdot 10}{140} + \frac{14379,6 \cdot 10}{140} \right) = 388,34 \text{ руб./т.}$$

Зарботную плату обслуживающего персонала вычисляли по формуле:

$$C_3 = \frac{C_ч \cdot Ч \cdot K_3}{W_ч} = \frac{70,16 \cdot 1 \cdot 1,75}{3,52} = 34,88 \text{ руб./т.} \quad (5.13)$$

где  $C_ч$  – часовая тарифная ставка, руб.;

$Ч$  – количество рабочих, обслуживающих комбайн, чел.;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий различные виды доплат и начислений.

Зарботная плата обслуживающего персонала стационарного зерноочистительного комплекса ЗАВ-20 (базовая технология)

$$C_{3\text{ЗАВ20}} = \frac{66,94 \cdot 2 \cdot 1,75}{25} = 9,37 \text{ руб./т.}$$

Затраты на горючее и смазочные материалы:

$$C_{\text{ГСМ}} = \text{ЭЦ}_т \cdot K_{\text{ГСМ}} = 6,68 \cdot 28 \cdot 1,25 = 233,8 \text{ руб./т.} \quad (5.14)$$

где  $\text{Ц}_т$  – цена 1 кг топлива, руб.;

$K_{\text{ГСМ}}$  – коэффициент, учитывающий затраты на смазочные материалы.

Затраты на ремонт

$$C_p = \frac{1}{100W_ч} \left( \frac{B_{\text{комб}} a_{\text{комб}}}{T_{\text{комб}}} + \frac{B_{\text{реш}} a_{\text{реш}}}{T_{\text{реш}}} \right), \text{ руб./т.} \quad (5.15)$$

$$C_{p_6} = \frac{1}{100 \cdot 3,52} \left( \frac{1900000 \cdot 7}{140} + \frac{12945 \cdot 7}{140} \right) = 271,64 \text{ руб./т.}$$

$$C_{p_{np}} = \frac{1}{100 \cdot 3,52} \left( \frac{1900000 \cdot 7}{140} + \frac{14379,6 \cdot 7}{140} \right) = 271,84 \text{ руб./т.}$$

Накладные расходы

$$C_n = 0,05(C_3 + C_a + C_{\text{ГСМ}}), \text{ руб./т.} \quad (5.16)$$

$$C_{нб} = 0,05(34,88 + 9,37 + 388,05 + 271,64 + 233,8 + 6,89 + 2,75) = 47,37 \text{ руб./т.}$$

$$C_{нпр} = 0,05(34,88 + 388,34 + 271,84 + 233,8) = 46,44 \text{ руб./т.}$$

Расстояние между стационарным пунктом доочистки и зерноскладом в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» составляет 96 м, вследствие чего в расчётах можно пренебречь транспортными расходами на перевозку вороха подсолнечника, так как и в базовой, и в проектируемой технологиях они будут одинаковыми.

Расход электроэнергии на привод зерноочистительных агрегатов вычисляли по выражению

$$P_{эл} = N_{эл}n \cdot 7 = 3,32 \cdot 10 \cdot 7 = 232,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (5.17)$$

где  $N_{эл}$  – мощность электродвигателей зерноочистительного комплекса ЗАВ-40, используемого при доочистке вороха подсолнечника, кВт·ч;

$n$  – количество электродвигателей в зерноочистительном комплексе ЗАВ-40.

Затраты на электроэнергию

$$C_{эл} = P_{эл} \cdot \Pi_{эл} \cdot D_p / Q = 232,4 \cdot 5,2 \cdot 5,05 / 885,5 = 6,89 \text{ руб./т.}, \quad (5.18)$$

где  $\Pi_{эл}$  – цена 1 кВт·ч., руб.;

$D_p$  – количество рабочих дней в месяце.

Тогда себестоимость единицы работы составит:

$$C_б = 34,988 + 9,37 + 388,05 + 271,64 + 233,8 + 6,89 + 47,37 = 992 \text{ руб./т.};$$

$$C_{пр} = 34,88 + 388,34 + 271,84 + 233,8 + 46,44 = 975,3 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия эксплуатационных затрат

$$\mathcal{E}_г = (C_б - C_{пр}) Q = (992 - 975,3) \cdot 885,5 = 14787,85 \text{ руб.} \quad (5.19)$$

Расчёты выполнены в ценах 2013 г. Срок окупаемости дополнительных капиталовложений определяли по выражению

$$L_o = \frac{C_k}{\Xi_r} = \frac{1434,6}{14787,85} = 0,097 \text{ года} = 35,4 \text{ дня}, \quad (5.20)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления решета с регулируемым отверстиями, руб.

Результаты расчёта приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Техничко-экономические показатели (ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»)

Наименование показателя	Уборка комбайном СК-5М1 «Нива» серийного производства (базовая технология)	Уборка комбайном СК-5М1 «Нива», оснащённым решетом с регулируемым отверстиями (проектируемая технология)
Урожайность, ц/га	11	11
Площадь испытаний, га	805	805
Ширина захвата жатки, м	5	5
Рабочая скорость, км/ч	8	8
Часовая производительность, га/ч	3,52	3,52
Расход топлива, кг/га	3,1	3,1
Затраты на электроэнергию, руб.	6101,1	–
Уровень рентабельности, %	19,3	20,7
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.	–	14787,85
Срок окупаемости, лет	–	0,097 (35,4)
Сорность, %	6,3	2,3
Влажность бункерного вороха, %	13,2	9,1

Акты на внедрение решета с регулируемыми отверстиями и на производственные испытания комбайна, оснащённого решетом с регулируемыми отверстиями, приведены в приложении 14.

### **5.3 Выводы**

1. Проведённые производственные испытания позволили определить основные технико-экономические показатели комбайна с воздушно-решётной очисткой, оснащённой решетом с регулируемыми отверстиями. Годовая экономия эксплуатационных затрат составила 14787,85 руб.; срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – 0,097 года.

2. Производительность комбайна СК-5-М1 «Нива», оснащённого решетом с регулируемыми отверстиями, так же, как и базового, составила 3,52 т/ч. Сорность бункерного вороха снизилась с 6,3 до 2,3 %.

3. Предложенная технологическая схема очистки вороха подсолнечника позволила исключить затраты на электроэнергию, необходимые для послеуборочной доочистки зерна, составившие 6101,1 руб.

5. Сумма прибыли от использования разработанной технологии очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями составила 1616923 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализом литературных источников, в которых рассматривались вопросы исследования воздушно-решётных очисток и конструкций решёт, установлено, что при очистке вороха подсолнечника они не могут снижать содержание сорных примесей в проходе ниже 2,5 %. Возможное снижение сорных примесей достигается использованием в конструкции дополнительного решета с регулируемыми отверстиями.

2. На основании выполненного анализа конструкций решёт составлена классификация и предложена конструктивно-технологическая схема решета с регулируемыми отверстиями для очистки вороха подсолнечника. Новизна устройства подтверждена патентом на полезную модель № 73805 (РФ).

3. Теоретическими исследованиями получены аналитические выражения вероятности просеивания семян через регулируемые отверстия, определены оптимальные значения коэффициента смещения отверстий  $\tau$  при просеивании вороха подсолнечника различных сортов, получено математическое выражение содержания сорных примесей в проходе через решето с регулируемыми отверстиями. Воздушно-решётная очистка комбайна, оснащённая дополнительным решетом с регулируемыми отверстиями, в сравнении с базовой конструкцией позволяет снизить содержание сорных примесей в проходе в 2,1–2,7 раза.

4. Математически рассчитаны: длина рабочего участка  $L_p = 0,032$  м, количество гофр  $N = 24–32$ , длина решета  $L = 990,6$  мм.

5. Экспериментальными исследованиями установлены зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника от различных величин подачи  $q$ , скорости воздушного потока  $v_v$  и коэффициента смещения отверстий  $\tau$ . Рекомендуемое содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20»  $Q_2 = 2,3$  % достигается при величине подачи  $q = 1,5$  кг/с, скорости воздушного потока  $v_v = 3$  м/с и коэффициенте смещения

отверстий  $\tau = 0,7$ ; сорта «Лакомка»  $Q_2 = 2,43 \%$  – при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 3$  м/с,  $\tau = 0,85$ ; сорта «Донской»  $Q_2 = 1,6 \%$  – при  $q = 1,5$  кг/с,  $v_B = 3$  м/с,  $\tau = 0,58$ .

6. Производственными испытаниями решета с регулируемыми отверстиями, проведёнными на уборке подсолнечника сорта «Саратовский-20» в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области, установлено, что содержание сорных примесей в проходе вороха подсолнечника через дополнительное решето с регулируемыми отверстиями составило  $Q_2 = 2,3 \%$ , а при очистке комбайном, оснащённым двумя жалюзийными решетами, –  $Q_2 = 6,3 \%$ . Годовая экономия эксплуатационных затрат составила 14787,85 руб. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – 0,097 года.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Адлер, Ю. П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер. – М. : Наука, 1976. – 156 с.
2. *Алфёров, С. А.* Воздушно-решётные очистки зерноуборочных комбайнов / С. А. Алфёров. – М. : Агропромиздат, 1987. – 158 с.
3. *Алфёров, С. А.* Интенсификация технологических процессов зерноуборочных машин / С. А. Алфёров // Доклады ТСХА. – М., 1975. – Вып. 209. – С. 157–163.
4. Альбом-справочник по производственной эксплуатации машинно-тракторного парка / Сост. : С. В. Старцев, А. С. Старцев, Д. Г. Горбань ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 322 с.
5. *Байгузин, И. И.* Изыскание и исследование рабочих органов для уменьшения потерь при уборке подсолнечника : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Байгузин И. И. – Саратов, 1969. – 126 с.
6. *Бахвалов, Н. С.* Численные методы в задачах и упражнениях / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. – М. : Высш. шк., 2000. – 190 с. : ил.
7. *Бахвалов, Н. С.* Численные методы : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Наука, 1987. – 598 с : ил.
8. *Белов, М. И.* Математическая модель сепарации зерна на решётах очистки / М. И. Белов, В. Н. Романенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 5. – С. 10–13.
9. *Белов, М. И.* Математическая модель движения частицы по решетку очистки / М. И. Белов, В. Н. Романенко, В. И. Славкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 5. – С. 33–36.
10. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О. Н. Тихонов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 195–197.
11. *Бородина, Т.* О предуборочной десикации подсолнечника / Т. Бородина, М. Соколов, Д. Филимонов // Зерновые и масличные культуры. – 1967. – № 1.

12. *Бронштейн, И. Н.* Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Наука, 1964. – 608 с. : ил.

13. *Бурмистрова, М. Ф.* Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / М. Ф. Бурмистрова. – М. : ГИСХЛ, 1956. – С. 89–106, 131–144, 310–341.

14. В Саратовской области подсолнечник – абсолютный лидер по занятым площадям [Электронный ресурс] : статья // SoyaNews. 19.07.2011. – Режим доступа : <http://www.soyanews.ru/news/detail.php> (20.08.2011).

15. *Василенко, П. М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. – Киев : Изд-во Украинской академии с.-х. наук, 1960. – 275 с. : ил.

16. *Выгодский, М. Я.* Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М., 1976. – 872 с.

17. Выпуск подсолнечного масла вырос на 37,2 % [Электронный ресурс] : Новости, 27 сентября 2011, 10:35. – Режим доступа : [http://www.news.sarbc.ru/main/2011/09/27/114848.html\(27/09/2011\)](http://www.news.sarbc.ru/main/2011/09/27/114848.html(27/09/2011)).

18. *Гнеденко, Б. В.* Элементарное введение в теорию вероятностей / Б. В. Гнеденко, А. Я. Хинчин. – М. : Наука, 1976. – 167 с.

19. *Голубев, И. Г.* Оборудование для переработки масличных культур : кат. / И. Г. Голубев, И. А. Шванская. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 116 с.

20. Гомсельмаш. Зерноуборочные комбайны [Электронный ресурс] : Комбайн зерноуборочный самоходный КЗС-1218 «Палессе» GS12. – Режим доступа : <http://полесье2004.рф/production/zern.html> (12.02.2014).

21. ГОСТ Р 52778–2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – IV, 26 с. ; 29 см.

22. ГОСТ 53056–2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – Введ. 09-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – IV, 22 с. ; 29 см.

23. *Данко, П. Е.* Высшая математика в упражнениях и задачах : учеб. пособие / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – М. : Высш. шк., 1980. – 364 с.

24. *Двайт, Г. Б.* Таблицы интегралов и другие математические формулы / Г. Б. Двайт. – М. : Наука, 1978. – 222 с.
25. *Деденко, Л. Г.* Математическая обработка и оформление результатов эксперимента / Л. Г. Деденко, Р. В. Керженцев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1977. – 108 с.
26. *Демидович, Б. П.* Основы вычислительной математики / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – М. : Наука, 1966. – 664 с.
27. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1973. – 421 с.
28. *Дуганец, В. И.* Повышение эффективности работы зерноуборочных комбайнов для заготовки сена с измельчением : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Дуганец В. И. – Саратов, 1992.
29. *Дымченко, Н. Д.* Исследование воздушно-решётной очистки повышенной пропускной способности зерноуборочного комбайна / Н. Д. Дымченко // сб. науч. тр. – Киев. : Украинская с.-х. акад., 1982. – С. 27–28.
30. *Жилин, И. В.* Селекционная оценка экспериментальных гибридов подсолнечника [Электронный ресурс] : Научные статьи молодых учёных. Специалисты АПК нового поколения // Некоторые тенденции развития аграрной науки в период рыночных преобразований, 2011. – Режим доступа : <http://www.prityki.net/selekcionnaya-ocenka-eksperimentalnyh-gibridov-podsolnechnika-2/> (10.09.2011).
31. *Завалишин, Ф. С.* Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф. С. Завалишин, М. Г. Манцев. – М. : Колос, 1982. – 288 с.
32. *Залетнев, А. Ф.* Высокопроизводительная вакуумная установка для дисцилляции мисцеллы растительного масла / А. Ф. Залетнев, В. И. Краснобородько, А. С. Савус // Масложировая пром-сть. – 1997. – № 5–6. – С. 40–42.
33. *Заргарян, С. Р.* Сепарация зерна в аспирационном канале / С. Р. Заргарян, А. С. Невский, С. А. Алфёров // Тракторы и сельхозмашины. – 1973. – № 4. – С. 20–22.

34. Зерноуборочный комбайн Дон-1500 и его модификации : учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.] / Саратов. гос. агр. ун-т им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2002. – 188 с.
35. Зерноуборочные комбайны Дон-1500Б [Электронный ресурс] : Зерноуборочный комбайн Дон-1500Б. – Режим доступа: <http://adams-trade.com/zernoobrabatubatuvtehyika/22-kombajn-don-1500b.html> (20.03.2011).
36. Зерноуборочный комбайн «Вектор» [Электронный ресурс] : Комбайны. – Режим доступа : <http://www.apso.ru/catalog-55> (15.03.2011).
37. Инновационные проекты – агропромышленному комплексу : кат. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 136 с.
38. Интенсивные технологии производства подсолнечника. – М. : Агропромиздат, 1992. – 430 с.
39. *Иофинов, С. А.* Эксплуатация машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов, Г. П. Лышко. – М. : Колос, 1984. – 351 с.
40. *Исоев, У. Б.* Динамика планетарного механизма привода сеноуборочных машин с двойной кулисой / У. Б. Исоев, С. Тилоев, К. Факеров // Вестник педагог. ун-та. Серия естественных наук. – 1999. – № 5.
41. *Исоев, У. Б.* Совершенствование технологии воздушно-решётной очистки зерноуборочного комбайна СК-5 «Нива» путём улучшения приводного механизма : дис. ... канд. техн. наук : защищена 24.05.06 / У. Б. Исоев. – Саратов, 2006. – С. 143.
42. Использование зерноуборочных комбайнов // Достижение молодых учёных – с.-х. производству : тезисы докл. науч.-практ. конф. – Куйбышев, 1988. – С. 97–98.
43. *Кендалл, М.* Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Кендалл, А. Стьюарт ; пер. с англ. Э. Л. Пресман и В. И. Ротарь. – М. : Наука, 1976. – 736 с. : ил.
44. Клавишный зерноуборочный комбайн Laverda LCS 296 [Электронный ресурс] : Технические характеристики. – Режим доступа : <http://itehnika.ru/Kombayny/Klavishnyie-zernouborochnyie-kombayny-Laverda-LCS-296.html> (20.01.2014).

45. *Ключкин, В. В.* Новые виды растительных масел, обогащённых биологически активными веществами / В. В. Ключкин, Ф. К. Мартыненко // Масложировая пром-сть. – 1995. – № 1–2. – С. 1–11.
46. Комбайн зерноуборочный [Электронный ресурс]. Каталог автотехники. – Режим доступа : <http://www.vehaauto.ru/catalog>. (20.03.2011).
47. *Кочетков, Е. С.* Метод наименьших квадратов : учеб. пособие / Е. С. Кочетков. – М. : Изд-во МАИ, 1993. – 86 с.
48. *Кудрявцев, В. А.* Краткий курс высшей математики / В. А. Кудрявцев, Б. П. Демидович. – М. : Наука, 1975.
49. *Лазарев, Ю.* Моделирование процессов и систем в Matlab : учеб. курс / Ю. Лазарев. – СПб. : Питер ; Киев : Издат. группа BHV, 2005. – 512 с. : ил.
50. *Левитская, О. Н.* Курс теории механизмов и машин / О. Н. Левитская, Н. И. Левитский. – М. : Высш. шк., 1985. – 279 с.
51. *Лисицын, А. Н.* Состояние сырьевой базы и перерабатывающей отрасли масложировой промышленности / А. Н. Лисицын, В. Н. Григорьев, Л. Н. Лишаева // Прод. рынок России : кооп. и сотрудничество : матер. Междунар. форума. – М., 2000. – 9–10 окт. – С. 211–215.
52. *Литтл, Т. М.* Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. М. Литтл, Ф. Д. Хиллз ; пер. с англ. Б. Ф. Кирюшина ; под ред. и с предисл. Д. В. Васильевой. – М. : Колос, 1981. – 320 с.
53. *Лысых, И. Г.* Технология и технические средства для поточной гравитационной сушки семян подсолнечника : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 : защищена 04.02.05 / И. Г. Лысых. – Краснодар, 2004. – 306 с.
54. *Львовский, Е. Н.* Статистические методы построения эмпирических формул : учеб. пособие / Е. Н. Львовский. – М. : Высш. шк., 1982. – 224 с.
55. *Маркова, Е. В.* Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / Е. В. Маркова, А. Н. Лисенков. – М. : Наука, 1973. – 230 с.
56. *Мельников, С. В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алёшин, П. М. Роцин. – Л. : Колос, Ленинград. отд-ние, 1980. – 263 с.

57. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники / Н. С. Власов [и др.]. – М. : Колос, 1986. – 223 с.

58. Методические указания к изучению дисциплины СД.07 – «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентами очного и заочного обучения специальности 110301 «Расчёт машинно-тракторного агрегата» / Сост. : С. В. Старцев, Ю. Ф. Лявин, А. С. Старцев, Д. Г. Горбань ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 44 с.

59. Механизированная технология возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры : Метод. указания к выполнению дипломного проекта студентами очного и заочного обучения специальности 110301 – «Механизация сельского хозяйства» / Сост. : А. С. Старцев, Д. Г. Горбань, Н. А. Щербакова ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 56 с.

60. *Митропольский, А. К.* Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М. : Наука, 1971. – 576 с. : ил.

61. *Монтгомери, Д. К.* Планирование эксперимента и анализ данных / Д. К. Монтгомери ; пер. с англ. – Л. : Судостроение, 1980. – 384 с. : ил.

62. *Морозов, В. К.* Агробиологические основы возделывания подсолнечника на Юго-Востоке СССР / В. К. Морозов. – Саратов : Сарат. кн. изд-во, 1953. – С. 73–77, 195–197, 214.

63. *Морозов, В. К.* Подсолнечник в засушливой зоне / В. К. Морозов. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1967. – 185 с.

64. *Муратов, Д. К.* Интенсификация процесса сепарации мелкого зернового вороха в воздушно-решётной очистке зерноуборочного комбайна : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Муратов Денис Константинович ; ФГБОУ ВПО ДГТУ. – Ростов-н/Д, 2012. – 20 с.

65. *Муратов, Д. К.* Моделирование процесса функционирования центробежных вентиляторов в воздушно-решётной очистке зерноуборочного комбайна / Д. К. Муратов, Ю. И. Ермольев // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 11, № 8 (59), вып. 1. – С. 1238–1245.

66. *Муратов, Д. К.* Рациональная подсистема операций и технических средств для интенсификации процесса сепарации мелкозернового вороха в зерноуборочном комбайне / Д. К. Муратов, Ю. И. Ермольев // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 11, № 8 (59), вып. 2. – С. 1372–1376.

67. *Нелюбов, А. И.* Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин / А. И. Нелюбов, Е. Ф. Ветров. – М. : Машиностроение, 1977. – 190 с.

68. *Нестеренко, С. В.* Разработка технологии подготовки семян подсолнечника современных сортов к процессу послеуборочного дозревания и хранения : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 : защищена 17.05.05 / Нестеренко С. В. – Краснодар, 2005. – 178 с.

69. Новый стандарт эффективности [Электронный ресурс]. Зерноуборочный комбайн ACROS-530, Ростсельмаш. – Режим доступа : <http://www.moas.ru/page13.html> (15.03.2011).

70. Оборудование для переработки масличных культур : кат. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 116 с.

71. Обоснование схемы расстановки решёт в решётном стане / А. П. Тарасенко [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – № 5. – С. 9–11.

72. Основы теории и расчёта рабочих процессов сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / А. Г. Рыбалко [и др.] ; Саратовский СХИ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 1987. – 104 с.

73. *Особов, В. И.* Механическая технология кормов / В. И. Особов. – М. : Колос, 2009. – С. 56–57.

74. Очистка [Электронный ресурс]. Технические характеристики зерноуборочного комбайна CLAAS TUCANO 450/440/320. – Режим доступа : <http://dobrobut.kr.ua/produkcija/zernouborochnye-kombainy/claas-tucano-450-440-320.html> (05.03.2011).

75. Пат. 2397634 Российская Федерация, МПК А01F12/44, А01D41/12. Жалюзийное решето / Клаузер Л. А., Путиракин Ю. Г. – № 2009121761/12 ; заявл. 05.06.2009 ; опубл. 27.08.2010, Бюл. № 24. – 14 с.

76. Пат. 2368124 Российская Федерация, МПК А01F12/44, В07В1/28. Регулируемое решето Буркова Л. Н. / Бурков Л. Н. – № 2008140579/12 ; заявл. 13.10.2008 ; опубл. 27.09.2009, Бюл. № 27. – 8 с.

77. Пат. 2113104<sup>(13)</sup> Российская Федерация, МПК А01F12/44. Решето / Горлов В. А. – № 94011040/13 ; заявл. 30.03.1994 ; опубл. 20.06.1998, Бюл. № 16. – 2 с.

78. Пат. 73805 Российская Федерация, МПК В02В 1/02. Решето с регулируемые отверстиями для очистки зерна различных культур / Попов Ю. И., Попов И. Ю., Попов М. Ю., Старцев А. С. – № 2008101299/22 ; заявл. 09.01.2008 ; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 16. – 2 с.

79. Пат. 2414971 Российская Федерация, МПК В07С 5/00, В07В 1/00. Универсальный калиброклассификатор / Попов Ю. И., Попов И. Ю., Попов М. Ю. – № 2009123035/05 ; заявл. 16.06.2009 ; опубл. 27.03.2011, Бюл. № 9. – 15 с.

80. Пат. 2401530 Российская Федерация, МПК А01F 12/44, А01D 41/12. Устройство для очистки зерна с разделением по фракциям / Попов Ю. И., Попов И. Ю., Попов М. Ю. – № 2009114400/21 ; заявл. 15.04.2009 ; опубл. 20.10.2010, Бюл. № 29. – 11 с.

81. *Пащенко, Т. С.* Итоги работы масложировой промышленности за 1998 г. / Т. С. Пащенко, Т. В. Коткова, В. А. Онищенко // Масложировая пром-сть. – 1999. – № 1. – С. 2–3.

82. Передовая агротехника выращивания подсолнечника. – Ростов-н/Д, 1974. – 136 с.

83. *Перепёлкин, М. А.* Разработка и исследование сепаратора роторно-воздушного типа для очистки вороха подсолнечника : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Перепёлкин Михаил Александрович ; ФГОУ ВПО «ВГСХА». – Волгоград, 2009. – 21 с.

84. Перспективная техника для АПК (по материалам Первой Международной специализированной выставки сельхозтехники «Агросалон») : науч. анализ. обзор. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 360 с.

85. *Пикус, Б. И.* Производство экологически чистых витаминизированных продуктов / Б. И. Пикус // Масложировая пром-сть. – 1997. – № 1–2. – С. 1–3.

86. *Пискунов, Н. С.* Дифференциальные и интегральные исчисления для втузов / Н. С. Пискунов. – М. : Наука, 1978. – 575 с.

87. Подробно о комбайнах SAMPО. Комбайны серии SR-2000 [Электронный ресурс]. Зерноуборочные комбайны SAMPО. – Режим доступа: <http://sampo.kiev.ua/ru/corn/detail/samp2000/> (12.02.2014).

88. *Попов, И. Ю.* Влияние коэффициента смещения отверстий  $\tau$  на процесс просеивания вороха подсолнечника через решето с регулируемыми отверстиями / И. Ю. Попов // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2014. – С. 107–109.

89. *Попов, И. Ю.* Решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур / И. Ю. Попов // Всероссийская молодежная выставка-конкурс прикладных исследований, изобретений и инноваций : сб. материалов. – Саратов : изд-во Саратов. ун-та. 2009. – С. 79.

90. *Попов, И. Ю.* Теоретическая зависимость механических примесей в проходе и сходе с решета с регулируемыми отверстиями от подачи вороха подсолнечника / И. Ю. Попов // Аграрная наука в XXI веке : проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / СГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2014. – С. 109–115.

91. *Попов, М. Ю.* Совершенствование технологического процесса уборки подсолнечника обоснованием конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 29.03.13 : утв. 30.09.13 / Попов Михаил Юрьевич ; ФГБОУ ВПО «СГАУ имени Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013. – 299 с.

92. Практикум по сельскохозяйственным машинам / А. И. Любимов [и др.]. – М. : Колос, 1971. – 207 с. : ил.

93. Рекомендации по индустриальной технологии возделывания подсолнечника / ВАСХНИЛ. – М., 1982. – 48 с.

94. Романенко, В. Н. Активация рабочей смеси на решётах комбайнов / В. Н. Романенко // Вестник РГАЗУ (Агроинженерия). – М., 2004. – С. 30–32.
95. Романенко, В. Н. Анализ факторов, определяющих качество работы зерноуборочных комбайнов / В. Н. Романенко, А. А. Васьков, К. А. Краснящих // Вестник РГАЗУ. – 2010. – № 8(13). – С. 123–127.
96. Романенко, В. Н. Высокопроизводительная очистка зерноуборочного комбайна / В. Н. Романенко // Вестник РГАЗУ. – 2006. – № 1. – С. 209–211.
97. Романенко, В. Н. Рабочий процесс сепарации зерновой смеси на решетке в условиях воздушного потока и активатора / В. Н. Романенко // Вестник РГАЗУ (Агроинженерия). – М., 2004. – С. 28–30.
98. Романенко, В. Н. Результаты испытаний зерноуборочного комбайна, оборудованного активатором зернового вороха / В. Н. Романенко // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 9. – С. 36–37.
99. Самоходные комбайны «Нива» : Руководство по эксплуатации / Северо-Кавказский межотраслевой центр научно-технической информации. – Ростов-н/Д, 1973. – 193 с.
100. Сельскохозяйственные машины (конструкция, теория и расчёт) : учеб. пособие / Е. И. Трубилин [и др.] ; КубГАУ. – Краснодар, 2008. – 200 с.
101. Сороченко, С. Ф. Математическая модель сепарации зерна в модернизированной системе очистки комбайна, работающего на склонах / С. Ф. Сороченко, В. А. Дрюк // Сб. науч. тр. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2002. – Вып. 4. – С. 317–318.
102. Справочник комбайнера. – Алма-Ата : Кайнар, 1978. – 204 с.
103. Старцев, А. С. Конструкция и принцип работы решета с регулируемыми отверстиями / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения профессора В. В. Красникова / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – С. 137–141.
104. Старцев, А. С. Лабораторная установка для исследования процесса работы универсального решета с регулируемыми отверстиями / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 80-летию со дня рождения профессора В. Г. Кобы / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – С. 216–220.

105. *Старцев, А. С.* Математическое выражение вероятности просеивания зернового вороха сквозь отверстия, имеющие форму линзы / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // *Аграрная наука.* – 2012. – № 1. – С. 31.

106. *Старцев, А. С.* Математическое выражение для определения оптимального значения коэффициента смещения отверстий универсального решета с регулируемыми отверстиями при очистке вороха подсолнечника / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова.* – 2012. – № 3. – С. 49–51.

107. *Старцев, А. С.* Методика проведения экспериментальных исследований при работе универсального регулируемого решета / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // *Вавиловские чтения-2008 : сб. науч. тр. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ».* – Саратов, 2008. – С. 330–331.

108. *Старцев, А. С.* Технологические недостатки процесса провеивания зерна в комбайнах / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // *Вавиловские чтения-2007 : сб. науч. тр. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ».* – Саратов, 2007. – С. 216–218.

109. *Старцев, А. С.* Экспериментальная зависимость сорности зернового вороха подсолнечника от величины смещения отверстий универсального решета с регулируемыми отверстиями / А. С. Старцев, И. Ю. Попов // *Научное обозрение.* – 2011. – № 5. – С. 182–191.

110. *Трубилин, Е. И.* Машины для уборки сельскохозяйственных культур / Е. И. Трубилин, В. А. Абликов ; КубГАУ. – Краснодар, 2010. – 325 с.

111. *Труфляк, Е. В.* Современные зерноуборочные комбайны : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин ; КубГАУ. – Краснодар, 2013. – 320 с.

112. *Тюрина, Е. Б.* Обзор ситуации на российском рынке подсолнечника и растительного масла / Е. Б. Тюрина // *Экономика сельского хозяйства и перераб. предприятий.* – 2000. – № 9. – С. 37–39.

113. Укрупнённые нормативы времени на ремонт сельскохозяйственной техники. – 3-е изд., доп. – М : Информагробизнес, 1993. – С. 275.

114. Универсальное высокоэффективное решето // *Новые технологии АПК.* – 2012. – № 8. – С. 40.

115. *Утученков, В. С.* Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от норм высева и применения Флоргумата, Мастер-С и Бишофита на южных чернозёмах Волгоградской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Утученков В. С. – Волгоград, 2009.
116. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / М. Ф. Бурмистрова [и др.]. – М. : Сельхозгиз, 1956.
117. *Халанский, В. М.* Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачёв. – М. : КолосС, 2006. – 624 с. : ил.
118. *Харман, Г.* Современный факторный анализ / Г. Харман ; пер. с англ. В. Я. Лумельского. – М. : Статистика, 1972. – 485 с. : ил.
119. *Цепляев, А. Н.* Теоретическое определение скоростей семян подсолнечника и примесей при разделении вороха на роторно-воздушном сепараторе / А. Н. Цепляев, М. А. Перепёлкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2009. – № 3. – С. 123–129.
120. *Цепляев, А. Н.* Усовершенствование линий по выделению масла из семян подсолнечника с повышением качественных показателей / А. Н. Цепляев, М. А. Перепёлкин // Вестник АПК. – 2006. – № 12. – С. 15–17.
121. *Цивин, М. Н.* Многофакторный эксперимент : графическая интерпретация данных / М. Н. Цивин ; ИГиМ. – Киев, 2002. – 120 с.
122. *Чернышов, А. В.* Совершенствование процесса фракционирования зернового вороха на решётном стане зерноочистительных машин : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Чернышов Алексей Викторович ; ФГБОУ ВПО «ВГАУ им. императора Петра I». – Воронеж, 2011. – 20 с.
123. *Шванская, И. А.* Современные технологии и оборудование для переработки масличных культур / И. А. Шванская // Науч.-аналит. обзор. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 88 с.
124. *Шеффе, Г.* Дисперсионный анализ / Г. Шеффе ; пер. с англ. Б. А. Севастьянова и В. П. Чистяковой. – М. : Наука, 1980. – 512 с. : ил.
125. *Ямпиров, С. С.* Технологии и технические средства для очистки зерна с использованием сил гравитации / С. С. Ямпиров, Ж. Б. Цыбенков. – Улан-Удэ : ВСГТУ, 2006. – 84 с. : ил.

126. CASE IH-431 [Электронный ресурс] : Сельхозтехника : Уборочная техника использованная : Сельхозтехника б/у : [http://www.agriaffaires.ru/бу/Зерноуборочный комбайн/1/3901/Case-IH-/531.html](http://www.agriaffaires.ru/бу/Зерноуборочный_комбайн/1/3901/Case-IH-/531.html) (15.08.2011).

127. *Draper, N. R.* Applied regression analysis / N. R. Draper, H. Smith. – New York : Wiley, 1966. – 407 p.

128. Case IH 1660 Axial Flow – Agriaffaires [Электронный ресурс] : Case IH 1660 axial flow 27–05–2011. – <http://www.agriaffaires.co.uk/used/combine-harvester/1804314/case-ih-1660-axial-flow.html> (20.10.2011).

129. Case IH 1990, 1660 Axial Flow combine for sale / no reserve Internet [Электронный ресурс] : 1990 Case IH 1660 Axial Flow combine for sale | no reserve Internet auction December 14, 2011. – <http://www.youtube.com/watch?v=8Eh6V96k2g8> (20.09.2011).

130. *French, M.* Kinematics and other mechanics of epicyclic and other multiple laust haft gearing Engineer / M. French. – 1962. – № 5570. – P. 705–706.

131. Laverda M 304 SP, M 304 LS 4WD SP, M 306 SP, M 306 LS 4WD SP // Руководство по эксплуатации и техобслуживанию. Laverda S.p.A. 288 с.

132. *Levai, Z.* Theorie des idealen einfachen planeten getriebes / Z. Levai // VDI-Zetch. – 1976(11). – 109. – № 11.

133. Maize harvester for Combine Harvester Cressoni 6 ... – Agriaffaires [Электронный ресурс] : Maize 6 RANGS : <http://www.agriaffaires.co.uk/used/corn-harvester/2083392/cressoni-6-rangs.html> (23.11.2011).

134. SAMPO Rosenlew SR2010. Селекционный комбайн. Инструкция по эксплуатации SAMPO Rosenlew Ltd P.O. Box 50 FIN-28101 PORI. 82 с.

135. Tucano 480/470, Tucano 450/440/430, TUCANO 430 Montana 4, Tucano 340/330/320 // Руководство по эксплуатации CIAAS. 868 с.

136. Used Case ih 1660 axial flow agricultural equipment and machinery [Электронный ресурс] : Used Case ih 1660 axial flow agricultural equipment and machinery 1 Search results for Case ih 1660 axial flow : <http://www.mascus.co.uk/agriculture/case,ih-1660-axial-flow,1,relevance,modelgroup.html> (20.10.2011).

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 73805

**РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ  
ОЧИСТКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР**

Патентообладатель(ли): **Попов Юрий Иванович (RU), Попов  
Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU),  
Старцев Александр Сергеевич (RU)**

Автор(ы): **см. на обороте**

Заявка № 2008101299

Приоритет полезной модели 09 января 2008 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных  
моделей Российской Федерации 10 июня 2008 г.

Срок действия патента истекает 09 января 2018 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной  
собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **73 805** (13) **U1**(51) МПК  
**B02B 1/02** (2006.01)**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)**

(21), (22) Заявка: 2008101299/22, 09.01.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.01.2008

(45) Опубликовано: 10.06.2008 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ  
ВПО "Саратовский государственный аграрный  
университет имени Н.И. Вавилова, патентный  
отдел

(72) Автор(ы):

Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU),  
Старцев Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU),  
Старцев Александр Сергеевич (RU)

**(54) РЕШЕТО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР****(57) Формула полезной модели**

1. Решето с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур, состоящее из верхнего металлического листа с отверстиями, расположенными равномерно по всей его площади, разделенное на равные полосы перегородками, установленными параллельно друг другу между рядами отверстий, отличающееся тем, что верхний металлический лист закреплен неподвижно на раме, имеющей в нижней ее части направляющие, содержащие дополнительный нижний металлический лист с рядами отверстий и рядами пазов, при этом верхний металлический лист соприкасается с нижним металлическим листом по всей их плоскости посредством прижимных болтов с возможностью смещения нижнего металлического листа относительно верхнего для установления заданных размера и формы отверстий за счет направляющих рамы, механизма регулирования, расположенного в торцевой части рамы, и пазов, причем перегородки верхнего металлического листа выполнены в виде треугольного профиля со скосом кромок по направлению движения очищаемого материала и прямым углом, образованным каждой перегородкой и поверхностью верхнего металлического листа, кроме того, перегородки жестко закреплены на поверхности листа поперек движения очищаемого материала.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что прижимные болты расположены равномерно по всей длине перегородки, установлены через перегородку, верхний и нижний металлические листы - перпендикулярно поверхности листов, причем прижимные болты установлены в каждой четвертой перегородке, начиная от первой, расположенной в торцевой части рамы, противоположной механизму регулирования.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что пазы, выполненные в нижнем металлическом листе, расположены рядами между рядами отверстий и соответствуют расположению перегородок на верхнем металлическом листе.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2401530

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА С РАЗДЕЛЕНИЕМ  
ПО ФРАКЦИЯМПатентообладатель(ли): *Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU)*Автор(ы): *Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU)*

Заявка № 2009114400

Приоритет изобретения 15 апреля 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 октября 2010 г.

Срок действия патента истекает 15 апреля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 401 530** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК  
*A01F 12/44* (2006.01)  
*A01D 41/12* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009114400/21, 15.04.2009  
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.04.2009  
(45) Опубликовано: 20.10.2010 Бюл. № 29  
(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 81033 U1, 10.03.2009. SU 1830232 A1,  
30.07.1993. SU 1792587 A1, 07.02.1993. RU  
2231946 C1, 10.07.2004. RU 2024221 C1,  
15.12.1994. US 4062366 A, 13.12.1977.

Адрес для переписки:  
412430, Саратовская обл., г. Балашов, пер.  
Гвардейский, 22, Ю.И. Попову

(72) Автор(ы):  
Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU)  
(73) Патентообладатель(и):  
Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА С РАЗДЕЛЕНИЕМ ПО ФРАКЦИЯМ

(57) Реферат:  
Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению. Устройство для очистки зерна включает скатную доску со встроенным в ее средний участок решетом. Один конец скатной доски прикреплен к корпусу комбайна, а другой конец сообщен с зерновым шнеком. Решето выполнено в виде плотно прижатых друг к другу неподвижного верхнего и подвижного нижнего листов с отверстиями. Под решетом установлен щеткодержательный механизм с набором щеток. Прижатие листов обеспечивается соприкосновением нижнего листа с набором щеток и с прижимным механизмом. Ниже щеточного механизма жестко закреплены расположенные под углом

друг к другу скатные плоскости для образования желоба с установленным в нем шнеком для зерновых отходов. Над скатной доской по всей ее длине установлена рама с дополнительным решетом, верхний и нижний листы которого и отверстия в них аналогичны установленному в средней части скатной доски решету. Под подвижным нижним листом дополнительного решета установлен прижимной механизм, аналогичный установленному в средней части скатной доски. Нижние подвижные листы решет соединены с регулировочными механизмами для регулирования размеров отверстий решет. Устройство обеспечивает повышение степени очистки зерна. 4 ил.

RU 2 4 0 1 5 3 0 C 1

RU 2 4 0 1 5 3 0 C 1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 401 530** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.  
*A01F 12/44* (2006.01)  
*A01D 41/12* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2009114400/21, 15.04.2009

(24) Effective date for property rights:  
15.04.2009

(45) Date of publication: 20.10.2010 Bull. 29

Mail address:  
412430, Saratovskaja obl., g. Balashov, per.  
Gvardejskij, 22, Ju.I. Popovu

(72) Inventor(s):  
Popov Jurij Ivanovich (RU),  
Popov Ivan Jur'evich (RU),  
Popov Mikhail Jur'evich (RU)

(73) Proprietor(s):  
Popov Jurij Ivanovich (RU),  
Popov Ivan Jur'evich (RU),  
Popov Mikhail Jur'evich (RU)

**(54) DEVICE FOR CLEANING OF GRAIN WITH SEPARATION BY FRACTIONS**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention refers to the sphere of agricultural engineering industry. Device for cleaning of grain includes chute board with sieve inbuilt into its medium section. One end of chute board is fixed to body of combine, and other end is communicated with grain screw conveyor. Sieve is arranged in the form of fixed and movable upper and lower perforated sheets tightly pressed to each other. Brush-holding mechanism with a set of brushes is installed under sieve. Pressing of sheets is provided by contact of lower sheet with a set of brushes and with pressing mechanism. Below brush mechanism there are chute planes arranged at the

angle to each other and rigidly fixed to form chute with screw for grain wastes installed in it. Over chute board along its whole length there is a frame installed with additional sieve, upper and lower sheets of which and holes in them are identical to sieve installed in medium part of chute board. Under movable lower sheet of additional sieve there is a pressing mechanism, identical to the one installed in medium part of chute board. Lower movable sheets of sieves are connected to adjustment mechanisms to control dimensions of sieve holes.

EFFECT: invention provides for improved extent of grain cleaning.

6 dwg

RU 2 4 0 1 5 3 0 C 1

RU 2 4 0 1 5 3 0 C 1

RU 2 401 530 C1

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению и может быть использовано, в частности, в конструкциях зерноуборочных комбайнов для очистки зерна с разделением по фракциям.

5 Известно устройство для очистки зерна (А.с. №954047), содержащее решетный стан с приводом для сообщения ему продольных колебаний и скатной доской, средний и конечный участки которой выполнены перфорированными. Под конечным участком скатной доски установлен зерновой шнек с кожухом. К концу скатной доски прикреплен щиток, отогнутый к ее среднему участку.

10 Недостатком устройства является то, что устройство предназначено для очистки зерна преимущественно зернобобовых культур и не позволяет осуществлять очистку других культур.

15 Известно устройство для первичной очистки зерна (прототип - заявка на полезную модель №2008140131/22 (051950), содержащее скатную доску, установленную своим конечным участком в зерновой шнек комбайна. В средний участок скатной доски посредством направляющих пазов встроено сменное решето с калибром размера отверстий под определенную культуру, при этом устройство снабжено набором сменных решет, каждое из которых откалибровано под различные  
20 сельскохозяйственные культуры. Под сменным решето установлен щеткодержательный механизм, содержащий щеткодержательную раму с набором щеток. Рама прикреплена посредством двух рычагов и нескольких пружин к корпусу комбайна. К комбайну под скатной доской и щеточным механизмом жестко прикреплены и направлены под углом друг к другу передняя и задняя скатные  
25 плоскости с образованием желоба, в котором установлен шнек для зерновых отходов.

Недостатком прототипа является несоответствие очистки зерна от примесей (листочубельная масса, недомолоченные колосья и т.д.) нормативной очистке, кроме того, при необходимости разделить зерно на фракции (в зависимости от его размеров)  
30 устройство не позволяет одновременно с очисткой разделить зерно на фракции.

Технической задачей изобретения является повышение степени очистки зерна с одновременным разделением на фракции.

35 Техническая задача достигается тем, что устройство для очистки зерна с разделением по фракциям содержит скатную доску, прикрепляемую одним конечным участком к корпусу комбайна, а другим конечным участком установленную в зерновой шнек комбайна, встроено в средний участок скатной доски посредством направляющих пазов решето с калибром размера отверстий под определенную культуру, установленный под решето щеткодержательный механизм, содержащий  
40 набор щеток на щеткодержательной раме, прикрепленной посредством рычагов и пружин к корпусу комбайна, к которому, кроме того, под щеточным механизмом жестко прикреплены и направлены под углом друг к другу передняя и задняя скатные плоскости с образованием желоба, в котором установлен шнек для зерновых отходов, в котором согласно изобретению решето выполнено в виде плотно прижатых друг к  
45 другу неподвижного верхнего листа и подвижного нижнего листа, при этом на внешней поверхности верхнего листа жестко установлены не менее двух ребер, кроме того, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное  
50 сечение которых аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, кроме того, прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением нижнего листа с набором щеток и с

RU 2 401 530 C1

прижимным механизмом, установленным под нижним листом решета в толще ворса щеток и подвижно прикрепленным к конечным участкам скатной доски, прижимной механизм выполнен в виде не менее одной трубы, длина которой составляет не менее 5  
длина нижнего листа, внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов, каждый из которых состоит из наклонной прижимной пластины, одним конечным участком жестко присоединенной к нижней внутренней части трубы, а другим приподнятым конечным участком жестко соединенной с 10  
верхней внутренней частью трубы (и)или с косынкой, установленной под этим конечным участком и соединенной с нижней частью трубы, на верхней поверхности наклонной прижимной пластины вертикально установлен клиновиднообразный прижим, выполненный в виде пластины, к которой по ее периметру параллельно оси трубы жестко прикреплен фиксатор, выполненный в виде скобы, конечные части 15  
которой выступают за пределы клиновиднообразного прижима, причем торцы данных конечных частей являются ударником, перед которым установлен шарик, предназначенный для передвижения внутри трубы, причем для цели ограничения передвижения шарика установлен ограничитель, прикрепленный к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем свободное перемещение шарика, 20  
кроме того, со стороны, противоположной ударнику, плотно к клиновиднообразному прижиму установлена прижимная пружина с ограничителем, прикрепленным к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем сжатие-расжатие прижимной пружины, кроме того, над клиновиднообразным прижимом каждого фиксирующего механизма в стенке верхней части трубы выполнена прорезь с 25  
возможностью вертикально-горизонтального перемещения по ней клиновиднообразного прижима, кроме того, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорезы для вывода сора, над скатной доской по всей ее длине установлена рама с дополнительным 30  
решетом, верхний лист и нижний лист которого и отверстия в них аналогичны решету, установленному в средней части скатной доски, при этом рама прикреплена к решетному стану комбайна непосредственно под жалюзийным решетом решетного стана, причем к наружной поверхности неподвижного верхнего листа 35  
дополнительного решета между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры треугольного сечения, под подвижным нижним листом дополнительного решета установлен прижимной механизм, аналогичный установленному в средней части скатной доски, кроме того, решето соединено с регулировочным механизмом и дополнительное решето соединено с аналогичным 40  
регулирующим механизмом.

Предлагаемое изобретение отличается от прототипа тем, что решето выполнено в виде плотно прижатых друг к другу неподвижного верхнего листа и подвижного 45  
нижнего листа, при этом на внешней поверхности верхнего листа жестко установлены не менее двух ребер, кроме того, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с 45  
направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное сечение которых аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, кроме того, прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением 50  
нижнего листа с набором щеток и с прижимным механизмом, установленным под нижним листом решета в толще ворса щеток и подвижно прикрепленным к конечным участкам скатной доски, прижимной механизм выполнен в виде не менее одной трубы,

RU 2 401 530 C1

длина которой составляет не менее длины нижнего листа, внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов, каждый из которых состоит из наклонной прижимной пластины, одним конечным участком жестко присоединенной к нижней внутренней части трубы, а другим приподнятым конечным участком жестко соединенной с верхней внутренней частью трубы (и)или с косынкой, установленной под этим конечным участком и соединенной с нижней частью трубы, на верхней поверхности наклонной прижимной пластины вертикально установлен клиновиднообразный прижим, выполненный в виде пластины, к которой по ее периметру параллельно оси трубы жестко прикреплен фиксатор, выполненный в виде скобы, конечные части которой выступают за пределы клиновиднообразного прижима, причем торцы данных конечных частей являются ударником, перед которым установлен шарик, предназначенный для передвижения внутри трубы, причем для цели ограничения передвижения шарика установлен ограничитель, прикрепленный к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем свободное перемещение шарика, кроме того, со стороны, противоположной ударнику, плотно к клиновиднообразному прижиму установлена прижимная пружина с ограничителем, прикрепленным к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем сжатие-расжатие прижимной пружины, кроме того, над клиновиднообразным прижимом каждого фиксирующего механизма в стенке верхней части трубы выполнена прорезь с возможностью вертикально-горизонтального перемещения по ней клиновиднообразного прижима, кроме того, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорези для вывода сора, над скатной доской по всей ее длине установлена рама с дополнительным решетом, верхний лист и нижний лист которого и отверстия в них аналогичны решетку, установленному в средней части скатной доски, при этом рама прикреплена к решетному стану комбайна непосредственно под жалюзийным решетом решетного стана, причем к наружной поверхности неподвижного верхнего листа дополнительного решета между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры треугольного сечения, под подвижным нижним листом дополнительного решета установлен прижимной механизм, аналогичный установленному в средней части скатной доски, кроме того, решето соединено с регулировочным механизмом и дополнительное решето соединено с аналогичным регулировочным механизмом.

На фиг. 1 изображена схема общего вида устройства (вид сбоку). На фиг. 2 изображен фрагмент устройства - схема прижимного механизма: а - продольный разрез, б, в и г - поперечный разрез с изображением различных форм труб. На фиг. 3 - фрагмент устройства: схема встроеного в трубу фиксирующего механизма (в изометрии).

Устройство для очистки зерна с разделением по фракциям содержит скатную доску 1, прикрепляемую одним конечным участком к корпусу комбайна 36, а другим конечным участком установленную в зерновой шнек 37 комбайна. В средней части скатной доски 1 посредством направляющих пазов 2 встроено решето 3 с калибром размера отверстий под определенную культуру. Под решетом 3 установлен щеткодержательный механизм, содержащий набор щеток 4 на щеткодержательной раме 5, прикрепленной посредством рычагов 6 и пружин 7 к корпусу комбайна. К комбайну, кроме того, под щеточным механизмом жестко прикреплены и направлены под углом друг к другу передняя 8 и задняя 9 скатные плоскости с образованием желоба, в котором установлен шнек для зерновых отходов 10. Решето 3 выполнено в

RU 2 401 530 C1

5 виде плотно прижатых друг к другу неподвижного верхнего листа 11 и подвижного  
нижнего листа 12, при этом на внешней поверхности верхнего листа жестко  
установлены не менее двух ребер 13. Кроме того, отверстия 14 верхнего листа (фиг.2)  
10 выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных  
конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором  
выполнены вертикальные отверстия 15, продольное сечение которых аналогично  
продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего  
15 листов. Прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением  
нижнего листа с набором щеток 4 и с прижимным механизмом 16 (фиг.3),  
установленным между нижним листом и щеткодержательной рамой 5 и подвижно  
прикрепленным к конечным участкам скатной доски. Прижимной механизм 16  
20 выполнен в виде не менее одной трубы 17, длина которой равна длине нижнего листа.  
Внутри трубы 17 по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов.  
15 Каждый фиксирующий механизм состоит из наклонной прижимной пластины 18,  
одним конечным участком жестко присоединенной к нижней внутренней части 19  
трубы 17, а другим приподнятым конечным участком жестко соединенной с верхней  
внутренней частью 20 трубы 17 (и)или с косынкой 21, установленной под этим  
20 конечным участком и соединенной с нижней частью 19 трубы 17. На верхней  
поверхности наклонной прижимной пластины вертикально установлен  
клиновиднообразный прижим 22, выполненный в виде пластины, к которой по ее  
периметру параллельно оси трубы жестко прикреплен фиксатор 23. Фиксатор 23  
25 выполнен в виде скобы, конечные части которой выступают за пределы  
клиновиднообразного прижима, причем торцы данных конечных частей являются  
ударником 24, перед которым установлен шарик 25, предназначенный для  
передвижения внутри трубы 17. Для цели ограничения передвижения шарика  
установлен ограничитель 26, прикрепленный к внутренней поверхности трубы на  
30 расстоянии, обеспечивающем свободное перемещение шарика. К  
клиновиднообразному прижиму со стороны, противоположной ударнику, плотно  
установлена прижимная пружина 27 с ограничителем 28, прикрепленным к  
внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем сжатие-расжатие  
35 прижимной пружины. Над клиновиднообразным прижимом каждого фиксирующего  
механизма в стенке верхней части трубы выполнена прорезь 29 с возможностью  
вертикально-горизонтального перемещения по ней клиновиднообразного  
прижима 22. По всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее  
40 конструкции периодически выполнены прорезы 30 для вывода сора. Над скатной  
доской по всей ее длине установлена рама 31 с дополнительным решетом 32,  
аналогичным тому, которое установлено в средней части скатной доски. Рама 31  
прикреплена к решетному стану 38 комбайна непосредственно под жалюзийным  
решетом 39 решетного стана, который является конструктивным элементом  
45 комбайна. К наружной поверхности неподвижного верхнего листа дополнительного  
решета 32 между рядами отверстий прикреплены гофры 33 треугольного сечения. Под  
подвижным нижним листом дополнительного решета установлен прижимной  
механизм 16, аналогичный установленному в средней части скатной доски. Решето 3  
соединено с регулировочным механизмом 34 и дополнительное решето 32 соединено с  
50 регулировочным механизмом 35. На фиг. 1 обозначены конструктивные элементы,  
принадлежащие к конструкции комбайна: корпус комбайна 36, зерновой шнек 37  
комбайна, нижний решетный стан 38 комбайна, жалюзийное решето 39 нижнего  
решетного стана 38. Кроме того, на фиг. 1 изображен колосовой шнек 40 комбайна, а

RU 2 401 530 C1

на фиг. 2 (б, в, г) - отгибы 41, выполненные в стенках трубы, за счет которых могут быть выполнены прорезы 29 и 30 в процессе изготовления прижимного механизма 16.

Устройство работает следующим образом. Сначала устройство подготавливают к работе. Скатную доску 1 выполняют в днище нижнего решетчатого стана 38 комбайна, в котором путем вырезки удаляют средний участок, при этом оставшиеся крайние участки днища являются конечными участками скатной доски. Одним конечным участком скатная доска прикреплена к корпусу комбайна 36, а другим конечным участком установлена в зерновой шнек 37 комбайна. В средний участок скатной доски посредством направляющих пазов 2 встраивают решето 3, выполненное в виде неподвижного верхнего листа 11 и подвижного нижнего листа 12. Под решетом 3 устанавливают щеткодержательный механизм, содержащий набор щеток 4 на щеткодержательной раме 5. При этом раму 5 прикрепляют посредством рычагов 6 и пружин 7 к корпусу комбайна так, чтобы обеспечить полное соприкосновение ворса щеток к решету 3. Под щеткодержательным механизмом к корпусу комбайна жестко прикрепляют направленные под углом друг к другу переднюю 8 и заднюю 9 скатные плоскости с образованием желоба, в котором устанавливают шнек для зерновых отходов 10. К конечным участкам скатной доски под нижним листом 12 решета 3 в толще ворса щеток устанавливают за счет болтов (на фигурах не показано) прижимной механизм 16. Над скатной доской устанавливают раму 31 с дополнительным решетом 32, верхний лист 11 и нижний лист 12 которого и отверстия 14 и 15 в них аналогичны решету 3, при этом раму 31 дополнительного решета 32 прикрепляют к решетчатому стану 38 непосредственно под жалюзийным решетом 39 этого стана. Под подвижным нижним листом дополнительного решета 32 в толще ворса щеток устанавливают прижимной механизм 16, аналогичный установленному под решетом 3. Кроме того, решето 3 соединяют с регулировочным механизмом 34, а дополнительное решето 32 - с регулировочным механизмом 35. Регулировочные механизмы 34 и 35, предназначенные для возможности смещения нижнего листа 12 относительно верхнего листа 11, устанавливают в задней части решетчатого стана 38 со стороны колосового шнека 40 комбайна.

Устройство, прикрепленное к корпусу комбайна и подготовленное к работе, вступает в работу после зерновой очистки, осуществляемой в конструкции самого комбайна: в процессе работы комбайна зерно начинает очищаться в его верхнем решетчатом стане (на фигурах не отмечен). Из верхнего решетчатого стана, который, работая, совершает колебания, зерновой ворох поступает на жалюзийное решето 39 нижнего решетчатого стана 38, который также совершает колебания. На нижнем решетчатом стане 38, к которому прикреплено дополнительное решето 32, зерновой ворох проходит грубую очистку, разделяясь на зерно грубой очистки и сорную зернопримесь. Зерно грубой очистки поступает на предлагаемое устройство, а именно, на дополнительное решето 32, а сорная зернопримесь - в колосовой шнек 40 комбайна. При этом в дополнительном решете 32 при помощи регулировочного механизма 35 отверстия 15 нижнего подвижного листа должны быть установлены так по отношению к отверстиям 14 верхнего листа, чтобы образовалась щель такого размера, через которую проходило бы только зерно убираемой культуры, а примеси разного рода (крупнее зерна) сходили в колосовой шнек 40 комбайна через поверхность дополнительного решета. Для того, чтобы сход крупных примесей осуществлялся наиболее полно, легко и без задержки, в верхнем листе дополнительного решета 32 выполнены вертикальные отверстия 14 в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа. Кроме того,

RU 2 401 530 C1

гофры 33 треугольного сечения, прикрепленные к наружной поверхности неподвижного верхнего листа дополнительного решета между рядами отверстий, обеспечивают необходимое направление движения зерна в сторону колосового шнека 40. Ребра 13, установленные на поверхности верхнего листа и предназначенные для работы верхнего листа без образования прогибов, выполняют функцию ребер жесткости. Прижатие обоих листов как в решете 3, так и в дополнительном решете 32, обеспечивают при помощи подвижно прикрепленного за счет болтов (на фигурах не показаны) прижимного механизма 16 к конечным участкам скатной доски. При этом болты подтягивают/отпускают до необходимого усилия прижатия листов. Каждый прижимной механизм 16 (прикрепленные к решету 3, а также к решету 32) в процессе работы предлагаемого устройства совершает колебания вместе с решетом 3 или с решетом 32. При этом прижимной механизм 16 автоматически обеспечивает не только прижатие листов между собой, но и самоочистку решет 3 и 32 следующим образом. При колебании трубы 17 в конструкции фиксирующих механизмов (фиг. 3) шарик 25 передвигается между ограничителем 26 и ударником 24, ударяя ударник, жестко прикрепленный к клиновиднообразному прижиму 22, который воздействует на пружину 27. Пружина 27, в свою очередь, передает вибрацию клиновиднообразному прижиму 22, который скользит вверх по наклонной прижимной пластине 18 и через прорезь 29, касаясь решета 3 (или 32) передает вибрацию ему. Фиксатор 23 ограничивает чрезмерное выдвигание через прорезь 29 клиновиднообразного прижима 22 за пределы трубы. Через прорези 30, выполненные по всей длине нижней части трубы 17 без нарушения жесткости ее конструкции, выводится сор.

Зерно грубой очистки при прохождении через дополнительное решето 32, очищается от крупных примесей, а в оставшейся зерновой массе остаются мелкие примеси и разнокалиберное зерно. После прохождения зерна грубой очистки через дополнительное решето 32, оставшиеся мелкие примеси и разнокалиберное зерно попадают на решето 3, на котором осуществляется очистка разнокалиберного зерна от мелких примесей и от мелкого зерна (зерна мелкой фракции). Предварительно в решете 3 при помощи регулировочного механизма 34 отверстия нижнего подвижного листа должны быть установлены так по отношению к отверстиям верхнего листа, чтобы образовалась щель такого размера, через которую проходили бы только мелкие примеси и мелкое зерно (зерно мелкой фракции), но не проходило бы крупное зерно (зерно крупной фракции). Мелкие примеси и мелкое зерно (зерно мелкой фракции), пройдя через решето 3, попадают в шнек для зерновых отходов 10, а оставшееся на поверхности решета 3 крупное зерно (зерно крупной фракции) сходит с поверхности решета 3 и попадает в зерновой шнек 37 комбайна. Ребра 13, установленные на поверхности верхнего листа 11 решета 3 и выполняющие роль ребер жесткости для верхнего листа 11, кроме того, обеспечивают равномерное распределение поступления зерна в зерновой шнек 37.

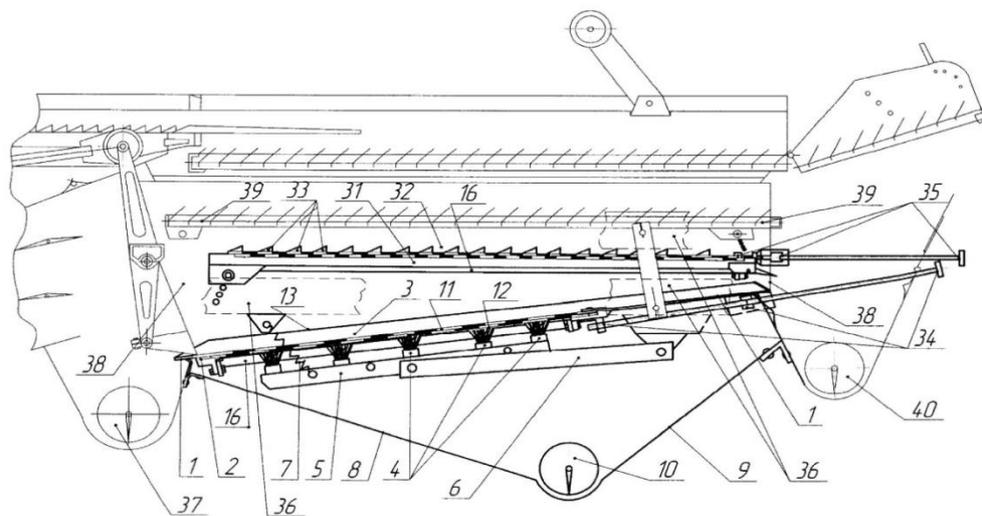
#### 45 Формула изобретения

Устройство для очистки зерна с разделением по фракциям, содержащее скатную доску, прикрепляемую одним конечным участком к корпусу комбайна, а другим конечным участком установленную в зерновой шнек комбайна, встроенное в средний участок скатной доски посредством направляющих пазов решето с калибром размера отверстий под определенную культуру, установленный под решетом щеткодержательный механизм, содержащий набор щеток на щеткодержательной раме, прикрепленной посредством рычагов и пружин к корпусу комбайна, к

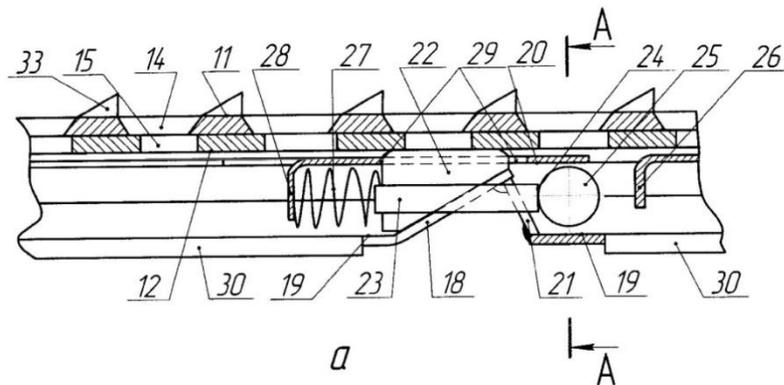
RU 2 401 530 C1

которому, кроме того, под щеточным механизмом жестко прикреплены и направлены под углом друг к другу передняя и задняя скатные плоскости с образованием желоба, в котором установлен шнек для зерновых отходов, отличающееся тем, что решето выполнено в виде плотно прижатых друг к другу неподвижного верхнего листа и подвижного нижнего листа, при этом на внешней поверхности верхнего листа жестко установлены не менее двух ребер, кроме того, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное сечение которых аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, кроме того, прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением нижнего листа с набором щеток и с прижимным механизмом, установленным под нижним листом решета в толще ворса щеток и подвижно прикрепленным к конечным участкам скатной доски, прижимной механизм выполнен в виде не менее одной трубы, длина которой составляет не менее длины нижнего листа, внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов, каждый из которых состоит из наклонной прижимной пластины, одним конечным участком жестко присоединенной к нижней внутренней части трубы, а другим приподнятым конечным участком жестко соединенной с верхней внутренней частью трубы и/или с косынкой, установленной под этим конечным участком и соединенной с нижней частью трубы, на верхней поверхности наклонной прижимной пластины вертикально установлен клиновиднообразный прижим, выполненный в виде пластины, к которой по ее периметру параллельно оси трубы жестко прикреплен фиксатор, выполненный в виде скобы, конечные части которой выступают за пределы клиновиднообразного прижима, причем торцы данных конечных частей являются ударником, перед которым установлен шарик, предназначенный для передвижения внутри трубы, причем для цели ограничения передвижения шарика установлен ограничитель, прикрепленный к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем свободное перемещение шарика, кроме того, со стороны, противоположной ударнику, плотно к клиновиднообразному прижиму установлена прижимная пружина с ограничителем, прикрепленным к внутренней поверхности трубы на расстоянии, обеспечивающем сжатие-расжатие прижимной пружины, кроме того, над клиновиднообразным прижимом каждого фиксирующего механизма в стенке верхней части трубы выполнена прорезь с возможностью вертикально-горизонтального перемещения по ней клиновиднообразного прижима, кроме того, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорези для вывода сора, над скатной доской по всей ее длине установлена рама с дополнительным решетом, верхний лист и нижний лист которого и отверстия в них аналогичны решету, установленному в средней части скатной доски, при этом рама прикреплена к решетному стану комбайна непосредственно под жалюзийным решетом решетного стана, причем к наружной поверхности неподвижного верхнего листа дополнительного решета между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры треугольного сечения, под подвижным нижним листом дополнительного решета установлен прижимной механизм, аналогичный установленному в средней части скатной доски, кроме того, решето соединено с регулировочным механизмом, и дополнительное решето соединено с аналогичным регулировочным механизмом.

RU 2 401 530 C1



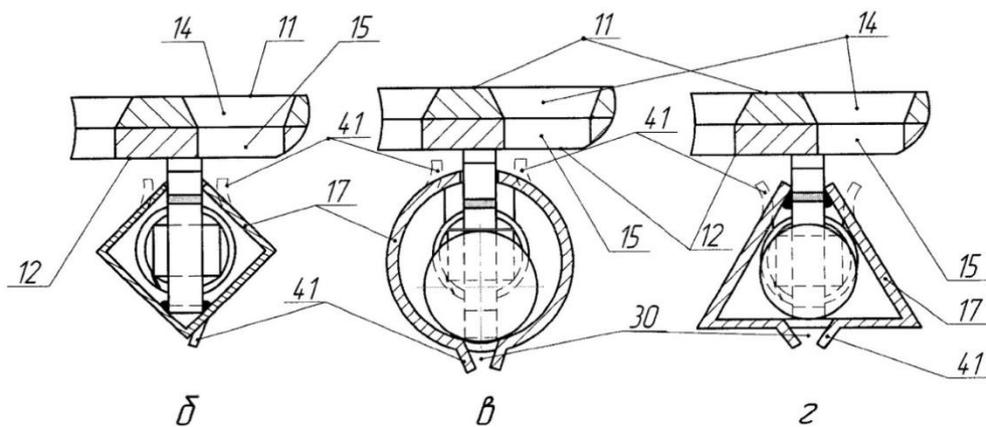
Фиг. 1



a

A  
A

A-A



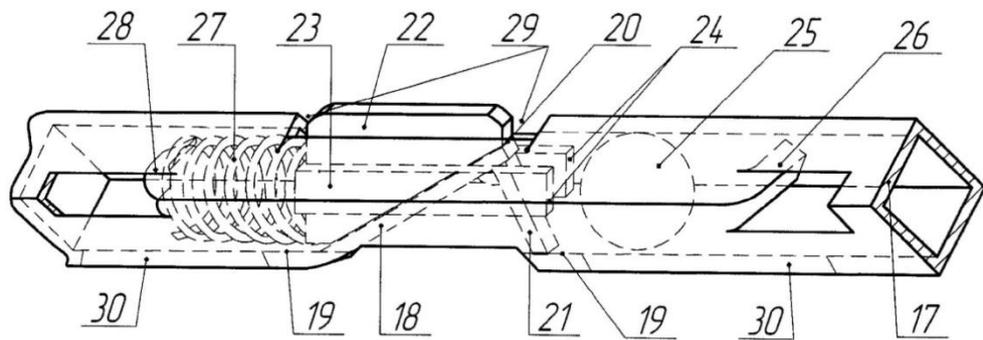
б

в

г

Фиг. 2

RU 2 401 530 C1



Фиг. 3

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2414971

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КАЛИБРОКЛАССИФИКАТОР**

Патентообладатель(ли): *Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU)*

Автор(ы): *Попов Юрий Иванович (RU), Попов Иван Юрьевич (RU), Попов Михаил Юрьевич (RU)*

Заявка № 2009123035

Приоритет изобретения **16 июня 2009 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 марта 2011 г.**

Срок действия патента истекает **16 июня 2029 г.**



*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам*

*Б.П. Симонов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 414 971** <sup>(13)</sup> **C2**

(51) МПК  
*B07C 5/00* (2006.01)  
*B07B 1/00* (2006.01)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2009123035/05, 16.06.2009  
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.06.2009  
Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 16.06.2009  
(43) Дата публикации заявки: 27.12.2010 Бюл. № 36  
(45) Опубликовано: 27.03.2011 Бюл. № 9  
(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 73805 U1, 09.01.2008. RU 2066669 C1,  
20.09.1996. CA 1074262 A1, 25.03.1980. JP  
2000240095 A, 05.09.2000. SE 505832 C2,  
13.10.1997. US 2003057306 A1, 27.03.2003. KR  
940006887 Y1, 06.10.1994.  
Адрес для переписки:  
412430, Саратовская обл., г. Балашов, пер.  
Гвардейский, 22, Ю.И. Попову

(72) Автор(ы):  
Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU)  
(73) Патентообладатель(и):  
Попов Юрий Иванович (RU),  
Попов Иван Юрьевич (RU),  
Попов Михаил Юрьевич (RU)

RU 2 4 1 4 9 7 1 C 2

RU 2 4 1 4 9 7 1 C 2

**(54) УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КАЛИБРОКЛАССИФИКАТОР**

(57) Реферат:  
Изобретение относится к промышленному и сельскохозяйственному машиностроению и касается универсального калиброклассификатора. Состоит из установленных в направляющих рамы верхнего и нижнего листа с возможностью их взаимного перемещения, в каждом из которых выполнены ряды отверстий. К наружной поверхности верхнего листа между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры треугольнообразного сечения. Отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа. Прижимной механизм выполнен в виде трубы. По всей длине нижней части трубы выполнены прорезы для вывода сора. Внутри трубы встроены фиксирующие механизмы, каждый из которых содержит вертикально установленные прижимы и шарики. Прижим выполнен в виде пластины. Шарики

предназначены для передвижения внутри трубы с возможностью ограничения их движения. По периметру прижима прикреплена ограничительная пластина. В стенке нижней части трубы выполнена нижняя прорезь для возможности вертикального перемещения прижима. К наружной поверхности нижней части трубы прикреплена рессора, выполненная в виде пружинистой пластины, на каждом конце которой установлена впрессованная деталь качения. Под прижимным механизмом установлена съемная рама с жалюзийным механизмом и съемными жалюзийными пластинами. На поверхности верхнего листа установлены съемные делители, выполненные в виде ребер. Изобретение позволяет повысить плотность прижатия верхнего и нижнего листов, повысить точность подбора конфигураций отверстий для каждого вида сортируемого (калибруемого материала). 6 ил.

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 414 971** <sup>(13)</sup> **C2**

(51) Int. Cl.  
*B07C 5/00* (2006.01)  
*B07B 1/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2009123035/05, 16.06.2009

(24) Effective date for property rights:  
16.06.2009Priority:  
(22) Date of filing: 16.06.2009

(43) Application published: 27.12.2010 Bull. 36

(45) Date of publication: 27.03.2011 Bull. 9

Mail address:  
412430, Saratovskaja obl., g. Balashov, per.  
Gvardejskij, 22, Ju.I. Popovu(72) Inventor(s):  
Popov Jurij Ivanovich (RU),  
Popov Ivan Jur'evich (RU),  
Popov Mikhail Jur'evich (RU)(73) Proprietor(s):  
Popov Jurij Ivanovich (RU),  
Popov Ivan Jur'evich (RU),  
Popov Mikhail Jur'evich (RU)**(54) UNIVERSAL SIZING CLASSIFIER**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to industrial and agricultural machine building, namely, to sizing classifier. Proposed classifier consists of top and bottom sheets fitted in frame guides to displace therein, each having lines of holes. Triangular crimps are secured to top sheet outer surface between said lines of holes across the flow of processed material. Top sheet holes are arranged vertically relative to sheet surface. Pressure mechanism is made up of tube. Rubbish removal cutouts are made along the length of tube bottom part. Said tube accommodates locking mechanisms, each being furnished with hold-down tools and balls. Said hold-

down tool is made up of spring. Balls are designed to perform limited motion insides the tube. Limiting plate is secured to hold-down tool edges. Tube bottom part wall has lower cutout to allow hold-down tool to vertically move therein. Spring is secured to tube bottom part outer surface, which represents a spring plate with its each end provided with rolling part fitted therein. Detachable frame with louvre mechanism and detachable louvre plates are arranged below hold-down tool. Detachable dividers made up of ribs are arranged on top sheet surface.

EFFECT: tight fit between top and bottom sheets, optimum selection of hole sizes to add to quality of classification.

RU 2 4 1 4 9 7 1 C 2

RU 2 4 1 4 9 7 1 C 2

RU 2 414 971 C2

Изобретение относится к промышленному и сельскохозяйственному машиностроению и может быть использовано для сортирования и калибрования кусковых и сыпучих материалов.

5 В условиях ведения бизнеса важно иметь минимальное количество оборудования, например одно устройство, на котором можно производить сортирование и калибрование разнообразных кусковых и сыпучих материалов, в частности зерна, гравия, щебня, добываемых руд, драгоценных камней.

10 Известен калиброклассификатор в виде решета с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур (прототип - патент на полезную модель №73805), конструкцию которого, кроме того, используют для сортирования и калибрования кусковых и сыпучих материалов, в частности гравия, щебня, прикрепляя решето к калибровальным или сортировальным машинам. Решето состоит из установленных в 15 направляющих рамы соприкасающихся друг с другом верхнего листа и нижнего листа с возможностью их взаимного перемещения, в каждом из которых выполнены ряды калибровочных отверстий. На поверхности верхнего листа установлены параллельно друг другу между рядами отверстий перегородки, закрепленные на поверхности верхнего листа поперек движения очищаемого материала и выполненные в виде 20 треугольного профиля со скосом кромок по направлению движения очищаемого материала. Плотное прижатие листов решета в процессе работы обеспечивают болты с шайбами, выполняющие роль прижимного механизма. В торцевой части рамы установлен механизм регулирования решета.

25 Недостатком конструкции решета является то, что использование прижимного механизма - прижимных болтов с шайбами, обеспечивающих в процессе работы плотное прижатие листов решета, достаточно для очистки и калибровки зерна и зерносодержащих смесей, но недостаточно для обеспечения плотного и качественного прижатия листов при сортировании и калибровании более твердых сыпучих и 30 кусковых материалов из-за высокого стирания прижимных болтов с шайбами, которые, к тому же, в процессе работы необходимо вручную регулировать. Кроме того, отверстия, выполненные в верхнем и нижнем листах, не позволяют достаточно точно подобрать конфигурацию отверстий для каждого вида сортируемого (калибруемого материала).

35 Технической задачей является создание универсального калиброклассификатора, позволяющего: повысить плотность прижатия листов решета, повысить точность подбора конфигураций отверстий для каждого вида сортируемого (калибруемого материала), расширить функциональные возможности калиброклассификатора.

40 Техническая задача достигается тем, что универсальный калиброклассификатор состоит из установленных в направляющих рамы соприкасающихся друг с другом верхнего листа и нижнего листа с возможностью их взаимного перемещения, в каждом из которых выполнены ряды отверстий, при этом к наружной поверхности верхнего листа между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала 45 прикреплены гофры треугольнообразного сечения, прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением нижнего листа с прижимным механизмом, кроме того, верхний и нижний листы соединены с регулировочным механизмом, в котором согласно изобретению прижимной механизм установлен под нижним листом, подвижно прикреплен к конечным участкам рамы и выполнен в виде не менее одной 50 трубы, длина которой составляет не менее длины нижнего листа, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорезы для вывода сора, внутри трубы по всей ее длине встроено не

RU 2 414 971 C2

менее трех фиксирующих механизмов, каждый из которых содержит вертикально установленные прижимы, каждый из которых выполнен в виде пластины, и шарики, предназначенные для передвижения внутри трубы с возможностью ограничения их движения, кроме того, каждый прижим выполнен с возможностью его вертикального перемещения через прорезь, выполненную в стенке верхней части трубы, при этом высота прижима превышает размер высоты трубы в поперечном разрезе с возможностью обеспечения функционального прижатия верхнего и нижнего листа, по всему продольному периметру прижима прикреплена ограничительная пластина, в стенке нижней части трубы в месте расположения прижима выполнена нижняя прорезь для возможности вертикального перемещения прижима через верхнюю и нижнюю части трубы, к наружной поверхности нижней части трубы в месторасположении каждого фиксирующего механизма за счет регулировочного прижимного винта прикреплен рессора, выполненная в виде не менее одной пружинистой пластины, на каждом конце которой установлена впрессованная деталь качения, под прижимным механизмом установлена прикрепленная к раме съемная рама с установленными в ней жалюзийным механизмом и съемными жалюзийными пластинами, причем в сторону направления продвижения калибруемого материала высота каждой последующей жалюзийной пластины превышает высоту предыдущей жалюзийной пластины настолько, чтобы обеспечить возможность равномерной подачи воздуха на нижний лист решета, кроме того, жалюзийные пластины выполнены прямыми и(или) вогнутыми по направлению движения очищаемого материала, кроме того, на поверхности верхнего листа вдоль движения калибруемого материала установлено не менее двух съемных делителей, выполненных в виде ребер, кромка верхней части которых выполнена зубчатой формы, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное сечение которых по форме и размеру аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, стенки отверстий верхнего и нижнего листа выполнены так, что в продольном разрезе они имеют конфигурацию разнообразных геометрических фигур, в частности квадрата, треугольника, круга, овала, шестиугольника, перегородки выполнены в виде гофр треугольнообразного сечения так, что в профильной плоскости они имеют конфигурацию треугольника с вогнутой стенкой, образующей прямой угол с поверхностью верхнего листа, кроме того, верхний и нижний листы выполнены съемными, а рама снабжена набором съемных нижних листов и набором съемных верхних листов, при этом часть верхних листов из набора имеют в различном сочетании конфигурации стенок отверстий и выполнены без гофр, а часть верхних листов набора выполнены с гофрами при одних и тех же конфигурациях стенок отверстий выполненных без гофр верхних листов.

Предлагаемое изобретение отличается от прототипа тем, что прижимной механизм установлен под нижним листом, подвижно прикреплен к конечным участкам рамы и выполнен в виде не менее одной трубы, длина которой составляет не менее длины нижнего листа, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорезы для вывода сора, внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов, каждый из которых содержит вертикально установленные прижимы, каждый из которых выполнен в виде пластины, и шарики, предназначенные для передвижения внутри трубы с возможностью ограничения их движения, кроме того, каждый прижим выполнен с

RU 2 414 971 C2

возможностью его вертикального перемещения через прорезь, выполненную в стенке верхней части трубы, при этом высота прижима превышает размер высоты трубы в поперечном разрезе с возможностью обеспечения функционального прижатия

5 верхнего и нижнего листа, по всему продольному периметру прижима прикреплена ограничительная пластина, в стенке нижней части трубы в месте расположения прижима выполнена нижняя прорезь для возможности вертикального перемещения прижима через верхнюю и нижнюю части трубы, к наружной поверхности нижней

10 части трубы в месторасположении каждого фиксирующего механизма за счет регулировочного прижимного винта прикреплена рессора, выполненная в виде не менее одной пружинистой пластины, на каждом конце которой установлена

15 впрессованная деталь качения, под прижимным механизмом установлена прикрепленная к раме съемная рама с установленными в ней жалюзийным механизмом и съемными жалюзийными пластинами, причем в сторону направления продвижения калибруемого материала высота каждой последующей жалюзийной

20 пластины превышает высоту предыдущей жалюзийной пластины настолько, чтобы обеспечить возможность равномерной подачи воздуха на нижний лист решета, кроме того, жалюзийные пластины выполнены прямыми и(или) вогнутыми по направлению

25 движения очищаемого материала, кроме того, на поверхности верхнего листа вдоль движения калибруемого материала установлено не менее двух съемных делителей, выполненных в виде ребер, кромка верхней части которых выполнена зубчатой

30 формы, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия,

35 продольное сечение которых по форме и размеру аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, стенки отверстий верхнего и нижнего листа выполнены так, что в продольном разрезе они

40 имеют конфигурацию разнообразных геометрических фигур, в частности квадрата, треугольника, круга, овала, шестиугольника, гофры треугольнообразного сечения выполнены так, что в профильной плоскости они имеют конфигурацию треугольника с вогнутой стенкой, образующей прямой угол с поверхностью верхнего листа, кроме

45 того, верхний и нижний листы выполнены съемными, а рама снабжена набором съемных нижних листов и набором съемных верхних листов, при этом часть верхних листов из набора имеют в различном сочетании конфигурации стенок отверстий и

50 выполнены без гофр, а часть верхних листов набора выполнены с гофрами при одних и тех же конфигурациях стенок отверстий выполненных без гофр верхних листов.

На фигуре 1 изображен общий вид устройства (вид в изометрии). На фигуре 2 - общий вид устройства (вид в разрезе А-А). На фигуре 3 - верхнее и нижнее решета: общий вид стенок вертикальных отверстий, выполненных в данных решетах, при этом конфигурация стенок вертикальных отверстий в продольном разрезе имеет вид

55 разнообразных геометрических фигур: а - квадрат, б - треугольник, в - круг, г - овал, д - шестиугольник, е - в различном сочетании. На фигуре 4 - верхнее решето с установленными на нем гофрами и нижнее решето, на которых показаны конфигурации продольного разреза стенок вертикальных отверстий: а - квадрат, б -

60 треугольник, в - круг, г - овал, д - шестиугольник, е - в различном сочетании. На фигуре 5 - фрагмент устройства: схема фиксирующего механизма (вид сбоку): а - с одним прижимом, б - с двумя прижимами. На фигуре 6 показан фрагмент устройства: гофра треугольнообразного сечения, выполненная так, что в профильной плоскости она имеет конфигурацию треугольника с вогнутой стенкой, образующей прямой угол

RU 2 414 971 C2

с поверхностью верхнего листа.

Универсальный калиброклассификатор состоит из установленных в направляющих 2 рамы 1 соприкасающихся друг с другом верхнего листа 3 и нижнего листа 4 с возможностью их взаимного перемещения, в каждом из которых выполнены ряды отверстий 5. Отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное сечение которых по форме и размеру аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов. Стенки отверстий верхнего и нижнего листов выполнены так, что в продольном разрезе они имеют конфигурацию разнообразных геометрических фигур, в частности квадрата, треугольника, круга, овала, шестиугольника (фиг.3). К наружной поверхности верхнего листа 3 между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры 6 треугольнообразного сечения (фиг.1, 4). Прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением нижнего листа с прижимным механизмом 7, установленным под нижним листом и подвижно прикрепленным к конечным участкам рамы. Прижимной механизм выполнен в виде не менее одной трубы 8. По всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорезы 9 для вывода сора. Внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов 10. Каждый фиксирующий механизм 10 содержит либо один вертикально установленный прижим 11, выполненный в виде пластины, в частности, квадратной, прямоугольной формы, либо два или более прижимов. Количество прижимов зависит от размера площади прижатия нижнего и верхнего листов, от их толщины, от размера и веса очищаемого (калибруемого) материала. На фигуре 5а показан фиксирующий механизм 10 с одним прижимом, на фигуре 5б - фиксирующий механизм 10 с двумя прижимами. При этом для установки второго прижима в стенке нижней части трубы выполнена дополнительная нижняя прорезь 17, а в стенке верхней части трубы выполнена так же дополнительная прорезь 13, предназначенная для расположения в ней второго прижима, в которой закрепляют съемный ограничитель 26 (фиг.5а), если устанавливают только один прижим 11. Высота прижима (фиг.5а, б) превышает размер высоты трубы в поперечном разрезе с возможностью обеспечения функционального прижатия верхнего и нижнего листа. При этом усилие функционального прижатия зависит от размера, веса, а также от степени загрязненности очищаемого (калибруемого) материала. По обоим торцам каждого прижима 11 расположено не менее одного шарика 12. Ограничение передвижения шарика, который перекачивается в трубе в процессе работы прижимного механизма, осуществляется, например, за счет прикрепления к внутренней стенке трубы пальцеобразного ограничителя 25, либо этот ограничитель можно выполнить путем вырезки части стенки трубы и отгибания этой части внутрь трубы. В случае установления в трубе 8 двух или более прижимов роль ограничителя выполняет рядом расположенный прижим. Установку ограничителя 25, а также двух или более прижимов 11 выполняют на расстоянии, обеспечивающем свободное перемещение шарика. По всему продольному периметру прижима жестко прикреплена ограничительная пластина 16. Для возможности вертикального перемещения прижима через верхнюю и нижнюю части трубы в стенках трубы выполнены две прорези, расположенные противоположно друг другу в месторасположении прижима: в стенке верхней части трубы - прорезь 13, а в стенке нижней части трубы - нижняя

RU 2 414 971 C2

5 прорезь 17. Длина и ширина прорези 13 выполнена соответствующей длине и толщине прижима с возможностью свободного прохода прижима через прорезь. Длина нижней прорези 17 выполнена соответствующей сумме длины прижима и толщины  
10 ограничительной пластины 16, а ширина нижней прорези 17 - соответствующей сумме толщины прижима и толщины ограничительной пластины 16, с возможностью свободного прохода прижима через нижнюю прорезь 17. В месторасположении каждого фиксирующего механизма со стороны нижней части трубы к наружной ее поверхности за счет регулировочного прижимного винта 18 прикреплен рессора 19,  
15 выполненная в виде не менее одной пружинистой пластины, на каждом конце которой установлена впрессованная деталь качения 23. Под прижимным механизмом 7 установлена прикрепленная к раме 1 съемная рама 20 с установленными в ней жалюзийным механизмом 21 и съемными жалюзийными пластинами 22. На поверхности верхнего листа вдоль движения очищаемого материала установлено не менее двух съемных делителей 15, выполненных в виде ребер, кромка верхней части которых выполнена зубчатой формой. Верхний и нижний листы соединены с регулировочным механизмом 14. Кроме того, на фигуре 2 изображены болты 24 прижимного механизма 7, на фигуре 5(а, б) - ограничитель 25, на фигуре 5а - съемный  
20 ограничитель 26.

Устройство работает следующим образом. Применяют универсальный калиброклассификатор в составе любой базовой машины, имеющей устройство, совершающее колебания, в частности в составе зерноуборочного комбайна, калибровальной или сортировальной машины. Сначала подготавливают  
25 универсальный калиброклассификатор к работе, прикрепляя его к устройству, совершающему колебания, посредством рамы 1. Затем в раму 1 при помощи направляющих 2 вставляют нижний лист 4 и верхний лист 3, предварительно выбрав листы из наборов. В зависимости от вида кусковых или сыпучих материалов, которые подлежат сортированию и(или) калибровке, из набора съемных нижних листов и набора съемных верхних листов выбирают листы с оптимальным вариантом форм  
30 отверстий. Причем в продольном разрезе конфигурации стенок отверстий верхнего листа должны совпадать с конфигурациями стенок отверстий нижнего листа, например квадратные с квадратными (фиг.3а), смешанные конфигурации со смешанными (фиг.3е). Конфигурации стенок отверстий только одного вида на одном и том же листе, например, только квадратной, только треугольной, только круглой,  
35 только шестиугольной формы оптимально подходят для сортирования и(или) калибрования округлой формы сыпучего или кускового материала (зерно гороха, проса, гречихи и т.д.), а эллипсоидальной и прямоугольной - для продолговатой формы сыпучего или кускового материала (зерно пшеницы, галька, гравий и т.д.). Учитывая то, что часть верхних листов набора выполнена с гофрами, а часть - без гофр при  
40 одних и тех же конфигурациях стенок отверстий, верхние листы с гофрами устанавливаются в универсальном решете, устанавливаемом на базовые машины, которые в процессе работы передвигаются по местности, например на зерноуборочные комбайны, передвижные горнодобывающие машины. Кроме того, на листы с гофрами устанавливаются не менее двух съемных делителей 15, выполненных в виде ребер, кромка верхней части которых выполнена в виде зубчатой формы.  
45 Зубчатая форма делителей способствует равномерному передвижению сортируемого (калибруемого) по поверхности верхнего листа во время движения базовой машины по неровной поверхности. Верхние листы без гофр 6 устанавливаются на базовые машины, которые работают стационарно, например калибровальные и  
50

RU 2 414 971 C2

сортировальные машины. Гофры 6 треугольнообразного сечения позволяют сортируемому (калибруемому) материалу проходить через решето без задержки и забивки отверстий верхнего листа благодаря вогнутой стенке (фиг.6), образующей прямой угол с поверхностью верхнего листа, которая обеспечивает более эффективную пропускную способность отверстий.

При помощи регулировочного механизма 14 отверстия нижнего листа 4 устанавливают так по отношению к отверстиям верхнего листа 3, чтобы при их совмещении образовалась щель такого размера, которая бы обеспечивала проход более мелких частиц, например сорных частиц, чем основной поток сортируемого материала, а при калибровании обеспечивало бы разделение на более мелкую фракцию.

В зависимости от габаритов, твердости и веса сортируемого или калибруемого материала осуществляют прижатие листов 3 и 4 до необходимого усилия прижатия, которое обеспечивают при помощи прижимного механизма 7, подтягивая или отпуская болты 24 прижимного механизма 7. Кроме того, прижатие обоих листов в решете до необходимого усилия прижатия осуществляют за счет фиксирующих механизмов 10, установленных в трубе 8 прижимного механизма. При этом регулируют количество пружинистых пластин рессоры 19 за счет установки-съемки пружинистых пластин на регулировочном прижимном винте 18 и за счет подкручивания-откручивания гайки указанного винта 18. Каждый конец рессоры с встроенной (впрессованной) деталью качения 23 должен быть установлен так, чтобы он касался прижима 11 через нижнюю прорезь 17. Кроме того, при подготовке устройства к работе устанавливают один прижим 11 в фиксирующий механизм 10 через нижнюю прорезь 17 (фиг.5а), а в прорезь 13, предназначенную для расположения в ней второго прижима, закрепляют съемный ограничитель 26 (фиг.5а). Если в процессе работы появляются хлопки, свидетельствующие о том, что нижний и верхний листы недостаточно прижаты, через прорезь 17, предназначенную для установки второго прижима, устанавливают дополнительно второй прижим (фиг.5б), при этом из прорези 13, предназначенной для расположения в ней второго прижима, удаляют съемный ограничитель 26.

Съемную раму 20 с установленными в ней жалюзийным механизмом 21 и съемными жалюзийными пластинами 22 устанавливают в тех случаях, когда в базовой машине предусмотрен обдув воздухом ее рабочих органов и есть возможность попадания этого обдува на универсальное регулируемое решето, установленное на базовой машине. Обдув используют для цели удаления с решета легко выдуваемых сорных примесей. Вогнутые жалюзийные пластины 22 устанавливают в съемной раме 20 тогда, когда обдув воздухом осуществляется параллельно или под небольшим углом по отношению к продольной плоскости нижнего листа. Прямые жалюзийные пластины 22 устанавливают в съемной раме 20 в тех случаях, когда обдув воздухом осуществляется под углом, близким к прямому, по отношению к продольной плоскости нижнего листа. Наклон жалюзийных пластин 22 в съемной раме 20 устанавливают, регулируя их при помощи жалюзийного механизма 21, и в процессе работы универсального регулируемого решета корректируют их наклон.

Присоединенный к базовой машине универсальный калиброклассификатор вступает в работу, в процессе которой он совершает колебания вместе с устройством базовой машины, совершающим колебания. При этом каждый прижимной механизм 7 в процессе работы совершает колебания вместе с рамой 1. При колебании трубы 8 в конструкции фиксирующих механизмов каждый шарик 12 передвигается между

RU 2 414 971 C2

ограничителем 25 и одним торцом прижима 11, а также между съемным ограничителем 26 и другим торцом прижима (в случае, если установлен один прижим, фиг.5а), а в случае, если установлено два и более прижимов (фиг.5б), шарик 12 передвигается еще и между прижимами. Передвигаясь, шарики 12 создают вибрацию прижима 11, который одновременно подпирается через нижнюю прорезь 17 впрессованной деталью качения 23, установленной на каждом конце рессоры 19. При этом прижим вертикально перемещается вверх-вниз через нижнюю 17 и верхнюю 13 прорези трубы 8 и, в конечном итоге, автоматически обеспечивает прижатие верхнего и нижнего листов решета. Ограничение вылета прижима из трубы обеспечивает ограничительная пластина 16. Через прорези 9, выполненные по всей длине нижней части трубы 8 без нарушения жесткости ее конструкции, выводится сор. Кроме автоматического прижатия верхнего 3 и нижнего 4 листов прижимной механизм 7 автоматически обеспечивает самоочистку этих листов путем передачи листам вибрации, создаваемой перемещением шариков 12 в трубе 8, воздействующих на прижим 11, которому, кроме того, вибрацию передает деталь качения 23.

Если под прижимным механизмом 7 установлена прикрепленная к раме 1 съемная рама 20 с жалюзийным механизмом 21 и съемными жалюзийными пластинами 22, она (съемная рама) совершает также колебания вместе с рамой 1. Через пространство между жалюзийными пластинами 22 воздух из обдува направляется на поверхность верхнего листа через прижимной механизм 7 и через совмещенные отверстия верхнего и нижнего листов. При этом воздух помогает более быстрому проталкиванию и прохождению сортируемого (калибруемого) материала через поверхность верхнего листа.

Кроме того, этот воздух дополнительно очищает прижимной механизм 7 от сора и запыленности.

Мелкие частицы сортируемого (калибруемого) материала, проходя через совмещенные отверстия верхнего 3 и нижнего 4 листов, образуют мелкую фракцию и попадают в конструктивную часть базовой машины, предназначенную для сбора данной фракции. Отсортированный (откалиброванный) материал, т.е. тот, который не прошел через совмещенные отверстия 5 верхнего 3 и нижнего 4 листов, в виде более крупной фракции, чем та, которая прошла через указанные отверстия, остается на поверхности решета и сходит с него в другую конструктивную часть базовой машины, которая предназначена для сбора данной (крупной) фракции.

#### Формула изобретения

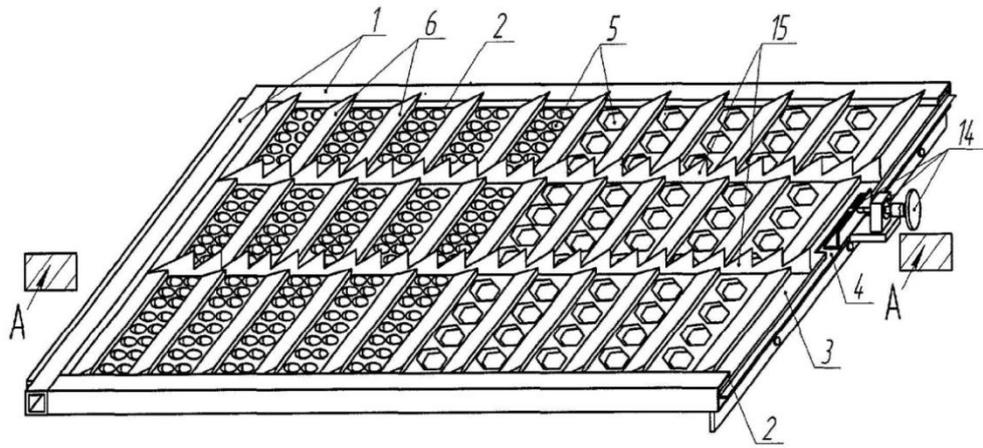
Универсальный калиброклассификатор, состоящий из установленных в направляющих рамы соприкасающихся друг с другом верхнего листа и нижнего листа с возможностью их взаимного перемещения, в каждом из которых выполнены ряды отверстий, при этом к наружной поверхности верхнего листа между рядами отверстий поперек движения очищаемого материала прикреплены гофры треугольнообразного сечения, прижатие обоих листов по всей их площади обеспечено соприкосновением нижнего листа с прижимным механизмом, кроме того, верхний и нижний листы соединены с регулировочным механизмом, отличающийся тем, что прижимной механизм установлен под нижним листом, подвижно прикреплен к конечным участкам рамы и выполнен в виде не менее одной трубы, длина которой составляет не менее длины нижнего листа, по всей длине нижней части трубы без нарушения жесткости ее конструкции периодически выполнены прорези для вывода сора, внутри трубы по всей ее длине встроены не менее трех фиксирующих механизмов, каждый из

RU 2 414 971 C2

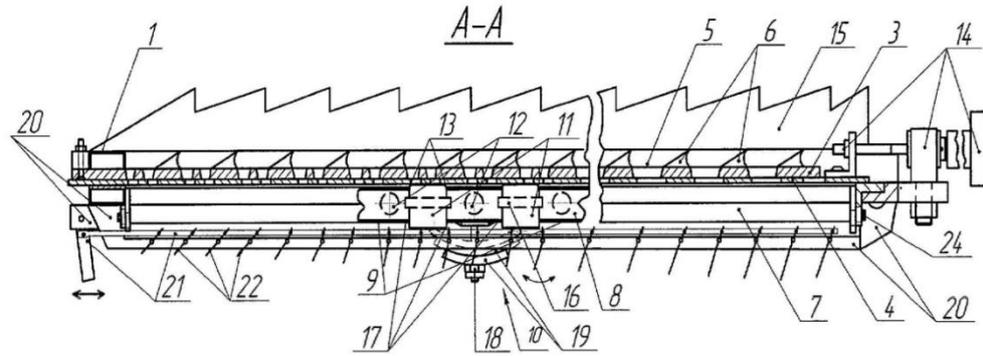
5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50

которых содержит вертикально установленные прижимы, каждый из которых выполнен в виде пластины, и шарики, предназначенные для передвижения внутри трубы с возможностью ограничения их движения, кроме того, каждый прижим выполнен с возможностью его вертикального перемещения через прорезь, выполненную в стенке верхней части трубы, при этом высота прижима превышает размер высоты трубы в поперечном разрезе с возможностью обеспечения функционального прижатия верхнего и нижнего листов, по всему продольному периметру прижима прикреплена ограничительная пластина, в стенке нижней части трубы в месте расположения прижима выполнена нижняя прорезь для возможности вертикального перемещения прижима через верхнюю и нижнюю части трубы, к наружной поверхности нижней части трубы в месторасположении каждого фиксирующего механизма за счет регулировочного прижимного винта прикреплена рессора, выполненная в виде не менее одной пружинистой пластины, на каждом конце которой установлена впрессованная деталь качения, под прижимным механизмом установлена прикрепленная к раме съемная рама с установленными в ней жалюзийным механизмом и съемными жалюзийными пластинами, причем в сторону направления продвижения калибруемого материала высота каждой последующей жалюзийной пластины превышает высоту предыдущей жалюзийной пластины настолько, чтобы обеспечить возможность равномерной подачи воздуха на нижний лист решета, кроме того, жалюзийные пластины выполнены прямыми и/или вогнутыми по направлению движения очищаемого материала, кроме того, на поверхности верхнего листа вдоль движения калибруемого материала установлено не менее двух съемных делителей, выполненных в виде ребер, кромка верхней части которых выполнена зубчатой формы, отверстия верхнего листа выполнены вертикально по отношению к поверхности этого листа в виде усеченных конусных форм с направлением конусной части в сторону нижнего листа, в котором выполнены вертикальные отверстия, продольное сечение которых по форме и размеру аналогично продольному сечению конусной части в границе соприкосновения верхнего и нижнего листов, стенки отверстий верхнего и нижнего листов выполнены так, что в продольном разрезе они имеют конфигурацию разнообразных геометрических фигур, в частности квадрата, треугольника, круга, овала, шестиугольника, гофры треугольнообразного сечения выполнены так, что в профильной плоскости они имеют конфигурацию треугольника с вогнутой стенкой, образующей прямой угол с поверхностью верхнего листа, кроме того, верхний и нижний листы выполнены съемными, а рама снабжена набором съемных нижних листов и набором съемных верхних листов, при этом часть верхних листов из набора имеет в различном сочетании конфигурации стенок отверстий и выполнена без гофр, а часть верхних листов набора выполнены с гофрами при одних и тех же конфигурациях стенок отверстий, выполненных без гофр верхних листов.

RU 2 414 971 C2

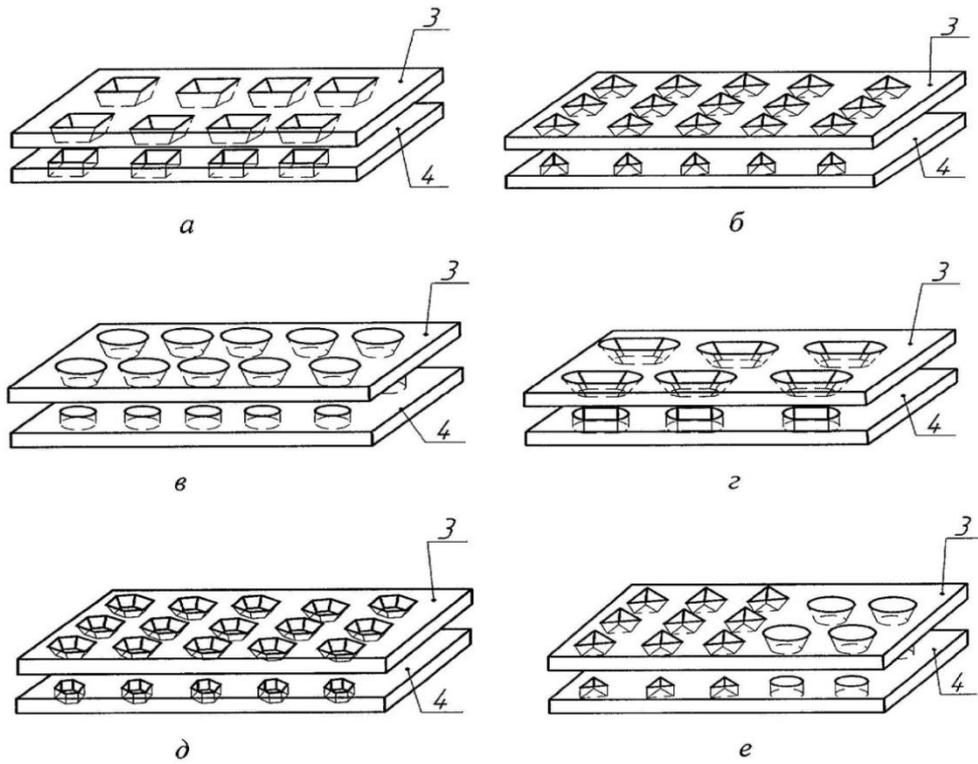


Фиг. 1



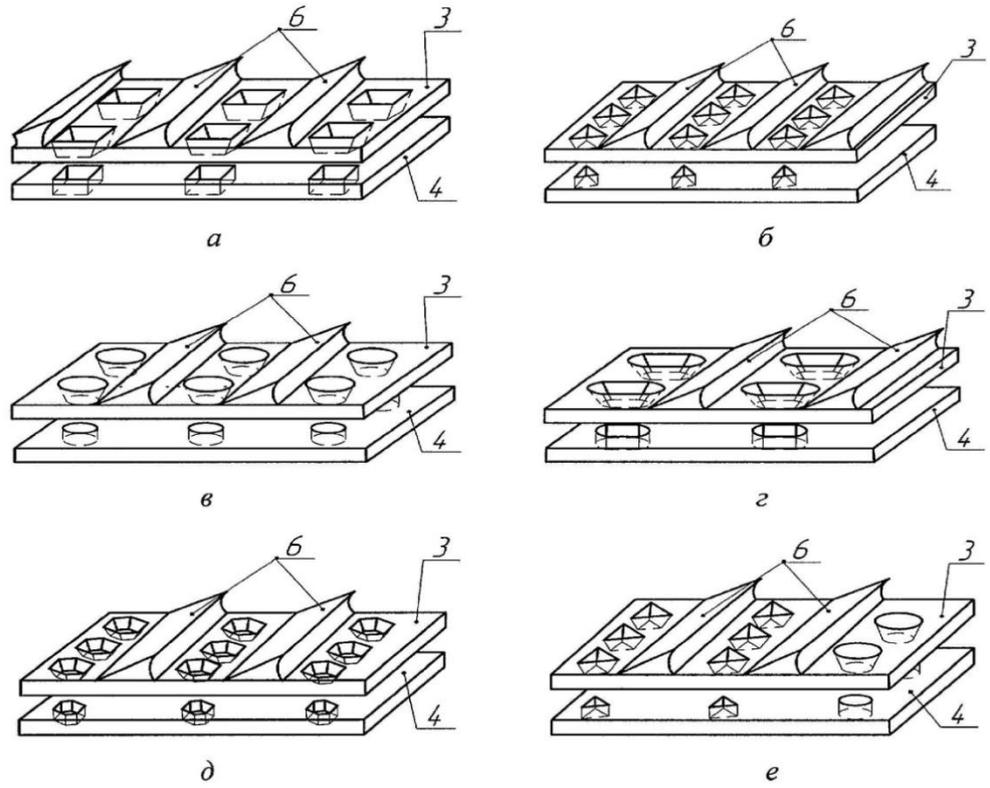
Фиг. 2

RU 2414971 C2



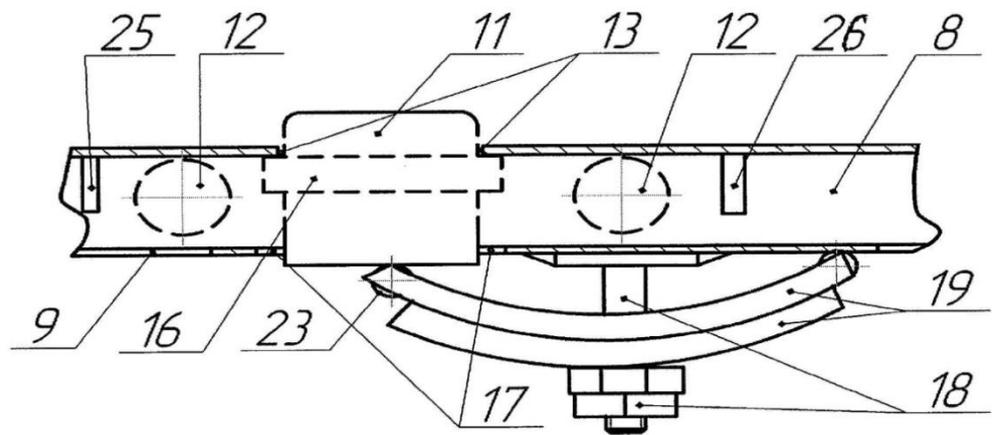
Фиг. 3

RU 2 414 971 C2

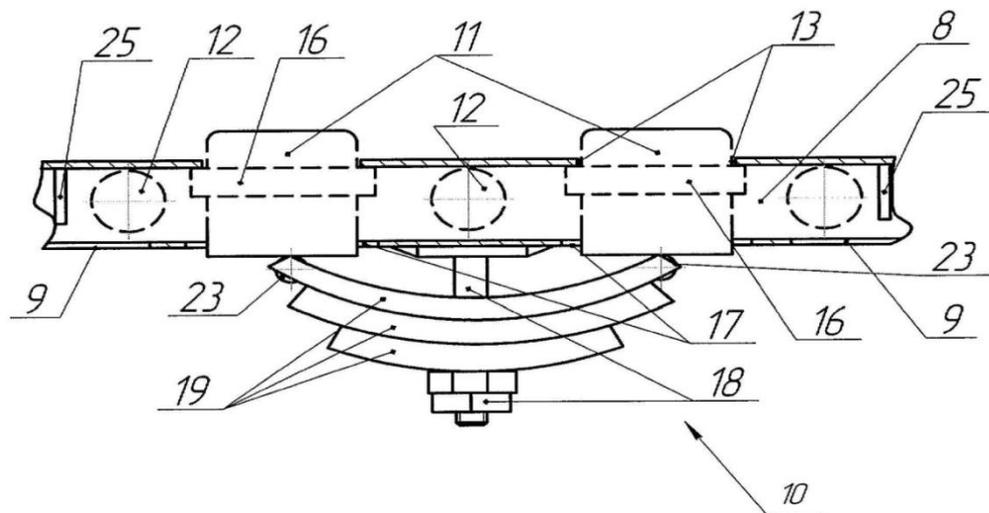


Фиг. 4

RU 2 414 971 C2



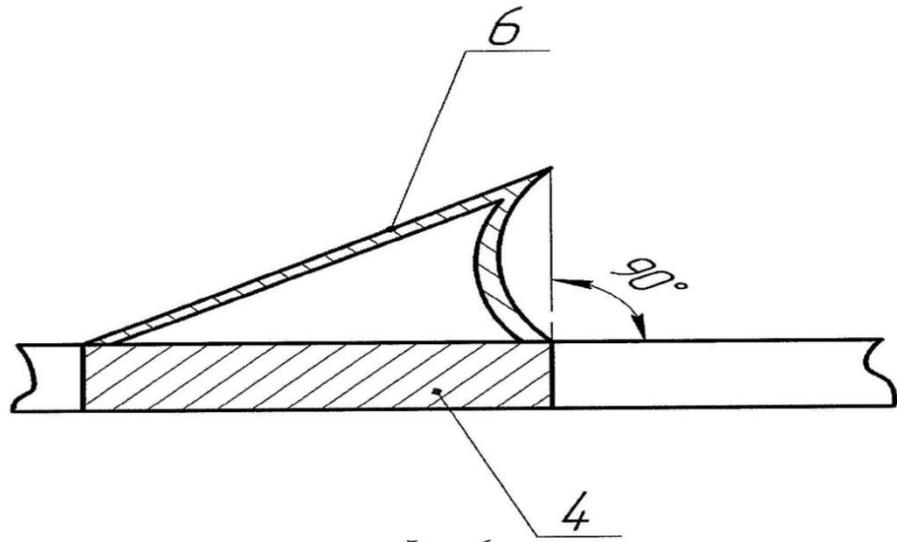
а



б

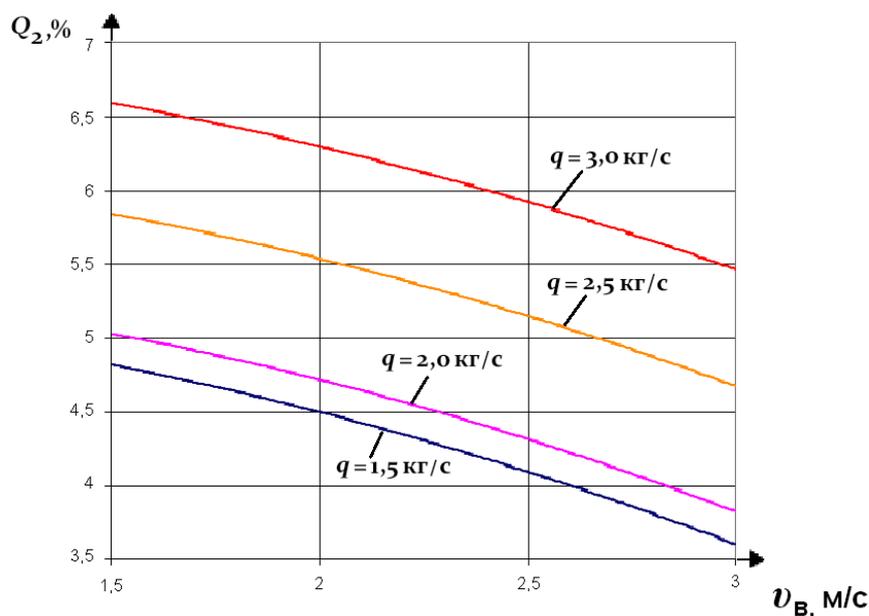
Фиг. 5

RU 2 414 971 C2

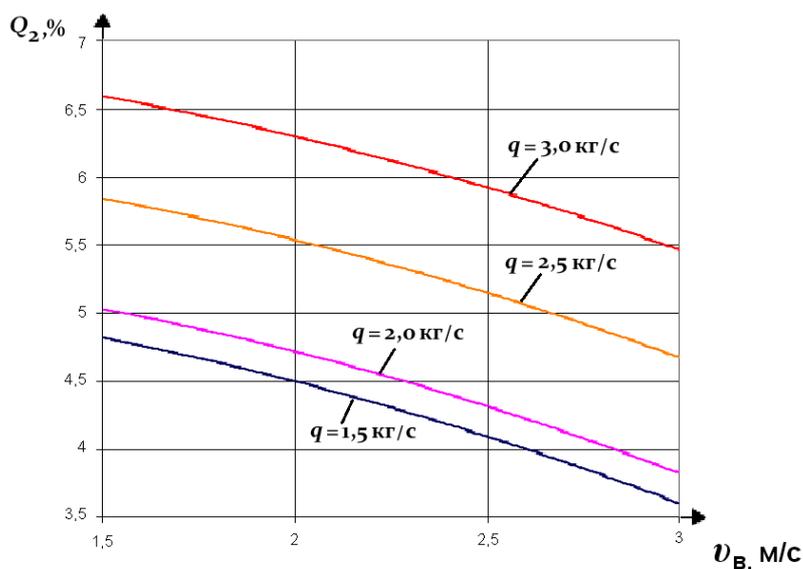


Фиг. 6

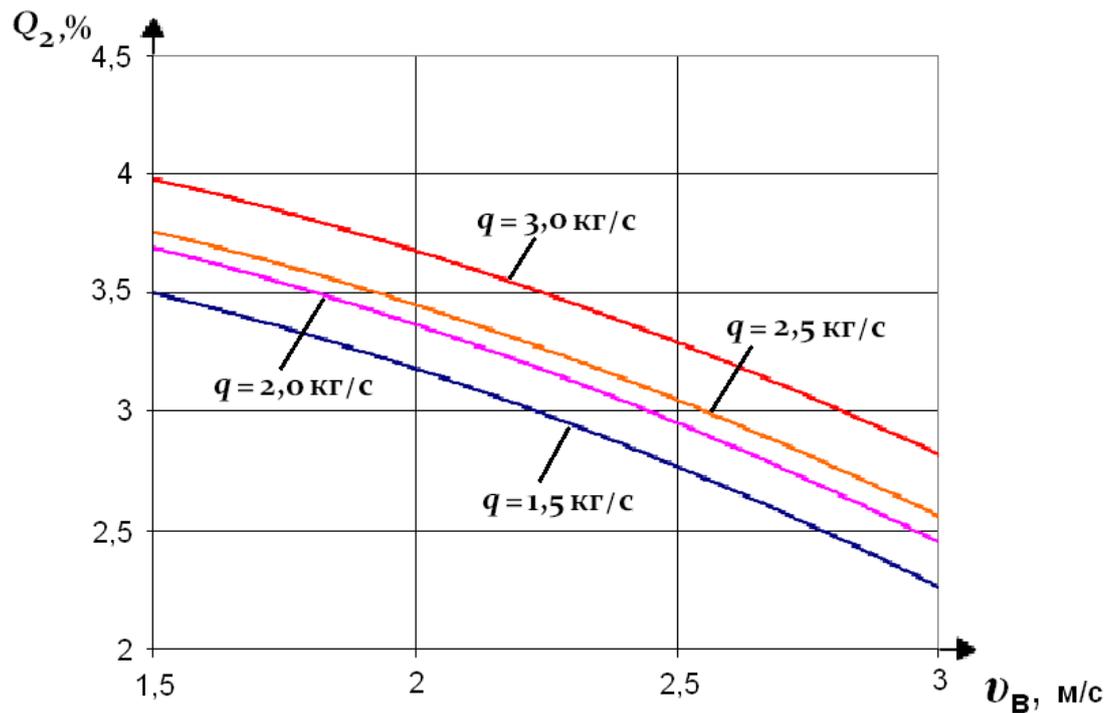
Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника сорта «Лакомка» от скорости воздушного потока  $v_B$



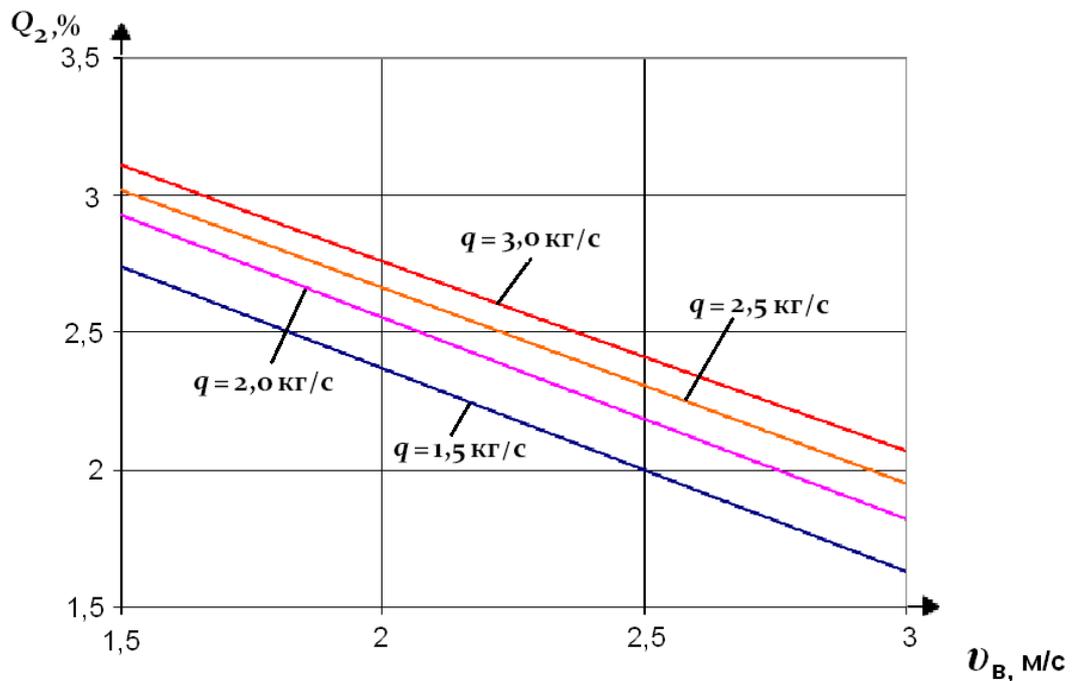
Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$



Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

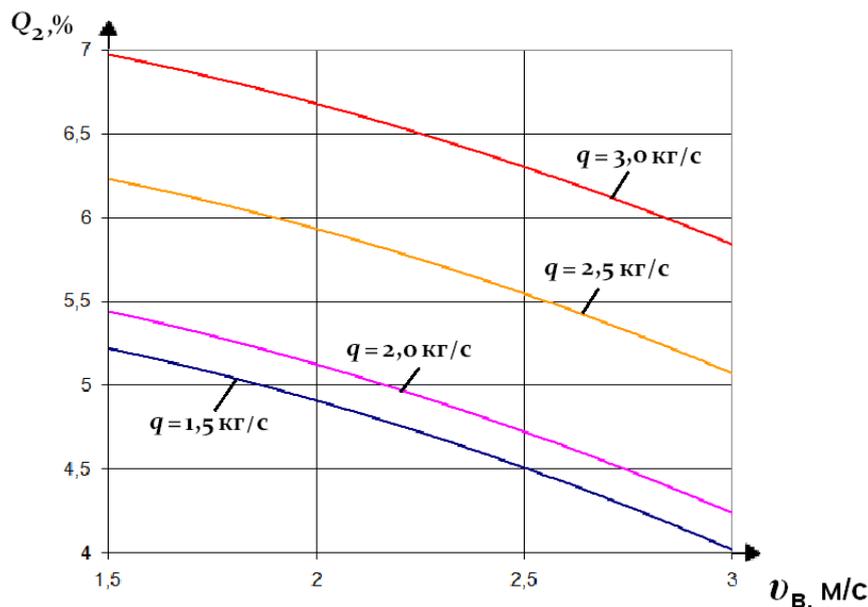


Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$

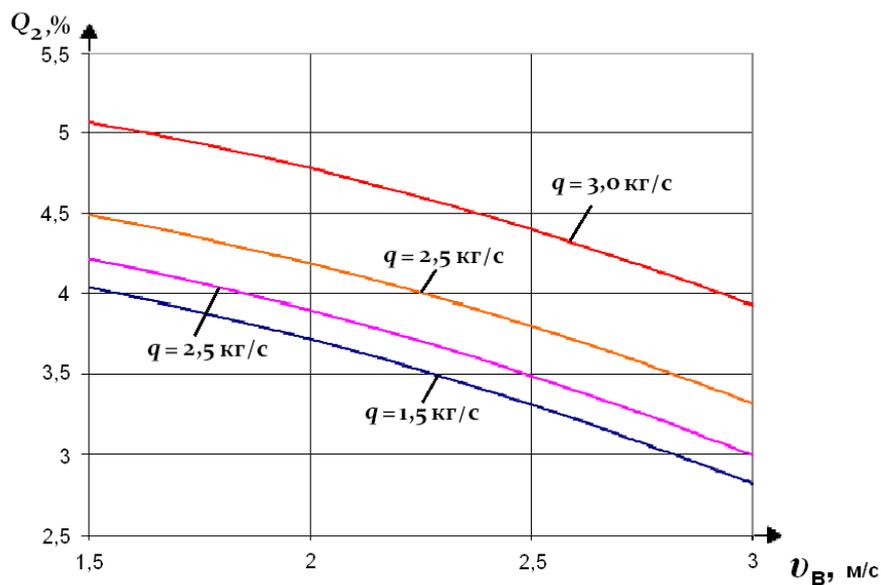


Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

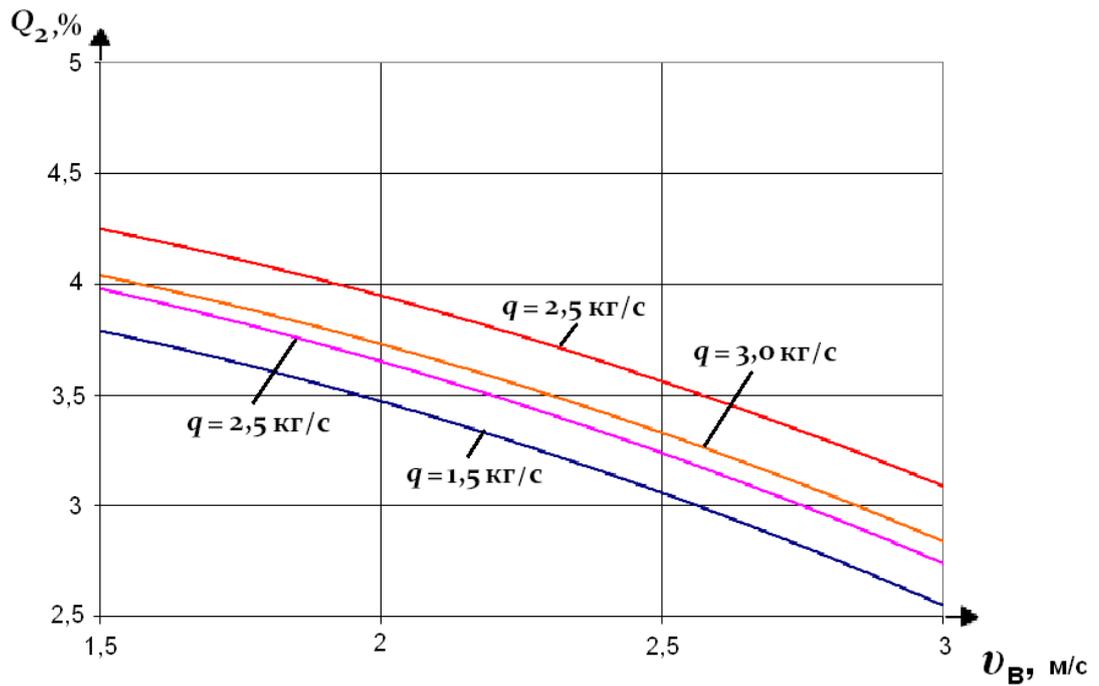
Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника сорта «Донской» от скорости воздушного потока  $v_B$



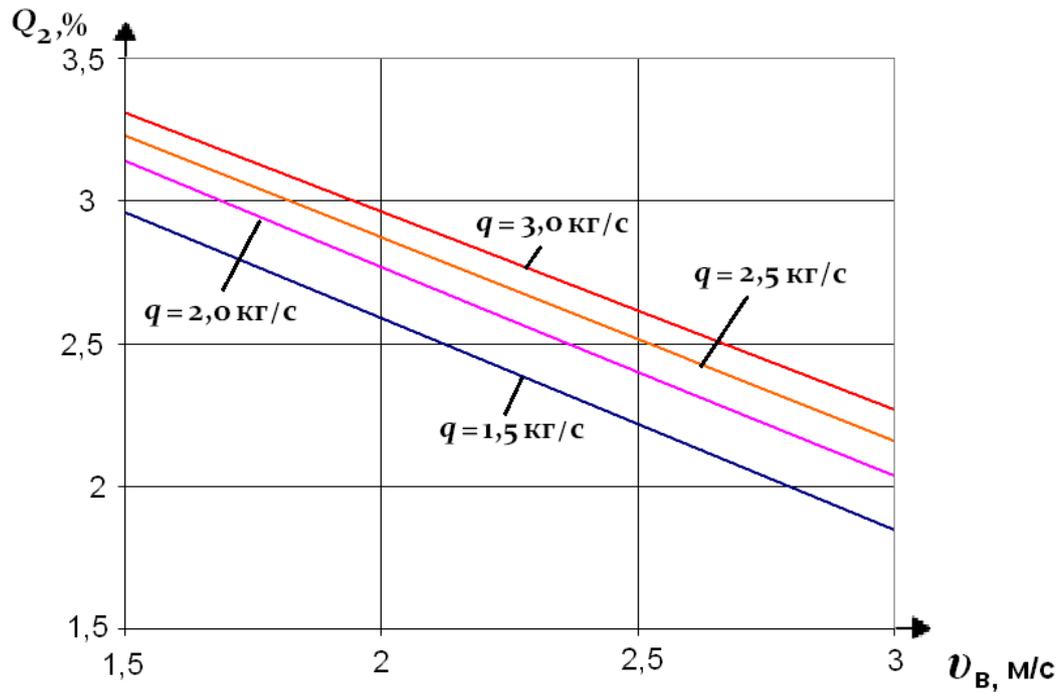
Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$



Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$



Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$



Теоретические графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

Моделирование процесса очистки вороха подсолнечника  
решетом с регулируемыми отверстиями

Важным элементом исследования процесса очистки вороха подсолнечника решетом с регулируемыми отверстиями является перемещение вороха по решетку в единицу времени. При математическом моделировании заменяем физические величины (перемещение, скорость, ускорение масс вороха подсолнечника) на Декартовы координаты. При этом обозначим чётные значения индекса  $y$  как скорость масс вороха подсолнечника, а нечётные значения индекса  $y$  – как перемещения.

Для дальнейшего моделирования введём следующие обозначения:

$$x = \int v_{\Pi} dt, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $x$  – движение всех масс  $m_1, m_2, M_1, M_2$  вороха подсолнечника по решетку с регулируемыми отверстиями, м;

$v_{\Pi}$  – скорость движения всех масс  $m_1, m_2, M_1, M_2$  вороха подсолнечника по решетку с регулируемыми отверстиями, м/с;

$$x_1 = \int v_{\Pi_1} dt, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $x_1$  – перемещение массы  $m_1$  вороха подсолнечника в пространстве между гофрами по оси  $Ox$ , м;

$v_{\Pi_1}$  – скорость перемещения  $m_1$  и  $M_1$  вороха, м/с,

$$v_{\Pi_1} = \int W_{\Pi_1} dt, \text{ м/с}, \quad (3)$$

$W_{\Pi_1}$  – ускорение перемещения  $m_1$  и  $M_1$  вороха, м/с<sup>2</sup>;

$$x_2 = \int v_{\Pi_2} dt, \text{ м}, \quad (4)$$

где  $x_2$  – перемещение масс  $m_2$  и  $M_2$  вороха подсолнечника, м;

$u_{i_2}$  – скорость перемещения  $m_2$  и  $M_2$  вороха, м/с,

$$v_{n_2} = \int W_{n_2} dt, \text{ м/с}, \quad (5)$$

$W_{i_2}$  – ускорение перемещения  $m_2$  и  $M_2$  вороха, м/с<sup>2</sup>;

$$y_2 = \int v_{n_2} dt, \text{ м/с}, \quad (6)$$

где  $u_{i_4}$  – скорость перемещения  $m_2$  и  $M_2$  по оси  $Oy$ , м/с;

$$y_4 = \int v_{n_4} dt, \text{ м/с}, \quad (7)$$

где  $y_4$  – перемещение массы  $m_2$  по оси  $Ox$ , м;

$W_{i_4}$  – ускорение перемещения  $m_2$  и  $M_2$  по оси  $Oy$ , м/с<sup>2</sup>,

$$v_{n_3} = \int W_{n_3} dt, \text{ м/с}, \quad (8)$$

где  $u_{i_3}$  – скорость перемещения  $m_2$  по оси  $Ox$ , м;

$W_{i_3}$  – ускорение перемещения  $m_2$  по оси  $Ox$ , м;

$$v_{n_4} = \int W_{n_4} dt, \text{ м/с}; \quad (9)$$

В результате дифференцирования получаем уравнение в стандартной форме Коши:

$$D(t, y) = \begin{bmatrix} y_1 \\ - \left\{ \begin{array}{l} m_1 y_9 \left[ \frac{1 + \text{sign}(y_8 - y_1)}{2} \right] + k_t \text{sign}(y_1 - y_8) \\ - k_t (y_5 - y_1) + C(y_0 - y_2) \end{array} \right\} \frac{1}{m_1}; \\ y_3 \\ - \left\{ \begin{array}{l} m_2 y_9 \left[ \frac{1 + \text{sign}(y_8 - y_3)}{2} \right] + 1(k_t + \text{tg}(\beta)) \text{sign}(y_3 - y_8) \\ - k_t (y_5 - y_3) - C(y_0 - y_2) \end{array} \right\} \frac{1}{m_2}; \end{bmatrix}; \quad (10)$$

$$D(t, y) = \begin{bmatrix} y_5 \\ -[k_1(y_5 - y_3) + k_1(y_5 - y_1)] \frac{1}{\dot{I}}; \\ \acute{o}_7 \left[ \frac{1,001 + 1 \operatorname{sign}(y_6)}{2} \right]; \\ - \left\{ \begin{array}{l} \dot{I} \acute{o}_9 \operatorname{tg}(\beta) \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y_8 - y_3)}{2} \right] + \\ + M_2 \left[ \frac{1 + 1 \operatorname{sign}(y_6)}{2} \right] g \left[ \frac{1 + \operatorname{sign}(y_8 - y_3)}{2} \right] \end{array} \right\} \frac{1}{M}; \\ \acute{o}_9 \\ \frac{W_{\max} \cos(\Omega t) - y_9}{0,001}, \end{bmatrix}; \quad (10)$$

где  $y_1$  – скорость движения массы  $m_1$  вороха подсолнечника, м/с;

$m_1$  – масса вороха в пространстве между гофрами, кг;

$y_9$  – ускорение масс  $m_1$  и  $M_1$  вороха подсолнечника по оси  $Oy$ , м/с<sup>2</sup>;

$y_8$  – заданная скорость массы  $m_1$  вороха между гофрами по оси  $Oy$ , м/с;

$k_t$  – коэффициент демпфирования;

$y_5$  – скорость движения всех масс вороха подсолнечника по оси  $Oy$ , м/с;

$C$  – упругая связь между массами;

$y_0$  – перемещение всех масс вороха по поверхности решета (по оси  $Ox$ ), м;

$y_2$  – перемещение массы  $m_1$  по оси  $Oy$ , м;

$y_3$  – скорость движения массы  $M_1$  и  $M_2$  вороха подсолнечника по оси  $Oy$ , м/с;

$m_2$  – масса вороха подсолнечника, взаимодействующая с поверхностью гофры, кг;

$\beta$  – угол наклона образующей гофры, рад;

$k_1$  – коэффициент демпфирования массы вороха подсолнечника  
в пространстве между гофрами;

$M$  – общая масса вороха подсолнечника, распределяемая по решетку, кг;

$y_7$  – скорость перемещения масс  $m_2$  и  $M_2$  по оси  $Oy$ , м/с;

$y_6$  – движение всех масс вороха подсолнечника по оси  $Oy$ , м/с;

$W_{\max}$  – максимальное ускорение движения решетки с регулируемым  
отверстиями, м/с<sup>2</sup>;

$\Omega$  – скорость движения решетки, м/с.

Результаты опытов по определению геометрических размеров семян  
нескольких сортов подсолнечника с целью их усреднения

Таблица 1 – Геометрические размеры семян сорта «Лакомка»

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
1	13,2	6,1	3,8
2	14,2	6,3	3,5
3	13,8	6,2	4,3
4	14,7	6,3	4,0
5	12,6	6,5	3,4
6	13,1	6,9	4,0
7	13,4	7,4	3,8
8	12,3	6,3	4,0
9	14,1	6,3	3,7
10	12,5	6,7	3,8
11	13,6	6,1	4,0
12	14,3	6,5	3,6
13	14,1	6,7	3,7
14	12,9	5,3	3,8
15	12,7	7,6	3,6
16	12,7	6,8	3,5
17	14,1	7,1	3,5
18	14,8	6,7	3,7
19	12,5	7,9	5,0
20	12,5	6,7	3,6
21	13,3	6,4	3,3
22	13,3	5,9	3,2
23	12,1	6,3	4,1
24	13,0	7,1	3,9
25	12,6	6,7	3,8
26	14,2	7,3	3,7
27	15,1	6,9	3,5

Продолжение таблицы 1

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
28	11,9	7,0	3,6
29	14,8	6,3	3,9
30	12,9	7,2	3,5
31	12,0	6,6	3,8
32	12,7	7,3	3,8
33	12,4	6,2	4,5
34	15,4	6,7	3,5
35	14,5	6,2	4,0
36	13,2	7,4	4,3
37	11,5	6,2	5,2
38	13,5	6,8	3,5
39	15,3	6,3	3,7
40	12,4	7,3	3,8
41	12,7	6,7	3,7
42	15,7	6,2	3,6
43	13,9	7,3	4,8
44	14,5	6,9	3,6
45	14,1	7,3	3,9
46	13,1	6,7	3,6
47	13,5	6,6	3,6
48	12,8	7,1	3,6
49	13,5	6,9	4,2
50	13,4	5,7	3,9
51	13,9	6,8	3,4
52	14,6	5,4	3,6
53	13,3	6,4	3,7
54	12,8	5,6	3,6
55	13,1	6,6	3,3
56	13,1	6,0	3,5
57	12,5	7,1	3,7
58	12,9	6,4	4,2
59	14,3	6,1	3,5
60	12,4	6,8	3,7

Продолжение таблицы 1

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
61	12,7	6,2	3,8
62	14,5	6,9	3,7
63	14,9	6,5	3,8
64	13,3	6,4	3,6
65	12,1	6,3	4,1
66	12,7	7,3	4,0
67	14,0	6,5	3,6
68	13,8	7,1	3,6
69	13,0	5,9	3,5
70	14,1	6,6	3,7
71	13,4	6,1	3,8
72	13,7	6,7	3,8
73	15,3	5,8	3,7
74	13,1	6,8	4,0
75	14,5	7,7	4,1
76	14,3	7,0	3,3
77	12,0	6,7	3,7
78	13,4	5,9	3,5
79	14,3	7,1	3,3
80	13,4	7,4	3,5
81	15,1	6,2	3,9
82	12,5	7,0	4,1
83	14,0	5,9	3,8
84	12,1	7,4	3,9
85	14,2	6,2	3,9
86	14,1	6,9	3,8
87	14,1	6,5	3,8
88	13,5	7,4	3,7
89	15,1	6,2	3,6
90	12,9	7,5	3,5

Продолжение таблицы 1

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
91	13,6	7,0	3,5
92	16,2	6,5	4,0
93	12,8	6,7	3,8
94	14,9	7,1	3,5
95	14,2	7,0	4,3
96	13,9	6,6	3,8
97	14,8	6,7	3,5
98	13,5	6,5	3,8
99	13,8	5,9	3,8
100	12,3	6,4	4,6
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 13,5$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 6,6$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 3,8$

Таблица 2 – Геометрические размеры семян сорта «Саратовский-20»

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
1	12,5	5,9	4,3
2	11,9	6,7	3,3
3	12,3	6,5	4,0
4	12,2	5,8	3,5
5	12,6	6,0	3,9
6	11,1	6,0	3,5
7	13,0	7,1	4,2
8	12,4	7,0	3,9
9	13,3	6,6	3,8
10	12,0	7,1	4,3
11	11,4	7,0	3,9
12	10,4	6,4	3,8
13	12,4	6,5	3,8

Продолжение таблицы 2

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
14	13,5	6,3	3,7
15	11,6	6,1	3,8
16	12,6	6,3	4,3
17	12,1	6,7	3,9
18	12,7	6,1	4,2
19	13,4	6,7	3,8
20	12,2	6,3	3,9
21	12,2	6,5	3,4
22	13,2	7,3	3,6
23	13,7	7,0	4,0
24	13,1	6,4	3,5
25	13,6	6,3	3,6
26	11,3	6,0	3,7
27	12,6	6,7	3,7
28	12,5	7,4	4,1
29	12,9	6,2	3,8
30	13,4	6,8	4,6
31	13,4	5,9	4,3
32	13,2	7,8	4,6
33	14,3	7,1	4,3
34	12,5	7,0	4,0
35	12,5	7,0	4,3
36	13,5	7,5	4,5
37	13,3	6,8	4,0
38	13,2	6,2	3,5
39	13,2	7,1	4,0
40	13,5	6,4	3,3
41	12,9	6,0	3,7
42	13,4	7,3	4,2
43	12,0	7,0	3,8

Продолжение таблицы 2

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
44	13,6	6,9	4,0
45	13,8	7,6	4,9
46	15,0	7,7	4,3
47	13,1	5,3	3,5
48	13,8	7,7	3,7
49	13,6	5,9	4,0
50	13,5	6,5	4,2
51	13,3	6,7	3,8
52	14,5	7,8	4,8
53	14,8	6,8	3,5
54	14,6	5,7	4,0
55	12,0	8,0	4,7
56	12,9	7,8	4,6
57	11,8	6,9	4,2
58	10,8	6,8	4,0
59	12,7	6,4	3,3
60	10,3	6,3	3,2
61	12,7	5,7	4,4
62	12,3	6,0	3,2
63	14,5	6,2	4,2
64	13,4	7,1	3,5
65	11,4	6,6	4,2
66	12,2	7,7	4,5
67	11,7	7,5	3,5
68	10,0	7,0	3,8
69	11,4	5,7	3,6
70	14,8	7,8	3,6
71	12,2	4,9	4,0
72	13,6	6,2	4,7

Продолжение таблицы 2

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
73	13,1	5,5	4,1
74	11,2	6,2	4,5
75	15,5	6,5	3,1
76	14,0	6,6	3,6
77	11,0	6,8	3,8
78	13,3	7,3	3,9
79	16,2	7,9	3,2
80	13,5	6,7	3,1
81	16,3	5,8	3,7
82	9,9	5,8	4,1
83	11,7	5,7	4,0
84	12,7	7,8	4,4
85	12,4	6,1	3,8
86	14,6	6,5	5,0
87	15,7	5,8	4,3
88	14,0	7,9	4,5
89	17,4	7,1	3,4
90	10,5	7,8	4,0
91	11,7	7,9	3,8
92	16,6	6,6	4,2
93	14,8	7,3	2,9
94	14,6	6,5	3,5
95	12,3	7,9	4,6
96	15,1	5,8	3,3
97	15,0	6,0	3,5
98	11,5	7,7	4,4
99	11,9	5,7	3,0
100	11,5	6,4	5,1
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 13$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 6,7$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 3,9$

Таблица 3 – Геометрические размеры семян сорта «Донской»

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
1	11,1	4,7	2,7
2	11,1	4,8	3,2
3	11,5	4,0	2,5
4	10,7	5,0	3,1
5	10,3	4,8	2,8
6	9,7	3,5	2,9
7	10,4	4,0	2,3
8	10,1	4,0	2,7
9	10,1	5,3	2,6
10	9,8	4,7	3,0
11	10,0	5,0	2,3
12	8,8	3,6	2,4
13	12,2	5,8	3,1
14	10,5	4,7	2,6
15	11,3	4,3	2,6
16	9,6	4,2	2,0
17	9,7	5,0	2,7
18	10,4	3,9	2,3
19	9,5	4,2	2,6
20	10,4	4,0	2,3
21	11,1	4,7	2,7
22	9,3	4,2	3,7
23	10,3	5,2	3,5
24	9,8	4,3	2,4
25	9,0	4,7	2,7
26	10,2	4,6	2,9
27	10,4	4,9	3,1
28	11,0	4,2	3,3
29	11,3	5,4	2,9

Продолжение таблицы 3

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
30	10,6	5,8	3,0
31	11,0	4,7	2,7
32	9,0	4,5	2,6
33	11,4	4,8	3,2
34	10,3	5,2	3,5
35	10,3	5,1	3,6
36	9,5	3,9	2,6
37	10,2	3,6	1,8
38	11,0	4,9	2,3
39	10,3	3,6	2,7
40	8,3	3,5	2,4
41	10,7	4,3	2,6
42	9,3	4,4	2,9
43	10,6	4,6	3,3
44	10,6	4,7	3,2
45	10,3	4,4	2,2
46	10,0	5,2	2,5
47	10,4	4,5	2,4
48	9,0	4,0	3,3
49	10,8	4,1	2,1
50	10,1	5,1	2,7
51	10,0	4,3	2,1
52	10,3	4,4	2,8
53	10,3	4,8	3,2
54	10,3	4,8	3,3
55	9,7	5,6	3,3
56	9,3	4,6	3,1
57	9,8	4,5	2,3

Продолжение таблицы 3

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
58	11,0	3,7	2,2
59	11,3	4,3	3,3
60	11,0	4,5	2,5
61	10,2	5,0	2,6
62	10,8	4,3	2,2
63	11,9	5,2	2,9
64	10,1	4,7	2,9
65	8,1	4,7	3,2
66	9,8	4,5	2,6
67	10,6	4,7	2,7
68	10,3	4,7	3,1
69	10,0	4,4	2,3
70	9,1	4,9	3,4
71	11,3	4,9	2,5
72	10,0	4,7	2,8
73	9,6	4,3	2,4
74	10,6	4,3	3,6
75	10,8	4,8	3,5
77	10,0	4,8	2,9
78	10,2	3,9	2,2
79	10,2	5,4	3,3
80	8,7	4,6	1,3
81	11,3	4,4	2,5
82	11,7	5,2	3,1
83	10,8	4,0	2,7
84	9,0	4,0	3,0
85	11,1	4,8	3,1
86	11,3	5,4	2,9

Продолжение таблицы 3

$i$	Высота $a_i$ , мм	Ширина $b_i$ , мм	Толщина $c_i$ , мм
87	12,6	6,2	2,6
88	10,1	3,7	2,6
89	12,1	5,7	3,5
90	9,5	4,6	3,0
91	8,7	5,2	2,8
92	8,5	4,0	2,6
93	10,3	4,8	2,6
94	8,5	3,5	2,6
95	10,2	3,8	2,9
96	9,8	5,2	3,1
97	11,7	4,0	2,6
98	10,0	4,3	2,6
99	10,7	4,2	2,3
100	10,0	4,9	2,5
Среднее значение	$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 10,3$	$\bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 4,6$	$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 2,8$

Результаты опытов по определению содержания семян  
в скошенной массе подсолнечника

№ п/п	Масса семян в одной корзинке $m_{\text{сем}}$				Масса срезаемого стебля $m_{\text{раст}}$			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1	50,38	49,728	51,16	50,4225	200,71	201,98	202,38	201,69
2	52,23	52,274	53,15	52,5512	199,48	197,18	209,70	202,12
3	49,29	50,432	50,11	49,9441	160,71	157,66	164,96	161,11
4	36,012	34,211	37,86	36,0275	143,74	140,28	148,31	144,11
5	72,45	72,335	70,38	71,7216	223,31	220,73	228,35	224,13
6	55,11	54,769	56,47	55,4496	230,85	228,28	233,99	231,04
7	61,12	59,727	62,78	61,209	225,17	225,73	229,20	226,70
8	30,409	30,921	32,51	31,28	123,74	121,29	130,33	125,12
9	46,89	48,137	48,34	47,7891	162,91	165,86	165,60	164,79
10	65,22	65,955	66,78	65,985	218,77	218,8	222,28	219,95
11	27,89	26,971	29,36	28,0738	120,93	116,29	128,96	122,06
12	38,75	37,005	36,67	37,475	148,23	148,36	153,11	149,90
13	33,23	32,74	34,88	33,6168	139,19	138,49	142,53	140,07
14	56,76	56,657	58,53	57,3156	211,34	206,52	218,98	212,28
15	55,79	56,845	57,45	56,695	225,98	227,26	227,10	226,78
16	66,78	67,729	68,34	67,6164	232,48	232,93	234,07	233,16
17	48,76	50,13	50,45	49,7799	185,88	177,71	189,52	184,37
18	48,89	48,525	50,39	49,2683	157,04	159,26	160,49	158,93
19	59,65	57,558	57,33	58,1792	180,71	178,82	185,90	181,81
20	48,89	47,366	47,11	47,7888	148,11	148,68	151,23	149,34
21	47,56	47,117	46,48	47,0522	180,21	177,12	185,58	180,97
22	36,78	36,243	38,15	37,0575	147,56	148,01	149,12	148,23
23	60,96	60,965	62,35	61,4249	210,10	211,33	214,00	211,81
24	42,88	43,607	44,29	43,5922	140,15	138,81	142,90	140,62

## Продолжение приложения 7

№ п/п	Масса семянков в одной корзинке $m_{\text{сем}}$				Масса срезаемого стебля $m_{\text{раст}}$			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
25	55,27	55,132	56,879	55,7604	205,45	207,12	206,99	206,52
26	42,98	44,03	44,38	43,7968	140,35	136,4	147,09	141,28
27	38,64	37,843	40,68	39,0544	176,50	172,36	183,70	177,52
28	46,79	47,283	48,63	47,5675	190,50	187,23	193,08	190,27
29	47,89	48,945	49,78	48,8715	156,65	152,67	163,63	157,65
30	72,96	71,642	74,46	73,0205	234,95	229,35	242,35	235,55
31	52,68	52,344	54,74	53,2548	196,67	195,07	199,98	197,24
32	33,36	36,401	35,232	34,9975	145,31	128,19	146,47	139,99
33	41,12	40,014	42,85	41,328	172,47	170,43	173,70	172,20
34	71,99	72,595	73,37	72,6516	240,55	221,75	240,78	234,36
35	41,03	41,016	42,734	41,5932	126,79	123,59	127,74	126,04
36	63,12	63,79	64,79	63,9	217,30	203,36	218,34	213,00
37	53,45	55,745	55,58	54,925	210,47	208,15	215,13	211,25
38	68,33	69,214	70,92	69,4881	209,71	206,39	215,61	210,57
39	67,74	67,295	69,56	68,1984	211,65	213,17	214,54	213,12
40	28,59	29,265	30,97	29,6082	108,49	107,21	113,28	109,66
41	45,05	46,37	47,63	46,35	183,14	186,5	186,56	185,40
42	62,78	63,011	63,99	63,2604	184,69	187,11	186,38	186,06
43	33,79	35,691	35,24	34,9071	150,20	148,29	156,82	151,77
44	39,81	40,038	41,39	40,4125	160,85	158,11	165,99	161,65
45	40,94	41,452	42,55	41,6472	146,60	147,62	152,00	148,74
46	42,16	41,947	43,81	42,639	141,38	135,24	149,77	142,13
47	55,21	53,868	53,94	54,3392	166,59	169,06	173,78	169,81
48	54,39	54,523	55,83	54,9144	187,55	188,45	192,08	189,36
49	42,49	44,74	44,07	43,7668	150,96	159,05	158,92	156,31
50	73,903	74,935	75,45	74,7626	217,48	221,58	220,61	219,89

№ п/п	Масса семян в одной корзинке $m_{\text{сем}}$				Масса срезаемого стебля $m_{\text{раст}}$			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
51	66,28	67,744	68,19	67,4048	208,94	207,09	215,89	210,64
52	76,71	78,453	78,28	77,8144	239,20	244,31	246,00	243,17
53	38,67	40,973	40,15	39,9311	127,29	128,04	131,10	128,81
54	73,88	75,147	75,24	74,7558	213,33	225,68	220,60	219,87
55	39,11	39,795	40,473	39,7925	157,70	156,03	163,78	159,17
56	43,72	45,35	45,17	44,7468	158,51	157,79	163,13	159,81
57	72,59	74,415	73,25	73,4184	221,07	219,3	227,07	222,48
58	74,37	74,061	72,76	73,7304	228,71	239,83	244,98	237,84
59	40,83	40,28	42,84	41,3166	154,23	160,12	162,38	158,91
60	64,87	64,012	66,72	65,2007	223,15	225,85	225,49	224,83
61	46,14	45,505	50,34	47,3283	170,16	180,13	175,58	175,29
62	39,35	40,648	41,51	40,5027	149,77	149,73	150,53	150,01
63	57,70	56,665	60,10	58,155	186,96	195,23	199,36	193,85
64	49,32	49,402	51,64	50,1208	161,44	158,54	165,06	161,68
65	43,45	46,282	45,01	44,914	128,59	129,9	137,81	132,10
66	60,66	62,129	62,45	61,7463	183,27	188,34	189,72	187,11
67	61,84	63,232	63,87	62,9805	189,70	189,12	193,73	190,85
68	46,41	45,946	50,18	47,5119	175,92	170,64	181,35	175,97
69	40,32	42,851	42,72	41,9636	146,44	150,4	152,77	149,87
70	53,40	55,303	55,79	54,831	181,60	183,46	183,25	182,77
71	54,50	53,113	55,21	54,2742	154,06	164,01	160,82	159,63
72	62,63	63,144	64,03	63,2679	200,28	207,28	204,71	204,09
73	51,88	52,337	53,39	52,5356	195,28	204,46	206,44	202,06
74	56,01	57,508	58,51	57,3426	210,28	211,2	215,66	212,38
75	66,85	67,297	68,72	67,6224	208,86	210,19	214,91	211,32
76	34,57	34,635	37,15	35,4518	99,41	101,87	111,53	104,27

№ п/п	Масса семянков в одной корзинке $m_{\text{сем}}$				Масса срезаемого стебля $m_{\text{раст}}$			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
77	63,64	65,81	65,49	64,98	212,72	216,34	220,74	216,60
78	58,27	58,721	60,56	59,1838	226,14	226,12	230,63	227,63
79	43,51	44,994	44,57	44,358	143,71	151,09	148,78	147,86
80	63,70	64,067	66,80	64,8556	221,37	221,88	227,67	223,64
81	74,13	75,297	75,58	75,0024	226,43	225,9	229,51	227,28
83	60,62	59,992	63,19	61,2672	185,60	190,94	197,84	191,46
84	60,33	58,969	61,83	60,3764	215,52	214,68	216,69	215,63
85	42,49	44,878	44,50	43,956	161,54	162,63	164,23	162,80
86	71,56	69,939	73,16	71,553	207,51	213,01	210,83	210,45
87	76,58	76,502	78,22	77,1008	239,33	240,89	242,60	240,94
88	50,98	49,984	52,93	51,298	195,02	191,13	205,75	197,30
89	46,11	44,264	50,94	47,1047	158,76	165,57	162,96	162,43
90	60,44	59,439	60,36	60,0796	213,89	210,96	218,86	214,57
91	65,35	65,735	68,18	66,4216	235,97	232,12	243,57	237,22
92	59,87	60,615	61,96	60,815	239,49	245,7	244,59	243,26
93	78,60	77,733	80,97	79,101	234,17	242,56	242,37	239,70
94	70,77	72,253	72,43	71,8177	231,50	227,9	235,61	231,67
95	40,20	40,509	41,08	40,5964	153,09	154,74	160,59	156,14
96	75,76	76,248	77,85	76,6194	230,92	231,29	234,33	232,18
97	68,26	69,077	70,92	69,419	196,73	192,99	205,30	198,34
98	59,12	59,905	60,75	59,925	238,92	235,64	244,54	239,70
99	62,24	62,935	65,06	63,4116	222,30	229,55	227,56	226,47
100	61,48	63,406	64,56	63,1488	192,12	199,1	200,80	197,34
Математическое ожидание $\mu$				55,2				187,5
Среднеквадратичное отклонение $\sigma$				54,7				188,1

Результаты опытов по определению геометрических размеров  
крупных и мелких сорных примесей

№ п/п	Длина мелких сорных примесей $Q_m$ , мм				Длина крупных сорных примесей $Q_k$ , мм			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
1	3,3	3,3	3,6	3,4	11,35	11,33	11,4	11,36
2	1,9	2,1	2,3	2,1	16,45	16,46	16,5	16,47
3	1,6	1,8	1,7	1,7	10,31	10,3	10,41	10,34
4	1,5	1,8	1,8	1,7	10,18	10,2	10,25	10,21
5	3,8	3,7	3,6	3,7	15,58	15,59	15,63	15,60
6	0,2	0,38	0,32	0,3	11,3	11,44	11,4	11,38
7	8,5	8,35	8,35	8,4	12,75	12,88	12,8	12,81
8	3,25	3,05	3,3	3,2	13,83	13,84	13,7	13,79
9	0,8	0,9	1,0	0,9	10,6	10,73	10,77	10,70
10	6,9	7,05	7,05	7	13,3	13,3	13,21	13,27
11	2,75	2,75	2,6	2,7	14,69	14,69	14,75	14,71
12	6,5	6,7	6,6	6,6	10,4	10,5	10,54	10,48
13	3,55	3,55	3,7	3,6	12,67	12,64	12,7	12,67
14	1,5	1,4	1,3	1,4	19,4	19,52	19,55	19,49
15	1,05	1,05	1,2	1,1	11,35	11,36	11,49	11,40
16	5	5,6	5,9	5,5	11,7	11,72	11,8	11,74
17	3,9	4,05	4,05	4	12,95	13	12,87	12,94
18	7,3	6,9	7,1	7,1	15,7	15,74	15,78	15,74
19	4,45	4,45	4,6	4,5	16,1	16,16	16,25	16,17
20	1,65	0,39	1,56	1,2	10,2	10,15	10,07	10,14
21	8,95	8,95	9,1	9	13,1	13,09	13,2	13,13
22	0,31	0,39	0,5	0,4	12,9	12,91	12,95	12,92
23	6,3	6,22	6,08	6,2	14,04	14,03	14,17	14,08
24	4,85	4,81	4,74	4,8	11,6	11,68	11,7	11,66
25	2,73	2,92	2,75	2,8	13,2	13,23	13,11	13,18

## Продолжение приложения 8

№ п/п	Длина мелких сорных примесей $Q_m$ , мм				Длина крупных сорных примесей $Q_k$ , мм			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
26	3,5	3,6	3,7	3,6	13,3	13,33	13,39	13,34
27	8,55	8,61	8,64	8,6	12,7	12,72	12,8	12,74
28	8,9	9,05	9,05	9	11,57	11,67	11,65	11,63
29	2,8	2,9	3,0	2,9	15,9	15,92	16,0	15,94
30	5,1	5,25	5,25	5,2	14,8	14,73	14,72	14,75
31	2,83	2,87	3,0	2,9	14,1	14,06	14,05	14,07
32	2,6	2,45	2,45	2,5	18,38	18,38	18,44	18,40
33	7,84	7,78	7,78	7,8	11,10	11,18	11,23	11,17
34	3,26	3,33	3,31	3,3	17,10	17,12	17,23	17,15
35	1,07	1,11	1,12	1,1	12,5	12,53	12,56	12,53
36	6,88	6,9	6,92	6,9	17,47	17,52	17,6	17,53
37	2,07	2,09	2,14	2,1	10,19	10,12	10,2	10,17
38	6,67	6,68	6,75	6,7	12,8	12,88	12,96	12,88
39	2,55	2,62	2,63	2,6	15,0	15,04	15,11	15,05
40	1,34	1,44	1,42	1,4	11,5	11,63	11,64	11,59
41	5,07	5,05	5,18	5,1	10,9	11,06	10,95	10,97
42	1,3	1,26	1,34	1,3	10,8	10,86	10,92	10,86
43	3,55	3,58	3,67	3,6	15,9	15,82	15,83	15,85
44	8,46	8,51	8,53	8,5	18,7	18,69	18,8	18,73
45	0,54	0,61	0,65	0,6	11,5	11,61	11,6	11,57
46	9,15	9,22	9,23	9,2	11,4	11,36	11,5	11,42
47	5,58	5,58	5,64	5,6	17,1	17,07	17,01	17,06
48	1,17	1,23	1,2	1,2	18,5	18,63	18,61	18,58
49	5,98	5,92	6,1	6	11,4	11,51	11,53	11,48
50	2,43	2,56	2,51	2,5	19,58	19,67	19,64	19,63
51	0,95	0,98	1,07	1	15,7	15,77	15,78	15,75

## Продолжение приложения 8

№ п/п	Длина мелких сорных примесей $Q_m$ , мм				Длина крупных сорных примесей $Q_k$ , мм			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
52	6,55	6,61	6,64	6,6	14,45	14,38	14,37	14,40
53	3,96	3,87	3,87	3,9	15,62	15,72	15,7	15,68
54	2,58	2,61	2,61	2,6	15,75	15,74	15,7	15,73
55	3,67	3,71	3,72	3,7	12,9	13,03	12,95	12,96
56	3,75	3,85	3,8	3,8	16,93	17,04	17,0	16,99
57	8,77	8,8	8,83	8,8	12,6	12,63	12,54	12,59
58	0,28	0,3	0,32	0,3	17,3	17,32	17,4	17,34
59	9,56	9,6	9,64	9,6	20,8	20,88	20,87	20,85
60	1,46	1,49	1,55	1,5	12,16	12,18	12,2	12,18
61	7,8	7,87	7,73	7,8	12,05	12,12	12,1	12,09
62	0,33	0,46	0,41	0,4	14,93	14,99	14,99	14,97
63	0,62	0,75	0,73	0,7	15,0	14,96	15,1	15,02
64	5,87	5,9	5,93	5,9	14,5	14,53	14,59	14,54
65	2,85	2,95	2,9	2,9	15,1	15,18	15,2	15,16
66	1,59	1,51	1,7	1,6	17,2	17,18	17,13	17,17
67	0,4	0,57	0,53	0,5	14,6	14,55	14,56	14,57
68	2,67	2,71	2,72	2,7	14,4	14,42	14,38	14,40
69	3,78	3,79	3,83	3,8	17,7	17,68	17,78	17,72
70	1,05	1,14	1,11	1,1	10,27	10,31	10,32	10,30
71	5,28	5,27	5,35	5,3	10,55	10,65	10,63	10,61
72	0,37	0,43	0,4	0,4	16,9	16,97	16,98	16,95
73	1,25	1,34	1,31	1,3	12,7	12,73	12,76	12,73
74	0,58	0,59	0,63	0,6	15,84	15,84	15,9	15,86
75	5,56	5,56	5,68	5,6	10,15	10,19	10,2	10,18
76	4,55	4,63	4,62	4,6	18,9	18,86	18,97	18,91
77	3,57	3,61	3,62	3,6	10,7	10,66	10,74	10,70

№ п/п	Длина мелких сорных примесей $Q_m$ , мм				Длина крупных сорных примесей $Q_k$ , мм			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
78	2,86	2,89	2,95	2,9	11,44	11,42	11,49	11,45
79	2,45	2,46	2,59	2,5	11,32	11,33	11,4	11,35
80	9,06	9,07	9,17	9,1	12,28	12,31	12,31	12,30
81	5,3	5,47	5,43	5,4	17,54	17,52	17,59	17,55
82	2,06	2,1	2,14	2,1	16,9	16,84	16,99	16,91
83	1,48	1,5	1,52	1,5	17,85	17,85	17,91	17,87
84	4,9	5,05	5,05	5	14,7	14,66	14,74	14,70
85	6,88	6,89	6,93	6,9	17,1	17,09	17,05	17,08
86	2,68	2,71	2,71	2,7	13,72	13,76	13,8	13,76
87	3,3	3,44	3,46	3,4	19,2	19,22	19,15	19,19
88	1,5	1,46	1,54	1,5	11,8	11,88	11,9	11,86
89	4,65	4,74	4,71	4,7	12,98	12,85	12,9	12,91
90	7,68	7,67	7,75	7,7	10,6	10,67	10,71	10,66
91	3,6	3,78	3,72	3,7	11,34	11,33	11,38	11,35
92	4,67	4,72	4,71	4,7	12,4	12,36	12,5	12,42
93	7,75	7,83	7,82	7,8	11,0	10,96	11,1	11,02
94	0,85	0,89	0,96	0,9	13,88	13,84	13,8	13,84
95	2,36	2,39	2,45	2,4	16,12	16,12	16,21	16,15
96	2,6	2,64	2,56	2,6	10,83	10,85	10,9	10,86
97	5,34	5,38	5,48	5,4	15,33	15,41	15,4	15,38
98	8,34	8,44	8,42	8,4	11,31	11,38	11,39	11,36
99	2,09	2,07	2,14	2,1	16,4	16,5	16,51	16,47
100	1,65	1,75	1,7	1,7	11,40	11,32	11,30	11,34
Математическое ожидание $\mu$				3,93				13,86
Среднеквадратичное отклонение $\sigma$				3,89				13,95

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта «Саратовский-20» через решето с регулируемыми отверстиями

Исходные данные:  $Q_1 = 12 \%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$ .

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	1,5	91,1	86,5	1,2975	1,32	4,45	4,65	4,7	4,6	0,069	4,62 (4,86)	
2	1,5	2,0	2,5	90	85,5	1,2825	1,32	4,4	4,55	4,55	4,5	0,0675	4,41 (4,45)	
3	1,5	2,5	4	88,1	84	1,26	1,32	3,95	4,05	4,3	4,1	0,0615	4,2 (4,15)	
4	1,5	3,0	5	86,97	83	1,245	1,32	3,8	3,96	4,15	3,97	0,0595	3,95 (3,66)	
5	2,0	1,5	2,2	90,5	85,8	1,716	1,76	4,5	4,72	4,88	4,7	0,094	4,72 (5,08)	
6	2,0	2,0	3,7	88,95	84,3	1,686	1,76	4,45	4,7	4,8	4,65	0,093	4,55 (4,77)	
7	2,0	2,5	4,3	87,9	83,7	1,674	1,76	4,0	4,25	4,35	4,2	0,084	4,3 (4,37)	
8	2,0	3,0	6,1	85,95	81,9	1,638	1,76	3,9	4,05	4,2	4,05	0,081	4,0 (3,88)	

## Продолжение приложения 9

9	2,5	1,5	3,5	89,7	84,5	2,1125	2,2	5,0	5,23	5,37	5,2	0,13	5,21 (5,89)
10	2,5	2,0	5,5	87,5	82,5	2,0625	2,2	4,94	4,96	5,1	5,0	0,125	5,0 (5,59)
11	2,5	2,5	7	85,8	81	2,025	2,2	4,65	4,7	5,05	4,8	0,12	4,8 (5,2)
12	2,5	3,0	8,5	84,1	79,5	1,9875	2,2	4,55	4,55	4,7	4,6	0,115	4,6 (4,73)
13	3,0	1,5	6	88,5	82	2,46	2,64	6,3	6,7	6,5	6,5	0,195	6,52 (6,64)
14	3,0	2,0	7,7	86,5	80,3	2,409	2,64	6,05	6,15	6,4	6,2	0,186	6,16 (6,34)
15	3,0	2,5	9	84,6	79	2,37	2,64	5,5	5,45	5,85	5,6	0,168	6,64 (5,97)
16	3,0	3,0	11	82,2	77	2,31	2,64	5,15	5,02	5,43	5,2	0,156	5,18 (5,51)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$ 

№ опы-та	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		у $Q_2$
1	1,5	1,5	3	89,2	85	1,275	1,32	3,8	4,4	4,4	4,2	0,063	4,18 (4,23)	
2	1,5	2,0	4,2	87,6	83,8	1,257	1,32	3,5	3,85	4,05	3,8	0,057	3,85 (3,91)	
3	1,5	2,5	5,5	85,9	82,5	1,2375	1,32	3,1	3,45	3,65	3,4	0,051	3,35 (3,5)	
4	1,5	3,0	7	83,7	81	1,215	1,32	2,55	2,4	3,15	2,7	0,0405	2,71 (3,01)	
5	2,0	1,5	3,3	89	84,7	1,694	1,76	4,1	4,25	4,55	4,3	0,086	4,28 (4,41)	
6	2,0	2,0	5,5	86,4	82,5	1,65	1,76	3,7	3,8	4,2	3,9	0,078	3,96 (4,09)	
7	2,0	2,5	6,8	84,8	81,2	1,624	1,76	3,3	3,75	3,75	3,6	0,072	3,65 (3,69)	
8	2,0	3,0	7,5	83,5	80,5	1,61	1,76	2,85	2,95	3,2	3,0	0,06	3,02 (3,19)	
9	2,5	1,5	5	87,6	83	2,075	2,2	4,5	4,47	4,83	4,6	0,115	4,61 (4,69)	
10	2,5	2,0	7,4	84,7	80,6	2,015	2,2	3,91	4,09	4,3	4,1	0,1025	4,1 (4,39)	
11	2,5	2,5	8,5	83,2	79,5	1,9875	2,2	3,63	3,62	3,85	3,7	0,0925	3,7 (4,0)	
12	2,5	3,0	10	81,4	78	1,95	2,2	3,0	3,6	3,6	3,4	0,085	3,41 (3,52)	
13	3,0	1,5	7	85,9	81	2,43	2,64	4,8	4,75	5,15	4,9	0,147	4,9 (5,28)	

## Продолжение приложения 9

14	3,0	2,0	8,6	83,95	79,4	2,382	2,64	4,4	4,52	4,73	4,55	0,1365	4,55 (4,99)
15	3,0	2,5	10	82,3	78	2,34	2,64	4,0	4,4	4,5	4,3	0,129	4,3 (4,61)
16	3,0	3,0	11,5	80,65	76,5	2,295	2,64	3,9	4,22	4,33	4,15	0,1245	4,15 (4,15)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$ 

№ опы-та	Подача вороха под-солнеч-ника $q$ , кг/с	Скорость воздуш-ного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в про-ходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчёт-ное
			%		кг			%	%	%	%	кг	%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	$Y_{Q_2}$
1	1,5	1,5	4	88,1	84	1,26	1,32	3,85	4,25	4,2	4,1	0,0615	4,1 (3,54)
2	1,5	2,0	5,9	85,5	82,1	1,2315	1,32	3,05	3,6	3,55	3,4	0,051	3,4 (3,22)
3	1,5	2,5	7	83,8	81	1,215	1,32	2,6	2,7	3,1	2,8	0,042	2,8 (2,8)
4	1,5	3,0	9	81,3	79	1,185	1,32	2,1	2,35	2,45	2,3	0,0345	2,3 (2,3)
5	2,0	1,5	5,5	86,75	82,5	1,65	1,76	4,2	4,05	4,5	4,25	0,085	4,26 (3,72)
6	2,0	2,0	7,3	84,25	80,7	1,614	1,76	3,3	3,65	3,7	3,55	0,071	3,54 (3,4)
7	2,0	2,5	9,1	81,86	78,9	1,578	1,76	2,7	2,98	3,2	2,96	0,0592	2,98 (2,99)
8	2,0	3,0	10,3	80,3	77,7	1,554	1,76	2,5	2,43	2,87	2,6	0,052	2,61 (2,48)
9	2,5	1,5	6,2	86,25	81,8	2,045	2,2	4,35	4,3	4,7	4,45	0,1115	4,44 (3,79)
10	2,5	2,0	9,4	82,5	78,6	1,965	2,2	3,6	4,1	4,0	3,9	0,0975	3,96 (3,48)
11	2,5	2,5	11	80,6	77	1,925	2,2	3,5	3,43	3,87	3,6	0,09	3,54 (3,08)
12	2,5	3,0	12,5	78,6	75,5	1,8875	2,2	3,0	3,05	3,25	3,1	0,0775	3,13 (2,59)
13	3,0	1,5	8	84,6	80	2,4	2,64	4,4	4,6	4,8	4,6	0,138	4,58 (4,01)

## Продолжение приложения 9

14	3,0	2,0	12,1	80,2	75,9	2,277	2,64	4,15	4,25	4,5	4,3	0,129	4,33 (3,71)
15	3,0	2,5	13,5	78,5	74,5	2.235	2,64	3,9	3,74	4,36	4,0	0,12	3,97 (3,33)
16	3,0	3,0	15	76,5	73	2,19	2,64	3,42	3,48	3,6	3,5	0,105	3,5 (2,85)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$ 

№ опы-та	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Рас-чётное
			%			кг		%	%	%	%	кг	%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	$y_{Q_2}$
1	1,5	1,5	5,5	85,2	82,5	1,2375	1,32	2,55	2,75	2,8	2,7	0,0405	2,72 (2,76)
2	1,5	2,0	7	83,5	81	1,215	1,32	2,2	2,53	2,77	2,5	0,0375	2,49 (2,42)
3	1,5	2,5	8,5	81,7	79,5	1,1925	1,32	2,0	2,3	2,3	2,2	0,033	2,23 (1,99)
4	1,5	3,0	10,4	79,5	77,6	1,164	1,32	1,56	2,04	2,1	1,9	0,0285	1,89 (1,67)
5	2,0	1,5	7	83,95	81	1,62	1,76	2,6	2,9	3,35	2,95	0,059	2,95 (2,94)
6	2,0	2,0	9	81,7	79	1,58	1,76	2,4	2,58	3,12	2,7	0,054	2,69 (2,61)
7	2,0	2,5	10,5	79,85	77,5	1,55	1,76	2,05	2,4	2,6	2,35	0,047	2,36 (2,18)
8	2,0	3,0	11,5	78,55	76,5	1,53	1,76	1,7	2,0	2,45	2,05	0,041	2,05 (1,86)
9	2,5	1,5	8	83,15	80	2	2,2	2,9	3,05	3,5	3,15	0,0787 5	3,15 (3,04)
10	2,5	2,0	9,6	81,2	78,4	1,96	2,2	2,7	2,82	2,88	2,8	0,07	2,82 (2,72)
11	2,5	2,5	11	79,5	77	1,925	2,2	2,35	2,55	2,6	2,5	0,0625	2,49 (2,3)
12	2,5	3,0	12,5	77,7	75,5	1,8875	2,2	1,9	2,2	2,5	2,2	0,055	2,21 (1,99)
13	3,0	1,5	14	77,5	74	2,22	2,64	3,1	3,7	3,7	3,5	0,105	3,5 (3,12)
14	3,0	2,0	16	75,1	72	2,16	2,64	2,88	3,02	3,4	3,1	0,093	3,08 (2,81)
15	3,0	2,5	17,5	73,2	70,5	2,115	2,64	2,45	2,65	3,0	2,7	0,081	2,72 (2,41)
16	3,0	3,0	19	71,45	69	2,07	2,64	2,37	1,37	3,61	2,45	0,0735	2,44 (2,1)

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания сорных примесей в проходе вороха подсолнечника сорта «Лакомка» через решето с регулируемыми отверстиями

Исходные данные:  $Q_1 = 12 \%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$   
Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	2	90,4	86	1,29	1,32	4,2	4,45	4,55	4,4	0,066	4,43 (4,82)	
2	1,5	2,0	3	89,33	85	1,275	1,32	4,1	4,44	4,45	4,33	0,0649	4,25 (4,50)	
3	1,5	2,5	4,5	87,4	83,5	1,2525	1,32	3,75	3,85	4,1	3,9	0,0585	4,0 (4,10)	
4	1,5	3,0	6,2	85,56	81,8	1,227	1,32	3,5	3,87	3,91	3,76	0,0564	3,75 (3,61)	
5	2,0	1,5	2,9	89,6	85,1	1,702	1,76	4,25	4,65	4,6	4,5	0,09	4,52 (5,03)	
6	2,0	2,0	4,7	87,65	83,3	1,667	1,76	4,1	4,5	4,45	4,35	0,087	4,3 (4,72)	
7	2,0	2,5	5,3	86,7	82,7	1,654	1,76	3,8	4,05	4,15	4,0	0,08	4,09 (4,32)	
8	2,0	3,0	7	84,91	81	1,62	1,76	3,75	3,88	4,1	3,91	0,0782	3,9 (3,83)	
9	2,5	1,5	4	89	84	2,1	2,2	4,9	4,7	5,4	5,0	0,125	5,01 (5,84)	
10	2,5	2,0	6,4	86,43	81,6	2,04	2,2	4,54	4,85	5,1	4,83	0,12075	4,8 (5,54)	
11	2,5	2,5	8	84,6	80	2	2,2	4,4	4,65	4,75	4,6	0,115	4,64 (5,15)	

## Продолжение приложения 9

12	2,5	3,0	10	82,5	78	1,95	2,2	4,3	4,6	4,6	4,5	0,1125	4,5 (4,68)
13	3,0	1,5	6,5	87,93	81,5	2,445	2,64	6,3	6,09	6,9	6,43	0,1929	6,46 (6,59)
14	3,0	2,0	8,7	85,27	79,3	2,379	2,64	5,7	6,06	6,15	5,97	0,1791	5,88 (6,30)
15	3,0	2,5	10	83,3	78	2,34	2,64	5,05	5,35	5,5	5,3	0,159	5,4 (5,92)
16	3,0	3,0	11,5	81,65	76,5	2,295	2,64	4,85	5,2	5,4	5,15	0,1545	5,11 (5,47)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$ 

№ опыта	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		у $Q_2$
1	1,5	1,5	3,5	88,25	84,5	1,2675	1,32	3,6	3,81	3,84	3,75	0,0562	3,75 (4,19)	
2	1,5	2,0	4,8	86,5	83,2	1,248	1,32	3,05	3,45	3,4	3,3	0,0495	3,32 (3,87)	
3	1,5	2,5	6,2	84,7	81,8	1,227	1,32	2,75	2,85	3,1	2,9	0,0435	2,88 (3,46)	
4	1,5	3,0	7,3	83,13	80,7	1,2105	1,32	2,3	2,47	2,52	2,43	0,0364	2,43 (2,97)	
5	2,0	1,5	4,3	87,5	83,7	1,674	1,76	3,55	3,95	3,9	3,8	0,076	3,79 (4,37)	
6	2,0	2,0	6	85,43	82	1,64	1,76	3,4	3,24	3,65	3,43	0,0686	3,46 (4,05)	
7	2,0	2,5	7,5	83,6	80,5	1,61	1,76	3,0	2,9	3,4	3,1	0,062	3,08 (3,65)	
8	2,0	3,0	8,5	82,07	79,5	1,59	1,76	2,4	2,71	2,6	2,57	0,0514	2,57 (3,15)	
9	2,5	1,5	6	85,95	82	2,05	2,2	3,85	3,8	4,2	3,95	0,0987	3,95 (4,66)	
10	2,5	2,0	7,9	83,82	80,1	2,0025	2,2	3,5	3,83	3,83	3,72	0,093	3,77 (4,35)	
11	2,5	2,5	9	82,58	79	1,975	2,2	3,3	3,74	3,7	3,58	0,0895	3,55 (3,96)	
12	2,5	3,0	10,5	80,8	77,5	1,9375	2,2	2,98	3,57	3,35	3,3	0,0825	3,34 (3,48)	
13	3,0	1,5	8	84,6	80	2,4	2,64	4,5	4,55	4,75	4,6	0,138	4,6 (5,24)	

## Продолжение приложения 9

14	3,0	2,0	9,3	83,08	78,7	2,361	2,64	4,25	4,39	4,5	4,38	0,1314	4,39 (4,95)
15	3,0	2,5	11	81,22	77	2,31	2,64	4,0	4,26	4,4	4,22	0,1266	4,21 (4,57)
16	3,0	3,0	13	79,05	75	2,25	2,64	3,85	4,1	4,2	4,05	0,1215	4,06 (4,11)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$ 

№ опыта	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		у $Q_2$
1	1,5	1,5	5	86,6	83	1,245	1,32	3,5	3,55	3,75	3,6	0,054	3,62 (3,5)	
2	1,5	2,0	6,1	85,1	81,9	1,2285	1,32	3,1	3,1	3,4	3,2	0,048	3,14 (3,18)	
3	1,5	2,5	9	81,65	79	1,185	1,32	2,45	2,63	2,87	2,65	0,0397	2,7 (2,77)	
4	1,5	3,0	10	80,24	78	1,17	1,32	2,1	2,27	2,35	2,24	0,0336	2,23 (2,26)	
5	2,0	1,5	5,9	85,88	82,1	1,642	1,76	3,55	3,89	3,9	3,78	0,0756	3,78 (3,69)	
6	2,0	2,0	7,6	83,68	80,4	1,608	1,76	3,05	3,34	3,45	3,28	0,0656	3,31 (3,37)	
7	2,0	2,5	9,8	81,05	78,2	1,564	1,76	2,7	2,95	2,9	2,85	0,057	2,82 (2,95)	
8	2,0	3,0	11	79,35	77	1,54	1,76	2,2	2,25	2,6	2,35	0,047	2,35 (2,45)	
9	2,5	1,5	7	84,9	81	2,025	2,2	3,65	3,9	4,15	3,9	0,0975	3,89 (3,76)	
10	2,5	2,0	10,4	81,1	77,6	1,94	2,2	3,3	3,6	3,6	3,50	0,0875	3,58 (3,45)	
11	2,5	2,5	12	79,25	76	1,9	2,2	3,0	3,35	3,4	3,25	0,0812	3,21 (3,05)	
12	2,5	3,0	14	76,82	74	1,85	2,2	2,73	2,69	3,04	2,82	0,0705	2,84 (2,56)	
13	3,0	1,5	9	83,3	79	2,37	2,64	4,15	4,24	4,51	4,3	0,129	4,28 (3,98)	

## Продолжение приложения 9

14	3,0	2,0	12,6	79,57	75,4	2,262	2,64	4,0	4,21	4,3	4,17	0,1251	4,2 (3,68)
15	3,0	2,5	14	77,86	74	2,22	2,64	3,7	3,78	4,1	3,86	0,1158	3,83 (3,29)
16	3,0	3,0	15,5	75,7	72,5	2,175	2,64	2,95	3,37	3,28	3,2	0,096	3,21 (2,82)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$ 

№ опы- та	Подача вороха под- солнеч- ника $q$ , кг/с	Скорость воздуш- ного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в про- ходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчёт- ное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	9	81,5	79	1,185	1,32	2,35	2,55	2,6	2,5	0,0375	2,49 (2,73)	
2	1,5	2,0	10,1	80,1	77,9	1,1685	1,32	2,1	2,04	2,46	2,2	0,033	2,25 (2,4)	
3	1,5	2,5	13	76,95	75	1,125	1,32	1,8	2	2,05	1,95	0,0292	1,9 (1,97)	
4	1,5	3,0	14	75,5	74	1,11	1,32	1,4	1,45	1,65	1,5	0,0225	1,51 (1,64)	
5	2,0	1,5	10	80,8	78	1,56	1,76	2,65	2,85	2,9	2,8	0,056	2,8 (2,92)	
6	2,0	2,0	11,9	78,55	76,1	1,522	1,76	2,2	2,6	2,55	2,45	0,049	2,45 (2,58)	
7	2,0	2,5	13,6	76,55	74,4	1,488	1,76	2,0	2,15	2,3	2,15	0,043	2,15 (2,16)	
8	2,0	3,0	15	74,9	73	1,46	1,76	1,85	1,75	2,1	1,9	0,038	1,9 (1,83)	
9	2,5	1,5	12	79,1	76	1,9	2,2	3,0	3	3,3	3,1	0,0775	3,11 (3,01)	
10	2,5	2,0	14,9	75,8	73,1	1,8275	2,2	2,6	2,75	2,75	2,7	0,0675	2,71 (2,69)	
11	2,5	2,5	16	74,4	72	1,8	2,2	2,05	2,64	2,51	2,4	0,06	2,38 (2,28)	
12	2,5	3,0	17,5	72,66	70,5	1,7625	2,2	1,95	2,28	2,25	2,16	0,054	2,16 (1,96)	
13	3,0	1,5	14	77,3	74	2,22	2,64	3,1	3,35	3,45	3,3	0,099	3,25 (3,1)	
14	3,0	2,0	16,8	74	71,2	2,136	2,64	2,7	2,75	2,95	2,8	0,084	2,88 (2,79)	

## Продолжение приложения 9

15	3,0	2,5	19	71,65	69	2,07	2,64	2,55	2,6	2,8	2,65	0,0795	2,59 (2,38)
16	3,0	3,0	21	69,4	67	2,01	2,64	2,4	2,17	2,63	2,4	0,072	2,43 (2,08)

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания сорных примесей в ворохе подсолнечника сорта «Донской» через решето с регулируемым отверстиями

Исходные данные:  $Q_1 = 12 \%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$   
Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	0,5	92,3	87,5	1,3125	1,32	4,55	4,95	4,9	4,8	0,072	5,22 (4,85)	
2	1,5	2,0	1,4	91,3	86,6	1,299	1,32	4,48	4,77	4,85	4,7	0,0705	4,6 (4,91)	
3	1,5	2,5	2,6	89,6	85,4	1,281	1,32	3,95	4,25	4,4	4,2	0,063	4,31 (4,51)	
4	1,5	3,0	3,5	88,6	84,5	1,2675	1,32	3,8	4,25	4,25	4,1	0,0615	4,08 (4,02)	
5	2,0	1,5	1,5	91,4	86,5	1,73	1,76	4,75	4,75	5,2	4,9	0,098	4,93 (5,44)	
6	2,0	2,0	3,0	89,8	85	1,7	1,76	4,5	4,85	5,05	4,8	0,096	4,74 (5,13)	
7	2,0	2,5	3,5	88,9	84,5	1,69	1,76	4,1	4,55	4,55	4,4	0,088	4,48 (4,72)	
8	2,0	3,0	5,0	87,2	83	1,66	1,76	3,9	4,35	4,35	4,2	0,084	4,18 (4,24)	
9	2,5	1,5	2,5	90,9	85,5	2,1375	2,2	5,15	5,35	5,7	5,4	0,135	5,43 (6,23)	
10	2,5	2,0	4,0	89,65	84	2,1	2,2	5,45	5,6	5,9	5,65	0,1412	5,42 (5,93)	
11	2,5	2,5	5,5	87,5	82,5	2,0625	2,2	4,85	4,65	5,5	5,0	0,125	5,22 (5,55)	
12	2,5	3,0	6,5	86,35	81,5	2,0375	2,2	4,7	4,75	5,1	4,85	0,1212	4,79 (5,07)	

## Продолжение приложения 9

13	3,0	1,5	4,5	90,4	83,5	2,505	2,64	6,55	6,85	7,3	6,9	0,207	6,92 (6,97)
14	3,0	2,0	6,0	88,5	82	2,46	2,64	6,2	6,4	6,9	6,5	0,195	6,41 (6,68)
15	3,0	2,5	8,0	85,8	80	2,4	2,64	5,65	5,55	6,2	5,8	0,174	5,89 (6,3)
16	3,0	3,0	9,0	84,4	79	2,37	2,64	5,2	5,35	5,65	5,4	0,162	5,37 (5,84)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$ 

№ опы-та	Подача вороха подсолнечника $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в проходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Расчётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	2	90,4	86	1,29	1,32	4,1	4,45	4,65	4,4	0,066	4,38 (4,54)	
2	1,5	2,0	3,4	88,3	84,6	1,269	1,32	3,55	3,5	4,05	3,7	0,0555	3,78 (4,22)	
3	1,5	2,5	4,5	86,9	83,5	1,2525	1,32	3,2	3,5	3,5	3,4	0,051	3,3 (3,81)	
4	1,5	3,0	6	84,9	82	1,23	1,32	2,7	2,95	3,05	2,9	0,0435	2,93 (3,32)	
5	2,0	1,5	3	89,5	85	1,7	1,76	4,25	4,55	4,7	4,5	0,09	4,42 (4,72)	
6	2,0	2,0	4	87,95	84	1,68	1,76	3,6	4,05	4,2	3,95	0,079	4,1 (4,4)	
7	2,0	2,5	5,7	86,1	82,3	1,646	1,76	3,5	3,85	4,05	3,8	0,076	3,7 (3,99)	
8	2,0	3,0	7	84,2	81	1,62	1,76	2,9	3,3	3,4	3,2	0,064	3,25 (3,5)	
9	2,5	1,5	4	88,6	84	2,1	2,2	4,5	4,5	4,8	4,6	0,115	4,61 (4,99)	
10	2,5	2,0	5,7	86,45	82,3	2,0575	2,2	3,95	4,1	4,4	4,15	0,1037	4,2 (4,69)	
11	2,5	2,5	7,3	84,6	80,7	2,0175	2,2	3,7	3,9	4,1	3,9	0,0975	3,89 (4,3)	
12	2,5	3,0	8,5	83,2	79,5	1,9875	2,2	3,45	3,75	3,9	3,7	0,0925	3,72 (3,82)	
13	3,0	1,5	6	87,3	82	2,46	2,64	5,2	5,1	5,6	5,3	0,159	5,3 (5,57)	
14	3,0	2,0	7,2	85,5	80,8	2,424	2,64	4,55	4,58	4,97	4,7	0,141	4,71 (5,28)	

## Продолжение приложения 9

15	3,0	2,5	8,5	83,9	79,5	2,385	2,64	4,3	4,1	4,8	4,4	0,132	4,39 (4,9)
16	3,0	3,0	10,3	81,9	77,7	2,331	2,64	3,9	4,35	4,35	4,2	0,126	4,1 (4,43)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$ 

№ опы- та	Подача вороха под- солнеч- ника $q$ , кг/с	Скорость воздуш- ного потока $v_b$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в про- ходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_{24}$		Рас- чётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 +$ $+ Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	2,7	89,5	85,3	1,2795	1,32	3,9	4,35	4,35	4,2	0,063	4,21 (3,79)	
2	1,5	2,0	4,6	87	83,4	1,251	1,32	3,5	3,25	4,05	3,6	0,054	3,58 (3,47)	
3	1,5	2,5	6	84,9	82	1,23	1,32	2,7	2,7	3,3	2,9	0,0435	2,91 (3,06)	
4	1,5	3,0	7,5	82,95	80,5	1,2075	1,32	2,1	2,65	2,6	2,45	0,0367	2,42 (2,55)	
5	2,0	1,5	4	88,5	84	1,68	1,76	4,35	4,55	4,6	4,5	0,09	4,51 (3,98)	
6	2,0	2,0	6	85,75	82	1,64	1,76	3,5	3,85	3,9	3,75	0,075	3,61 (3,65)	
7	2,0	2,5	7,2	83,7	80,8	1,616	1,76	2,65	2,75	3,3	2,9	0,058	3,01 (3,24)	
8	2,0	3,0	8,8	81,95	79,2	1,584	1,76	2,5	2,65	3,1	2,75	0,055	2,74 (2,74)	
9	2,5	1,5	5	87,6	83	2,075	2,2	4,15	4,75	4,9	4,6	0,115	4,6 (4,04)	
10	2,5	2,0	7,7	84,4	80,3	2,0075	2,2	4,0	4	4,3	4,1	0,1025	4,18 (3,73)	
11	2,5	2,5	9	82,75	79	1,975	2,2	3,6	3,7	3,95	3,75	0,0937	3,71 (3,33)	
12	2,5	3,0	10,6	80,7	77,4	1,935	2,2	3,0	3,35	3,55	3,3	0,0825	3,31 (2,84)	
13	3,0	1,5	6,8	86,2	81,2	2,436	2,64	4,8	4,8	5,4	5,0	0,15	4,49 (4,25)	
14	3,0	2,0	10,6	82	77,4	2,322	2,64	4,15	4,85	4,8	4,6	0,138	4,63 (3,95)	

## Продолжение приложения 9

15	3,0	2,5	12	80,25	76	2,28	2,64	3,8	4,55	4,4	4,25	0,1275	4,2 (3,56)
16	3,0	3,0	13,6	78,1	74,4	2,232	2,64	3,6	3,55	3,95	3,7	0,111	3,7 (3,09)

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$ 

№ опы-та	Подача вороха под-солнеч-ника $q$ , кг/с	Скорость воздуш-ного потока $v_B$ , м/с	Ворох подсолнечника					Сорность в про-ходе $Q_2$ (y)			Среднее $Q_2$		Рас-чётное	
			%		кг			%	%	%	%	кг		%
			$x_1$	$x_2$	$q_3$	$q = q_2 + Q_2$	$q_2$	$q_2$	$q_1$	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3		y $Q_2$
1	1,5	1,5	4,6	86,3	83,4	1,251	1,32	2,65	2,95	3,1	2,9	0,0435	2,88 (2,95)	
2	1,5	2,0	6	84,4	82	1,23	1,32	2,1	2,45	2,65	2,4	0,036	2,45 (2,62)	
3	1,5	2,5	6,8	83,3	81,2	1,218	1,32	1,7	2,25	2,35	2,1	0,0315	2,05 (2,19)	
4	1,5	3,0	8	81,6	80	1,2	1,32	1,25	1,65	1,9	1,6	0,024	1,63 (1,86)	
5	2,0	1,5	5,6	85,6	82,4	1,648	1,76	2,8	3,4	3,4	3,2	0,064	3,2 (3,13)	
6	2,0	2,0	8	82,65	80	1,6	1,76	2,45	2,7	2,8	2,65	0,053	2,7 (2,8)	
7	2,0	2,5	9,2	81,1	78,8	1,576	1,76	1,95	2,45	2,5	2,3	0,046	2,26 (2,37)	
8	2,0	3,0	10,6	79,4	77,4	1,548	1,76	1,7	2,1	2,2	2,0	0,04	2,05 (2,05)	
9	2,5	1,5	7	84,4	81	2,025	2,2	3,25	3,15	3,8	3,4	0,085	3,41 (3,22)	
10	2,5	2,0	8,2	82,7	79,8	1,995	2,2	2,75	2,95	3,0	2,9	0,0725	2,9 (2,9)	
11	2,5	2,5	9,6	80,9	78,4	1,96	2,2	2,4	2,3	2,8	2,5	0,0625	2,5 (2,49)	
12	2,5	3,0	11,3	78,95	76,7	1,9175	2,2	2,0	2,35	2,4	2,25	0,0562	2,25 (2,17)	
13	3,0	1,5	12,8	78,65	75,2	2,256	2,64	3,3	3,3	3,75	3,45	0,1035	3,41 (3,3)	

## Продолжение приложения 9

14	3,0	2,0	14,5	76,4	73,5	2,205	2,64	2,8	2,85	3,05	2,9	0,087	3,0 (2,99)
15	3,0	2,5	16	74,8	72	2,16	2,64	2,45	2,8	3,15	2,8	0,084	2,65 (2,59)
16	3,0	3,0	17,4	73,15	70,6	2,118	2,64	2,5	2,45	2,7	2,55	0,0765	2,57 (2,28)

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Лакомка»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	1,8	1,7	2,5	2	2
2	1,5	2,0	2,9	2,9	3,2	3	3,07
3	1,5	2,5	4,4	4,2	4,9	4,5	4,43
4	1,5	3,0	6,0	6,1	6,5	6,2	6,29
5	2,0	1,5	3,1	3,1	2,5	2,9	3,0
6	2,0	2,0	4,5	4,6	5,0	4,7	4,4
7	2,0	2,5	5,1	5,1	5,7	5,3	5,62
8	2,0	3,0	6,8	6,8	7,4	7	6,95
9	2,5	1,5	3,7	4,1	4,2	4	4,05
10	2,5	2,0	6,2	6,1	6,9	6,4	6,3
11	2,5	2,5	7,9	7,6	8,5	8	8,12
12	2,5	3,0	10,5	9,7	9,8	10	9,95
13	3,0	1,5	6,2	6,7	6,6	6,5	6,55
14	3,0	2,0	8,4	8,7	9,0	8,7	8,6
15	3,0	2,5	10,1	9,2	10,7	10	10,14
16	3,0	3,0	11,3	11,4	11,8	11,5	11,16

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Лакомка»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	3,3	3,6	3,6	3,5	3,51
2	1,5	2,0	4,5	4,9	5,0	4,8	4,9
3	1,5	2,5	6,1	5,8	6,7	6,2	6,3
4	1,5	3,0	7,2	7,2	7,5	7,3	7,32
5	2,0	1,5	4,3	4,1	4,5	4,3	4,31
6	2,0	2,0	6,2	5,9	5,9	6	6,05
7	2,0	2,5	7,1	7,6	7,8	7,5	7,45
8	2,0	3,0	8,2	8,5	8,8	8,5	8,6
9	2,5	1,5	5,9	5,7	6,4	6	6,07
10	2,5	2,0	7,5	8	8,2	7,9	7,76
11	2,5	2,5	8,6	9,2	9,2	9	9,14
12	2,5	3,0	10,4	10,2	10,9	10,5	10,4
13	3,0	1,5	7,7	7,8	8,5	8,0	8,0
14	3,0	2,0	9,2	9,2	9,5	9,3	9,32
15	3,0	2,5	11,1	11,4	10,5	11	10,97
16	3,0	3,0	12,8	12,6	13,6	13	13,05

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Лакомка»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	4,9	4,9	5,2	5	4,85
2	1,5	2,0	6,0	5,8	6,5	6,1	6,6
3	1,5	2,5	8,8	8,5	9,7	9	8,5
4	1,5	3,0	9,9	9,9	10,2	10	10,15
5	2,0	1,5	5,5	6,1	6,1	5,9	5,88
6	2,0	2,0	7,7	7,8	7,3	7,6	7,8
7	2,0	2,5	9,5	9,8	10,1	9,8	9,64
8	2,0	3,0	10,8	10,6	11,6	11	11,12
9	2,5	1,5	6,8	7,1	7,1	7	7,09
10	2,5	2,0	10,3	10	10,9	10,4	10,17
11	2,5	2,5	11,8	11,7	12,5	12	12,14
12	2,5	3,0	13,6	14,1	14,3	14	13,9
13	3,0	1,5	9,1	9,1	8,8	9	9,1
14	3,0	2,0	12,5	12,4	12,9	12,6	12,3
15	3,0	2,5	13,6	14	14,4	14	14,31
16	3,0	3,0	15,3	15,4	15,8	15,5	15,4

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Лакомка»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	8,9	8,9	9,2	9	8,87
2	1,5	2,0	10,0	9,9	10,4	10,1	10,62
3	1,5	2,5	13,3	12,8	12,9	13	12,51
4	1,5	3,0	13,7	13,8	14,5	14	14,14
5	2,0	1,5	9,8	9,9	10,3	10	10,04
6	2,0	2,0	11,5	11,6	12,6	11,9	12,0
7	2,0	2,5	13,4	13,5	13,9	13,6	13,7
8	2,0	3,0	15	15,2	14,8	15	15,05
9	2,5	1,5	11,8	11,9	12,3	12	12,15
10	2,5	2,0	14,6	15	15,1	14,9	14,7
11	2,5	2,5	15,9	15,6	16,5	16	16,4
12	2,5	3,0	17,4	17,3	17,8	17,5	17,36
13	3,0	1,5	14,2	14,1	13,7	14	13,98
14	3,0	2,0	16,6	16,5	17,3	16,8	16,77
15	3,0	2,5	18,8	19,1	19,1	19	19,0
16	3,0	3,0	20,9	20,3	21,8	21	20,99

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Саратовский–20»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	1,4	1,4	1,7	1,5	1,4
2	1,5	2,0	2,3	2,6	2,6	2,5	2,6
3	1,5	2,5	3,8	4,1	4,1	4	3,9
4	1,5	3,0	4,9	4,8	5,3	5	5,07
5	2,0	1,5	2,1	2	2,5	2,2	2,29
6	2,0	2,0	3,9	3,6	3,6	3,7	3,45
7	2,0	2,5	4,4	4,4	4,1	4,3	4,62
8	2,0	3,0	5,8	6,3	6,2	6,1	6,1
9	2,5	1,5	3,4	3,4	3,7	3,5	3,5
10	2,5	2,0	5,2	5,7	5,6	5,5	5,46
11	2,5	2,5	6,9	6,7	7,4	7	7,3
12	2,5	3,0	8,6	8,8	8,1	8,5	8,48
13	3,0	1,5	5,7	5,9	6,4	6	6,1
14	3,0	2,0	7,8	8	7,3	7,7	7,6
15	3,0	2,5	8,9	8,9	9,2	9	9,11
16	3,0	3,0	10,7	10,8	11,5	11	10,98

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Саратовский–20»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	2,8	2,9	3,3	3	2,99
2	1,5	2,0	4,2	3,9	4,5	4,2	4,21
3	1,5	2,5	5,7	5,7	5,1	5,5	5,51
4	1,5	3,0	6,9	6,8	7,3	7	7
5	2,0	1,5	3,1	3,4	3,4	3,3	3,38
6	2,0	2,0	5,6	5,7	5,2	5,5	5,5
7	2,0	2,5	6,9	6,9	6,6	6,8	6,9
8	2,0	3,0	7,4	7,2	7,9	7,5	7,57
9	2,5	1,5	4,7	5	5,3	5	5,08
10	2,5	2,0	7,6	7,6	7,0	7,4	7,19
11	2,5	2,5	8,4	8,4	8,7	8,5	8,71
12	2,5	3,0	9,9	9,6	10,5	10	9,9
13	3,0	1,5	7,1	7,2	6,7	7	7,01
14	3,0	2,0	8,4	8,5	8,9	8,6	8,55
15	3,0	2,5	10,1	10,3	9,6	10	10,09
16	3,0	3,0	11,2	11,4	11,9	11,5	11,51

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Саратовский–20»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	3,9	3,7	4,4	4	4,1
2	1,5	2,0	5,9	6,3	5,5	5,9	5,7
3	1,5	2,5	6,9	6,8	7,3	7	7,22
4	1,5	3,0	9,2	9,1	8,7	9	8,97
5	2,0	1,5	5,3	5,4	5,8	5,5	5,51
6	2,0	2,0	7,2	7	7,7	7,3	7,4
7	2,0	2,5	9,0	8,8	9,5	9,1	9,02
8	2,0	3,0	10,4	10,4	10,1	10,3	10,39
9	2,5	1,5	6,0	6,1	6,5	6,2	6,24
10	2,5	2,0	9,5	9,6	9,1	9,4	9,22
11	2,5	2,5	11,3	11	10,7	11	11,2
12	2,5	3,0	12,4	12,3	12,8	12,5	12,4
13	3,0	1,5	7,8	7,7	8,5	8	8,07
14	3,0	2,0	11,9	12	12,4	12,1	11,72
15	3,0	2,5	13,4	13,2	13,9	13,5	13,95
16	3,0	3,0	15,2	15,2	14,6	15	14,9

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Саратовский–20»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	5,7	5,4	5,4	5,5	5,52
2	1,5	2,0	6,9	6,9	7,2	7	6,9
3	1,5	2,5	8,3	8,6	8,6	8,5	8,59
4	1,5	3,0	10,1	10,2	10,9	10,4	10,43
5	2,0	1,5	7,2	6,9	6,9	7	6,98
6	2,0	2,0	8,7	8,9	9,4	9	8,99
7	2,0	2,5	10,6	10,8	10,1	10,5	10,51
8	2,0	3,0	11,4	11,3	11,8	11,5	11,6
9	2,5	1,5	8,1	8,2	7,7	8	8
10	2,5	2,0	9,4	9,5	9,9	9,6	9,58
11	2,5	2,5	11,5	10,7	10,8	11	11
12	2,5	3,0	12,3	12,6	12,6	12,5	12,51
13	3,0	1,5	13,8	13,8	14,4	14	13,99
14	3,0	2,0	16,3	16,2	15,5	16	15,95
15	3,0	2,5	17,4	17,2	17,9	17,5	17,58
16	3,0	3,0	18,8	18,9	19,3	19	19

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Донской»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 1$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	0,3	0,4	0,8	0,5	0,46
2	1,5	2,0	1,5	1,5	1,2	1,4	1,5
3	1,5	2,5	2,4	2,7	2,7	2,6	2,5
4	1,5	3,0	3,3	3,3	3,9	3,5	3,54
5	2,0	1,5	1,6	1,8	1,1	1,5	1,6
6	2,0	2,0	2,9	2,7	3,4	3,0	2,64
7	2,0	2,5	3,2	3,7	3,6	3,5	3,76
8	2,0	3,0	5,4	5,1	4,5	5,0	4,9
9	2,5	1,5	2,2	2,4	2,9	2,5	2,49
10	2,5	2,0	3,8	4,1	4,1	4,0	4,1
11	2,5	2,5	5,6	5,6	5,3	5,5	5,4
12	2,5	3,0	6,3	6,3	6,9	6,5	6,51
13	3,0	1,5	4,0	4,4	5,1	4,5	4,4
14	3,0	2,0	5,6	6,1	6,3	6,0	6,22
15	3,0	2,5	7,7	7,8	8,5	8,0	7,78
16	3,0	3,0	9,2	8,9	8,9	9,0	9,1

## Продолжение приложения 10

Результаты экспериментальных исследований по определению содержания  
схода семян с решета сорта «Донской»

Исходные данные:  $Q_1 = 12\%$ ;  $Q_3 = Q_1 - Q_2 = 12 - Q_2$

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,85$

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	1,9	1,9	2,2	2	2,05
2	1,5	2,0	3,0	3,7	3,5	3,4	3,3
3	1,5	2,5	4,3	4,4	4,8	4,5	4,6
4	1,5	3,0	5,6	6,2	6,2	6	5,97
5	2,0	1,5	3,1	2,5	3,4	3	2,95
6	2,0	2,0	3,7	4,1	4,2	4	4,17
7	2,0	2,5	5,6	5,4	6,1	5,7	5,56
8	2,0	3,0	7,2	6,9	6,9	7	7,1
9	2,5	1,5	3,8	3,7	4,5	4	3,99
10	2,5	2,0	5,5	5,6	6,0	5,7	5,74
11	2,5	2,5	7,1	6,9	7,9	7,3	7,26
12	2,5	3,0	8,4	8,3	8,8	8,5	8,52
13	3,0	1,5	6,5	5,8	5,7	6,0	6,0
14	3,0	2,0	7,1	7	7,5	7,2	7,16
15	3,0	2,5	8,2	8,4	8,9	8,5	8,54
16	3,0	3,0	10,5	10,5	9,9	10,3	10,3

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,7$ 

№ опыта	Подача вороха подсолнечника, $q$ , кг/с	Скорость воздушного потока, $v_B$ , м/с	Сход с решета $q_3$ (%)			Среднее $q_3$	Расчетное
			%	%	%		
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	2,5	2,6	3,0	2,7	2,73
2	1,5	2,0	4,5	4,4	4,9	4,6	4,5
3	1,5	2,5	5,7	5,9	6,4	6	6,1
4	1,5	3,0	7,3	7,4	7,8	7,5	7,47
5	2,0	1,5	4,1	4,2	3,7	4	4,1
6	2,0	2,0	5,9	5,8	6,3	6	5,85
7	2,0	2,5	7,0	6,9	7,7	7,2	7,36
8	2,0	3,0	8,7	8,6	9,1	8,8	8,82
9	2,5	1,5	4,6	5,3	5,1	5	5,1
10	2,5	2,0	7,3	8	7,8	7,7	7,6
11	2,5	2,5	8,8	9,1	9,1	9	9,11
12	2,5	3,0	10,5	10,5	10,8	10,6	10,5
13	3,0	1,5	6,7	7,3	6,4	6,8	6,9
14	3,0	2,0	10,3	10,8	10,7	10,6	10,28
15	3,0	2,5	12,2	12,1	11,7	12	12,35
16	3,0	3,0	13,5	13,4	13,9	13,6	13,5

Коэффициент смещения отверстий  $\tau = 0,58$ 

			%	%	%	%	%
	$x_1$	$x_2$	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	$q_3$	$y$
1	1,5	1,5	4,4	4,7	4,7	4,6	4,7
2	1,5	2,0	6,1	6,1	5,8	6	5,9
3	1,5	2,5	6,5	6,9	7,0	6,8	6,92
4	1,5	3,0	7,9	7,7	8,4	8	7,95
5	2,0	1,5	5,3	5,8	5,7	5,6	5,72
6	2,0	2,0	7,9	7,6	8,5	8	7,9
7	2,0	2,5	9,0	9,1	9,5	9,2	9,4
8	2,0	3,0	10,7	10,1	11	10,6	10,5
9	2,5	1,5	7,2	7,3	6,5	7	7
10	2,5	2,0	8,1	7,9	8,6	8,2	8,22
11	2,5	2,5	9,5	9,4	9,9	9,6	9,61
12	2,5	3,0	11	11,2	11,7	11,3	11,36
13	3,0	1,5	12,5	12,9	13	12,8	12,78
14	3,0	2,0	14,4	14,3	14,8	14,5	14,5
15	3,0	2,5	15,7	16,1	16,2	16	16
16	3,0	3,0	17,3	17,1	17,8	17,4	17,42

Приложение 11

Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$

в проходе и сходе семян  $q_3$  подсолнечника «Лакомка»

от скорости воздушного потока  $U_в$

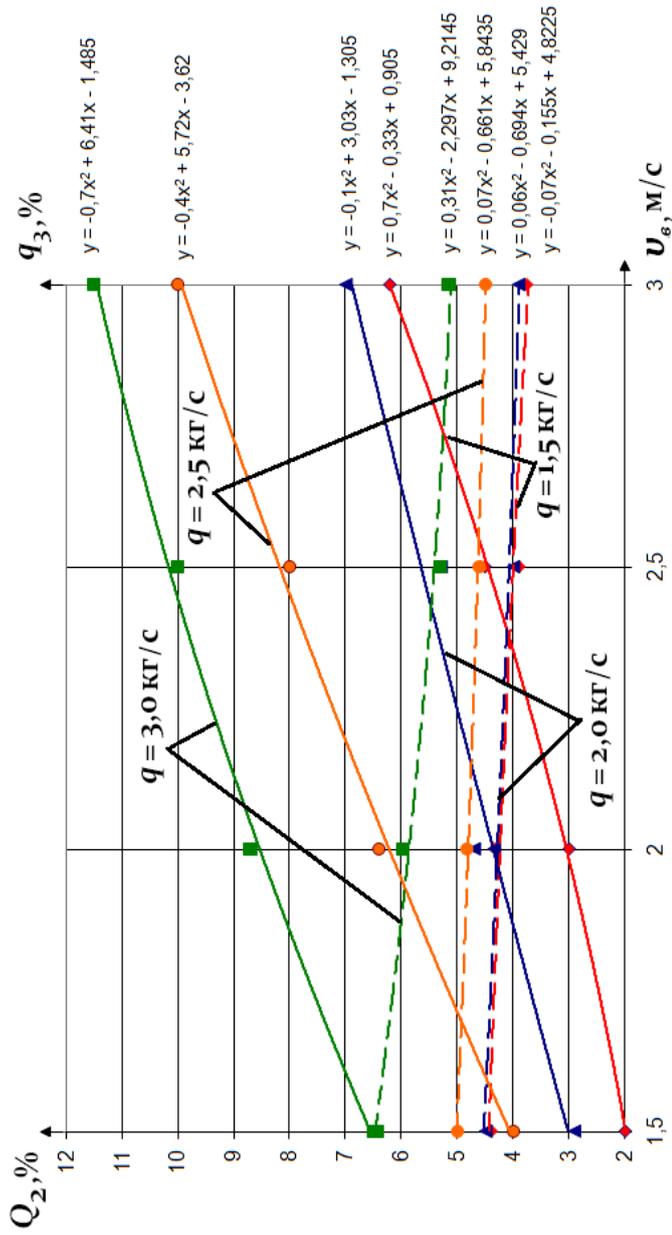


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и сходе семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $U_в$  при подаче  $q = 1.5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2.5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$

\_\_\_\_\_ – зависимости схода семян

----- – зависимости сорных примесей в проходе

Продолжение приложения 11

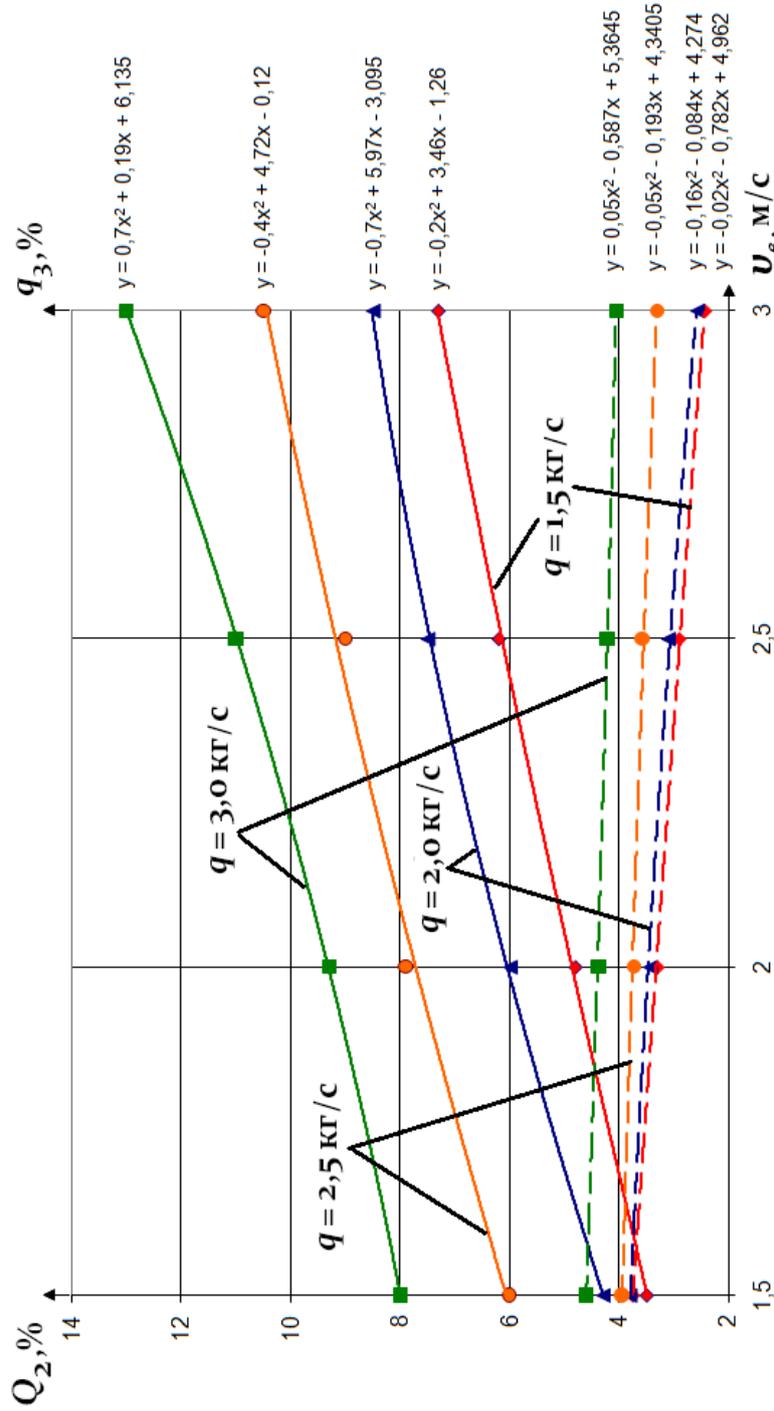


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и схода семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_b$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

\_\_\_\_\_ – зависимости схода семян

----- – зависимости сорных примесей в проходе

## Продолжение приложения 11

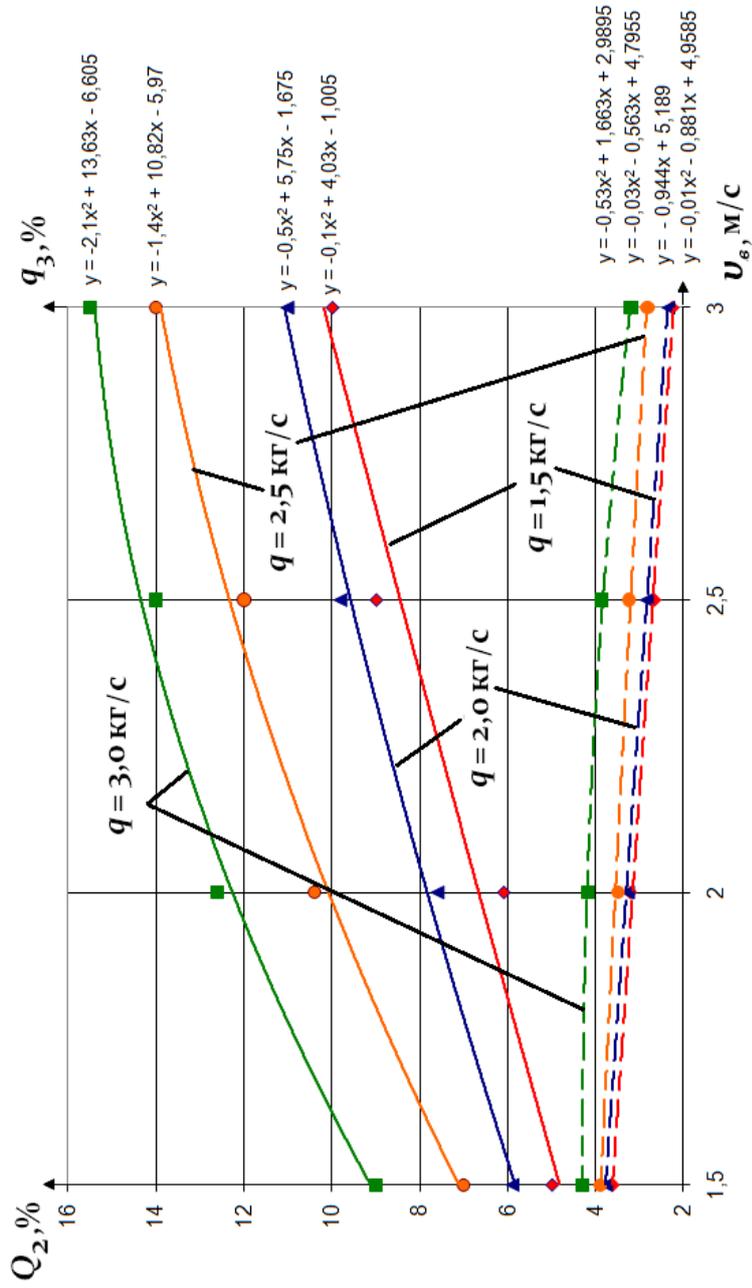


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и сходе семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_b$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$

\_\_\_\_\_ – зависимости схода семян

- - - - - зависимости сорных примесей в проходе

Продолжение приложения 11

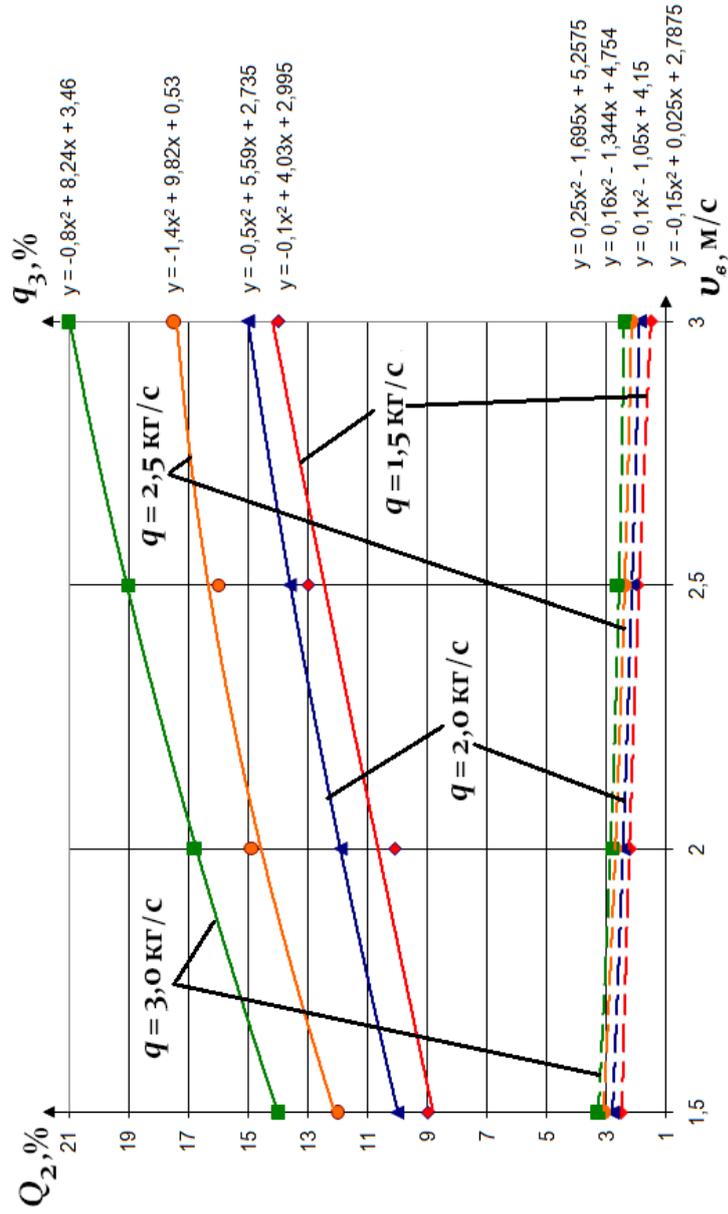


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и схода семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смешения отверстий  $\tau = 0,58$

————— — зависимости схода семян  
 - - - - - — зависимости сорных примесей в проходе

## Продолжение приложения 11

Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе и сходе семян  $q_3$  подсолнечника «Донской»

от скорости воздушного потока  $U_B$

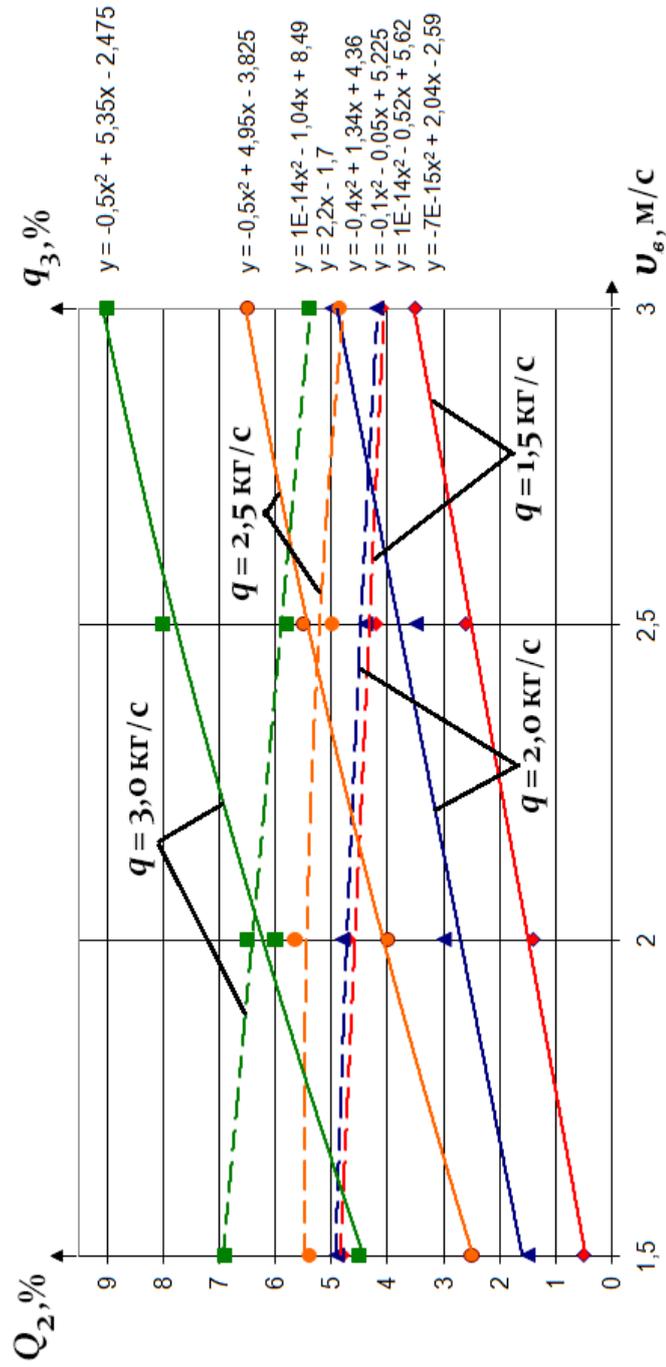


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и сходе семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $U_B$  при подаче  $q = 1.5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2.5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$

\_\_\_\_\_ – зависимости схода семян  
 ----- – зависимости сорных примесей в проходе

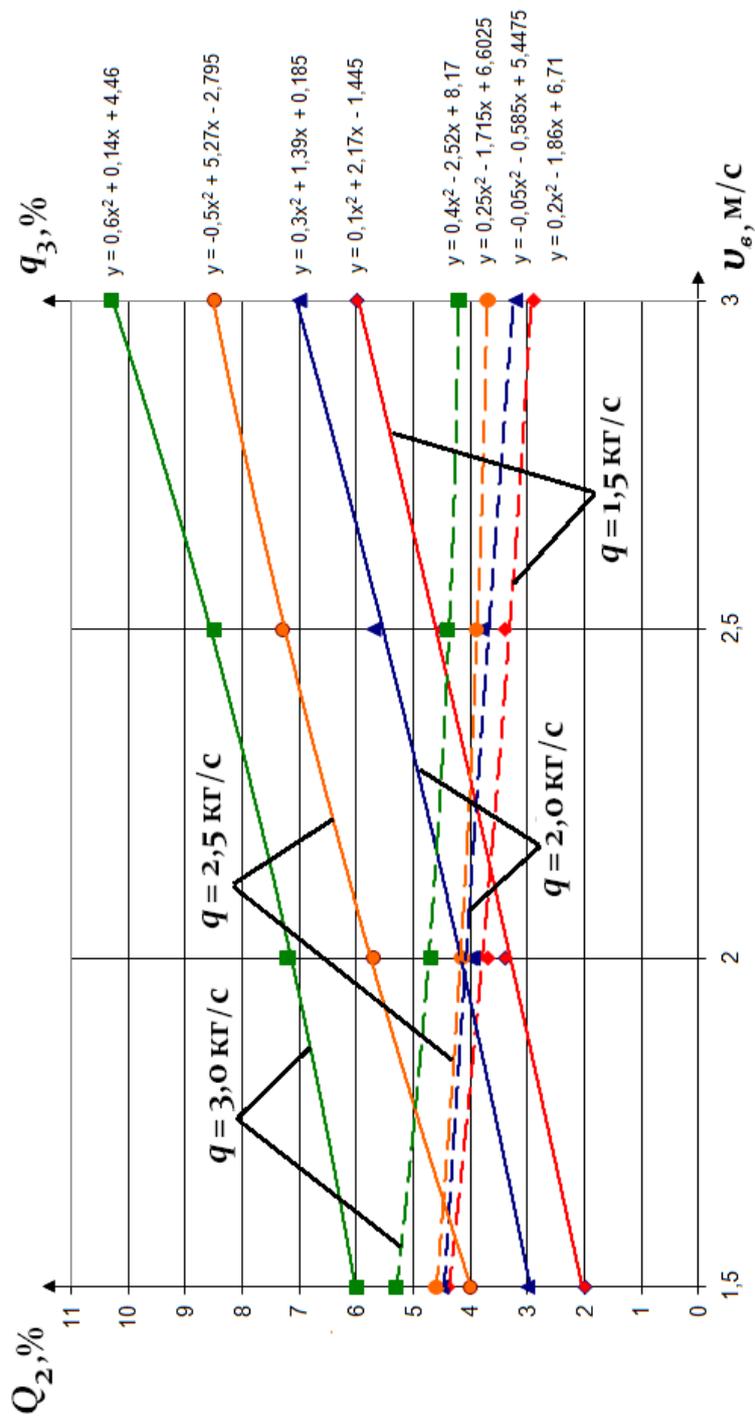


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и схода семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_b$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

\_\_\_\_\_ — зависимости схода семян

----- — зависимости сорных примесей в проходе

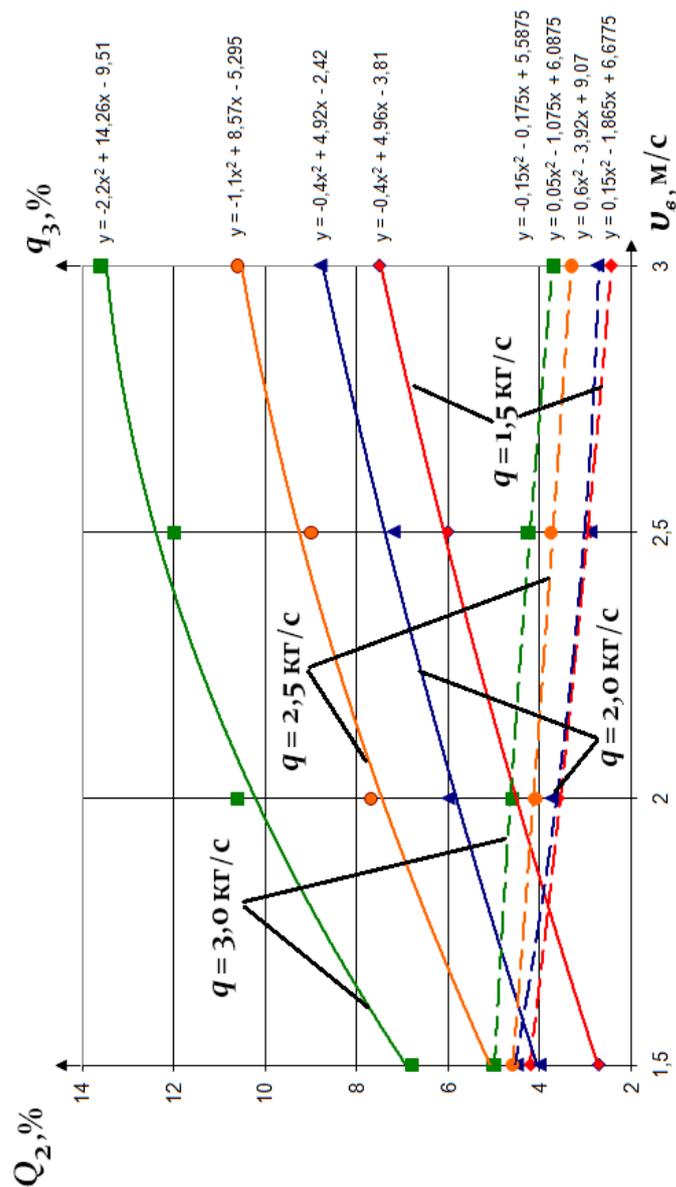


Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и сходе семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_v$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$

\_\_\_\_\_ — зависимости схода семян

----- — зависимости сорных примесей в проходе

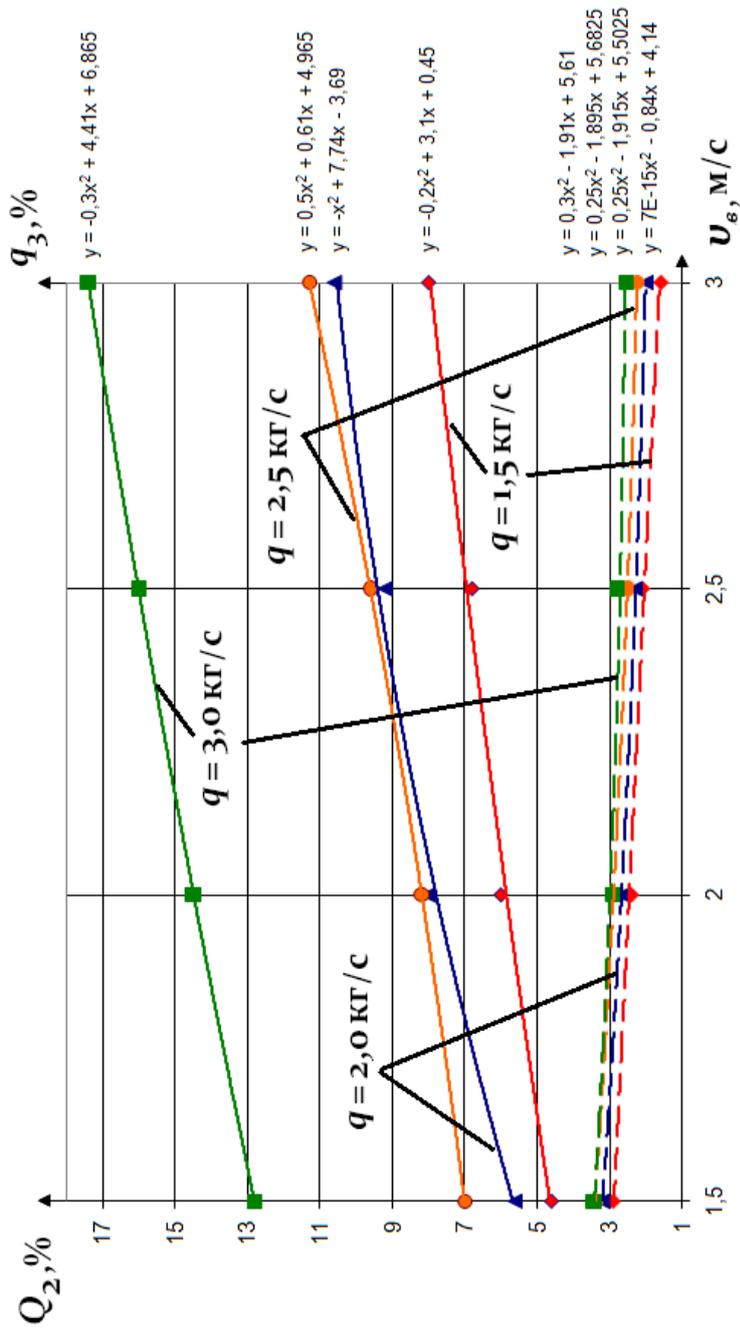
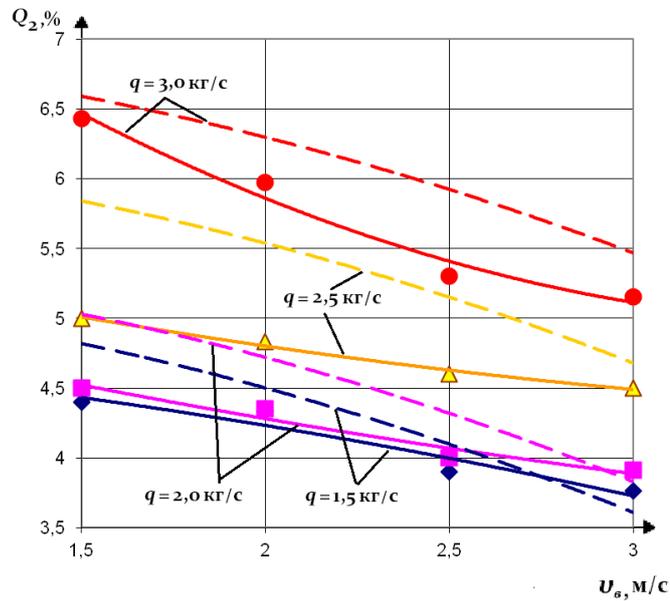


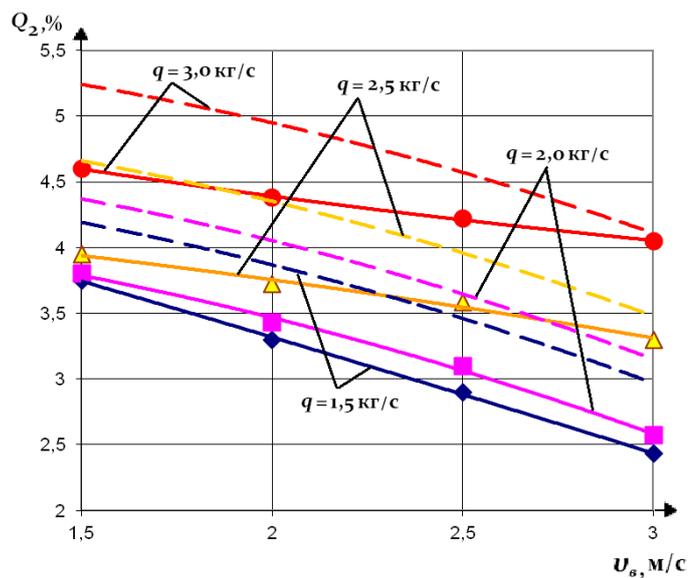
Рисунок 1 – Экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника и схода семян  $q_3$  от скорости воздушного потока  $v_b$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

————— — зависимости схода семян  
 - - - - - — зависимости сорных примесей в проходе

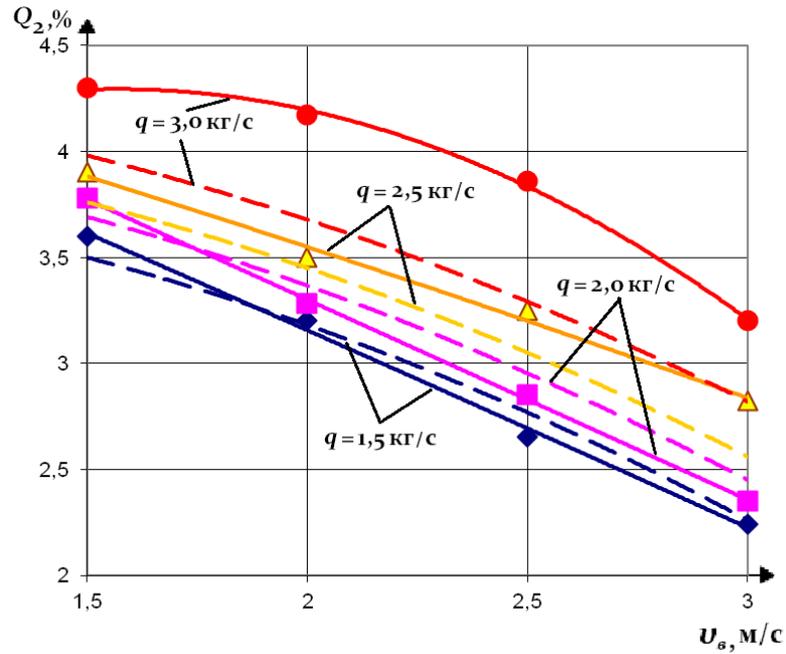
Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника сорта «Лакомка» от скорости воздушного потока  $v_B$



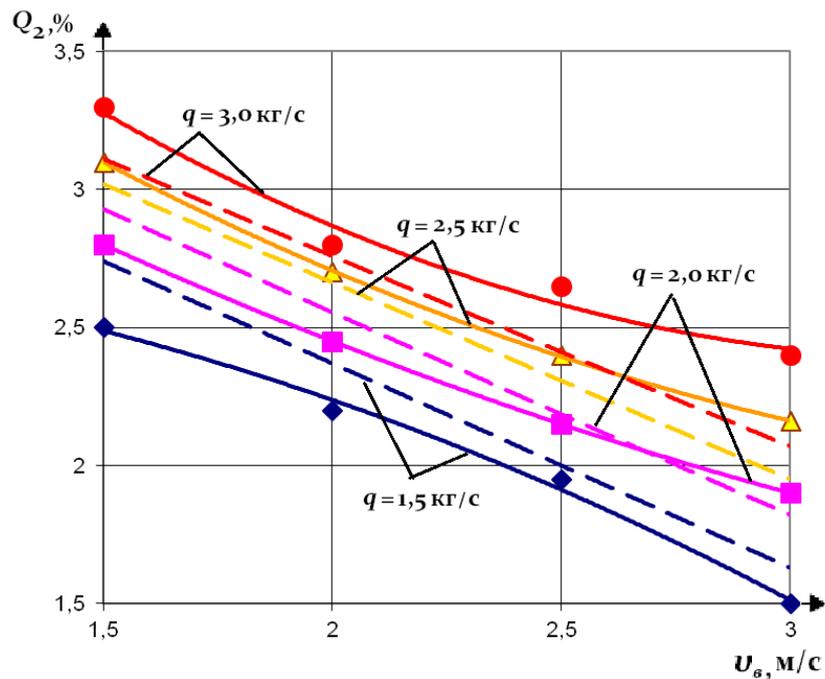
Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$



Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$

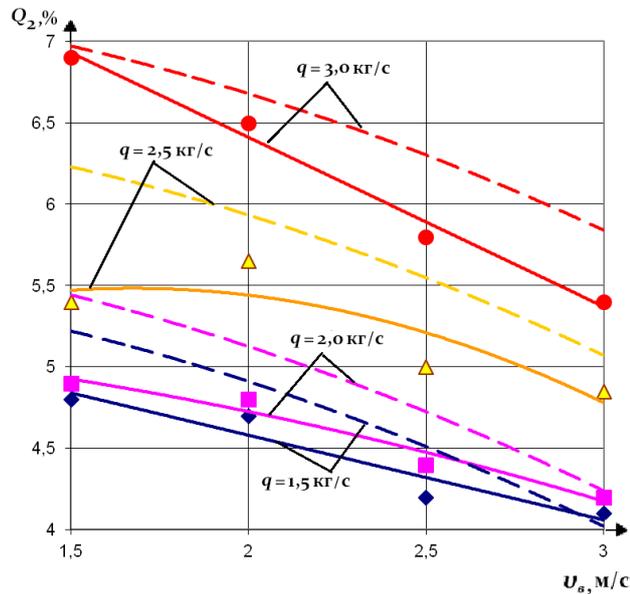


Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_{в}$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$

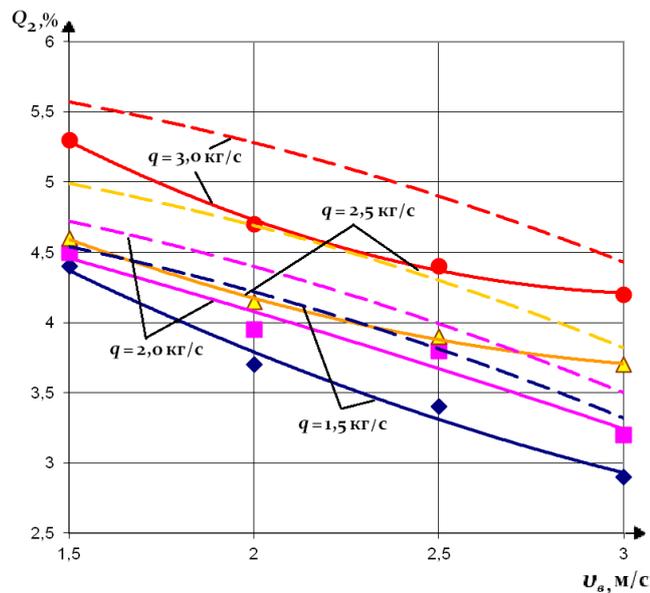


Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_{в}$  при подаче  $q = 1,5; q = 2; q = 2,5; q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

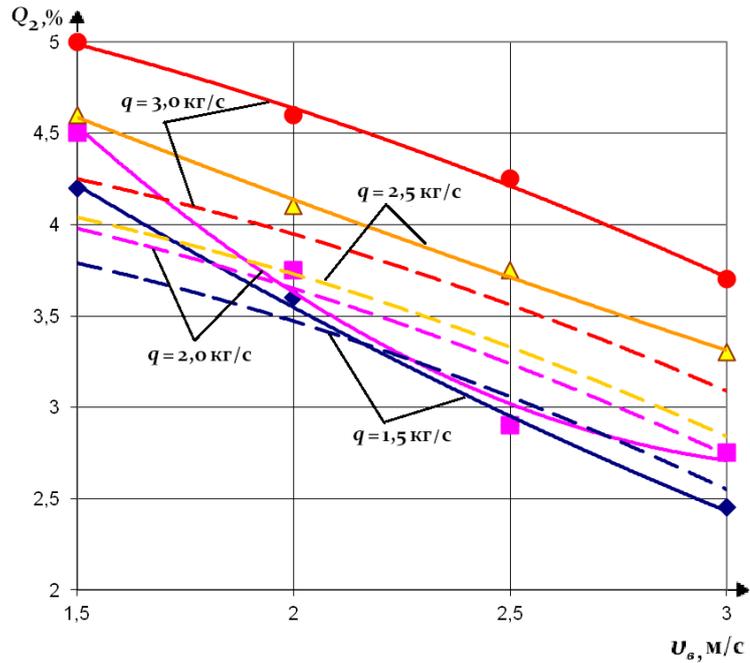
Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в проходе вороха подсолнечника сорта «Донской» от скорости воздушного потока  $v_B$



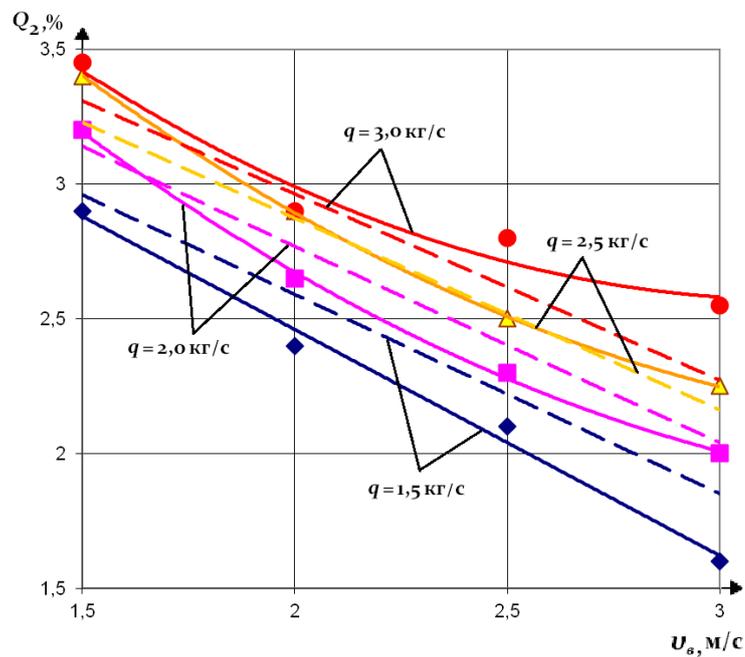
Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 1$



Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_B$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,85$



Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_a$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,7$



Теоретические и экспериментальные графические зависимости содержания сорных примесей  $Q_2$  в ворохе подсолнечника от скорости воздушного потока  $v_a$  при подаче  $q = 1,5$ ;  $q = 2$ ;  $q = 2,5$ ;  $q = 3$ , коэффициенте смещения отверстий  $\tau = 0,58$

Хозяйство: ИП Тлава К(Ф)Х Заикин Е		Выполнил: Попов И Ю		Культура: подсолнечник		Урожайность основной продукции 11 ц/га																																
Фасултет: МСХ		Курс: 31		Группа: 0		Урожайность побочной продукции 0 ц/га																																
№ п/п	Наименование работ	Объем работ, га, т	Сменная норма выработки, га, т	Количество нормо-смен	Этапная сменная норма выработки, у.з.га	Марка трактора, комбайна	Марка с/х машины	Часовая производительность, га/ч, т/ч	Продолжительность рабочего дня, ч	Дневная норма выработки, га, т	Количество рабочих дней	Сезонная норма выработки, га, т	Количество агрегатов	Количество с/х машин в агрегате	Количество с/х машин	Количество тракторов, комбайнов	Количество вспомогательных рабочих	Затраты труда, чел.ч	Тарифная ставка трактора, комбайна, руб	Тарифная ставка вспомогательных рабочих, руб	Фонд заработной платы, руб	Балансовая стоимость трактора, комбайна, руб	Балансовая стоимость с/х машины, руб	Балансовая стоимость с/х машины, руб	Балансовая стоимость с/х машины, руб	Норма амортизационных отчислений на трактор, комбайн, %	Норма амортизационных отчислений на с/х машину, %	Годовая зарплата трактора, комбайна, ч	Годовая зарплата с/х машины, ч	Амортизационные отчисления, руб	Норма отчисления на ремонт трактора, комбайна, %	Норма отчисления на ремонт с/х машины, %	Затраты на ТО и ремонт, руб	Расход топлива, кг/га, кг/т	Затраты на Т.СМ, руб	Транспортные расходы, руб	Прямые эксплуатационные затраты, руб	Прямые эксплуатационные затраты на 1 у.з.га, руб
1	Снегозадержание 1	805	68	12	15	180	К-700А СВУ-2,6	9,8	7	69	20	###	1	4	4	1	84	362	8254	2Е+06	1Е+05	79000	10	14,2	890	120	123567	16,3	14	179733	3	51923	363477	2019				
2	Снегозадержание 2	805	68	12	15	180	К-700А СВУ-2,6	9,8	7	69	20	###	1	4	4	1	84	362	8254	2Е+06	1Е+05	79000	10	14,2	890	120	123567	16,3	14	179733	3	51923	363477	2019				
3	Покровное боронование	805	46	18	7	126	ДТ-75 БЗТС-1,0	6,6	7	46	4	185	5	24	120	5	630	284	48564	800000	1800	1Е+05	12,5	20	910	95	59008	17,4	20	57678	1,8	31154	196404	1559				
4	Предпосевная культивация	805	64	15	7	105	ДТ-75 КПС-4	7,8	14	109	4	437	2	2	4	4	420	284	32378	800000	67000	65000	12,5	14,2	910	170	38478	17,4	12,5	86579	2	34615	172048	1639				
5	Посев подсолнечника	805	22,4	36	5	180	МТЗ-80 СУПН-8	3,2	14	45	4	179	5	1	5	10	2	3024	252	172368	550000	2Е+05	9,1	12,5	###	40	224018	15,8	12,5	234855	2	34615	10500	678356	3758			
6	Прикатывание посевов	805	89	10	7	70	ДТ-75 ЗКШ-6	13	14	179	4	717	2	2	4	4	280	284	21584	800000	83000	73000	12,5	12,5	910	200	38644	17,4	5	63441	1,2	20789	144438	2083				
7	Боронование до всходов	805	90	9	5	45	МТЗ-80 ЗБП-0,6	13	14	181	2	361	3	12	36	6	378	252	25856	550000	930	65000	9,1	20	###	95	14116	15,8	20	27029	1,1	19039	86041	1912				
8	Боронование по всходам	805	90	9	5	45	МТЗ-80 ЗБП-0,6	13	14	181	2	361	3	12	36	6	378	252	25856	550000	930	65000	9,1	20	###	95	14116	15,8	20	27029	1,1	19039	86041	1912				
9	Культивация 1 внесенным мин. удобрениями	805	23	35	5	175	МТЗ-80 КРН-5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117308	550000	1Е+05	9,1	14,2	###	170	44650	15,8	12,5	50328	3,5	60577	272861	1559					
10	Культивация 2 с внесенным мин. удобрениями	805	23	35	5	175	МТЗ-80 КРН-5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117308	550000	1Е+05	9,1	14,2	###	170	44650	15,8	12,5	50328	3,5	60577	272861	1559					
11	Культивация 3 с внесенным мин. удобрениями	805	23	35	5	175	МТЗ-80 КРН-5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117308	550000	1Е+05	9,1	14,2	###	170	44650	15,8	12,5	50328	3,5	60577	272861	1559					
12	Уборка подсолнечника	805	18,2	45	15	675	СК-5 ЖСК-6	2,6	7	18	10	182	5	1	5	5	1575	362	154755	1Е+06	3Е+05	16	14,2	125	75	831619	22,8	23,2	1229611	4,5	77864	2293869	3396					
13	Окиска подсолнечника мех. Тоу	885	176	6	6,3	37,8	ЗАВ-25 УГТ-30	25	14	350	10	###	1	0	0	2	0	84	196	4469	560000	50000	9	24,9	500	500	16229	3,1	2	5590	0,9	17125	10	43423	1149			
14	Лушение стерни	805	126	7	15	105	К-700А ЛДГ-20	18	7	126	12	###	1	1	1	1	49	362	4815	2Е+06	3Е+05	10	7	890	170	29767	16,3	21,2	63040	2	34615	132237	1259					
15	Вспаха	805	14,5	56	15	840	К-700А ПНЛ-8-40	2,1	7	15	20	294	3	1	3	3	1176	362	115551	2Е+06	1Е+05	10	12,5	###	500	80805	16,3	27	140671	24,9	430957	767964	914,3					
16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
18		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Итого:		340			3113,8										13307			974620							1727864			2425973			1005389	10512	6144378	28380,2				

Валовой сбор основной продукции, ц	8855
Валовой сбор побочной продукции, ц	0
Эксплуатационные затраты, руб	6144378
Накладные расходы, руб	1282120
Затраты на семена, руб	383000
Затраты на удобрения, руб	60000
Затраты на гербициды, руб	32000
Общие затраты, руб	7901498

Себестоимость основной продукции, руб/ц 892,4

Себестоимость побочной продукции, руб/ц 0

Проверил: Старцев А.С.

Хозяйство: Филиал:	ИП "Лева КФХ Земели"		Выполнен:		Полоса И Ю		Культура:		Урожайность основной продукции		Урожайность побочной продукции																						
	МСХ	Курс	3	Группа	0		Площадь	805 га	11 ц/га	0 ц/га																							
Наименование работ	Объем работ, га, т		Марка трактора, комбайна	Марка ст. машины	Часовая производительность, га/ч, т/ч	Производительность работы, га/ч, т	Дневная производительность, га, т	Количество рабочих дней	Секунды производительности, га, т	Количество агрегатов	Количество ст. машин	Количество тракторов, комбайнов	Количество вспомогательных рабочих	Зарплата тру. дел, чел/ч	Зарплата ст. машин, тракторов, комбайнов, руб	Зарплата ст. машин, тракторов, комбайнов, руб	Зарплата на ТО и ремонт, руб	Расход топлива, кг/га, л/т	Зарплата ТСОМ, руб	Транспортные расходы, руб	Прочие эксплуатационные затраты, руб	Прочие эксплуатационные затраты 1-3 з.г., руб											
	Секунды производительности, га, т	Количество рабочих дней																					Секунды производительности, га, т	Количество агрегатов	Количество ст. машин	Количество тракторов, комбайнов	Количество вспомогательных рабочих	Зарплата тру. дел, чел/ч	Зарплата ст. машин, тракторов, комбайнов, руб	Зарплата ст. машин, тракторов, комбайнов, руб	Зарплата на ТО и ремонт, руб	Расход топлива, кг/га, л/т	Зарплата ТСОМ, руб
Снегозадержание 1	805	88 12 15	180 К700А	СВН 2,6	9,8	7	69	20	1	4	4	1	84	362	8254	2E+06	1E+05	79000	10	14,2	890	##	123567	16,3	14	179733	3	51923		363477	2019		
Снегозадержание 2	805	88 12 15	180 К700А	СВН 2,6	9,8	7	69	20	1	4	4	1	84	362	8254	2E+06	1E+05	79000	10	14,2	890	##	123567	16,3	14	179733	3	51923		363477	2019		
Покосное боронование	805	46 18 7	126 ДТ-75	БЕТО 3,0	6,6	7	46	4	185	5	24	##	5	630	284	48564	300000	1800	1E+05	12,5	20	910	96	59005	17,4	20	57678	1,8	31154		196404	1559	
Предварительная культивация	805	54 15 7	105 ДТ-75	КПС-4	7,8	14	109	4	437	2	4	4	4	420	284	32376	800000	67000	65000	12,5	14,2	910	##	38478	17,4	12,5	66579	4	34615		172048	1639	
Посев подсолнечника	805	24 36 5	180 МТЗ-80	СУРМ-8	3,2	14	45	4	179	5	1	5	10	2	3024	252	172368	550000	2E+05		9,1	12,5	##	40	224018	16,3	12,5	234855	2	34615	10800	676386	3758
Почтивальное боронование	805	39 10 7	70 ДТ-75	ЭКОН-6	13	14	179	4	717	2	4	4	4	280	284	21584	30000	83000	73000	12,5	12,5	910	##	25905	17,4	5	45709	1,2	20769		113967	1628	
Боронование до всходов	805	90 9 5	45 МТЗ-80	ЗЕЛ 0,6	13	14	181	2	361	3	12	36	6	378	252	25856	550000	930	65000	9,1	20	##	96	14116	16,3	20	27029	1,1	19039	1	88041	1912	
Боронование по всходам	805	90 9 5	45 МТЗ-80	ЗЕЛ 0,6	13	14	181	2	361	3	12	36	6	378	252	25856	550000	930	65000	9,1	20	##	96	14116	16,3	20	27029	1,1	19039	1	88041	1912	
Культивация 1 с внесением удобрений	805	23 35 5	175 МТЗ-80	КРН 5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117306	550000	1E+05		9,1	14,2	##	##	44650	16,3	12,5	50328	3,5	80577		272861	1559	
Культивация 2 с внесением удобрений	805	23 35 5	175 МТЗ-80	КРН 5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117306	550000	1E+05		9,1	14,2	##	##	44650	16,3	12,5	50328	3,5	80577		272861	1559	
Культивация 3 с внесением удобрений	805	23 35 5	175 МТЗ-80	КРН 5,6	3,3	7	23	5	116	7	1	7	7	1715	252	117306	550000	1E+05		9,1	14,2	##	##	44650	16,3	12,5	50328	3,5	80577		272861	1559	
Уборка подсолнечника	805	2,2 45 15	675 СКВ	ЖОКВ	2,7	7	19	10	189	5	1	5	5	1575	362	154755	1E+06	3E+05		16	14,2	125	75	831619	22,2	23,2	1E+06	4,5	77384		2293869	3398	
Лущение стерни	805	126 7 15	105 К700А	ДП-20	18	7	126	12	##	1	1	1	1	49	362	4815	2E+06	3E+05		10	7	390	##	29767	16,3	21,2	63040	2	34615		132227	1259	
Возвраща	805	14,5 56 15	840 К700А	ПЧН-40	2,1	7	15	20	294	3	1	3	3	1178	362	115551	2E+06	1E+05		10	12,5	##	##	80805	16,3	27	140671	24,9	430957		767984	914,3	
		0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0								0						0	0	0	
		0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0								0						0	0	0	
		0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0								0						0	0	0	
		0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0								0						0	0	0	
		0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0								0						0	0	0	
Итого:		334			3076								13223		970161									1688816			2402661		988264	10602	6070484	28686,1	

Валовой обор основной продукции, ц	8855
Валовой обор побочной продукции, ц	0
Эксплуатационные затраты, руб	6070484
Накладные расходы, руб	1267830
Затраты на семена, руб	333000
Затраты на удобрения, руб	60000
Затраты на гербициды, руб	32000
Общие затраты, руб	7813414
Себестоимость основной продукции, руб/ц	882,4
Себестоимость побочной продукции, руб/ц	0
Проверил:	Старцев А.С.

## АКТ

### **о внедрении законченной научно-исследовательской, опытно-конструкторской работы**

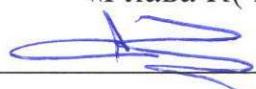
Мы, нижеподписавшиеся, представители Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, в лице руководителей работы канд. техн. наук, доцента Старцева А.С. и представителя ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области в лице руководителя хозяйства Заикина Евгения Борисовича, составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы на тему: «Повышение качества очистки вороха подсолнечника при уборке за счет применения решета с регулируемыми отверстиями», выполненной на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: Старцев А.С. и Попов И.Ю.) СГАУ им. Н.И. Вавилова в 2012 – 2013 годах внедрены в ИП «Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.» Балашовского района Саратовской области путем использования в течение двух недель с 10 по 23 сентября 2013 года разработанного по результатам исследований решета с регулируемыми отверстиями.

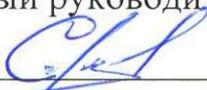
**Внедрение результатов исследований** дало возможность предприятию получить годовую экономию по приведенным затратам на один комбайн 14787,95 рублей. Также, было установлено, что при использовании комбайна с воздушно-решетной очисткой, оснащенной решетом с регулируемыми отверстиями влажность бункерного вороха снизилась на 4,1 %.

## Продолжение приложения 14

**Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению:** для повышения эффективности работы воздушно-решетной очистки необходимо в конструкции решета с регулируемыми отверстиями предусмотреть очистительное приспособление, автоматическое регулирование отверстий.

Проректор по научно-  
-исследовательской работе  
  
И.Л. Воротников  
« 25 » сентября 2013 г.

Директор ИП  
«Глава К(Ф)Х Заикин Е.Б.»  
  
Е.Б. Заикин  
« 25 » сентября 2013 г.

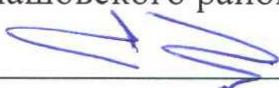
Научный руководитель работы  
  
А.С. Старцев  
« 25 » сентября 2013 г.





УТВЕРЖДАЮ

Директор ИП «Глава К(Ф)Х Зайкин Е.Б.»  
Балашовского района Саратовской области

  
\_\_\_\_\_ Е.Б. Зайкин  
« 25 » сентября 2013 г.

АКТ

**производственных испытаний решета с регулируемыми отверстиями  
при уборке подсолнечника**

Комиссия в составе представителей ИП «Глава К(Ф)Х Зайкин Е.Б.» руководителя предприятия Заикина Е. Б., главного инженера Тарасова С.Н. и представителей Саратовского Государственного Аграрного Университета имени Н.И. Вавилова канд. техн. наук, доцента Старцева А.С. и соискателя Попова И.Ю. составила настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку сконструированного на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители: доцент Старцев А.С., соискатель Попов И.Ю.) СГАУ имени Н.И. Вавилова опытного образца решета с регулируемыми отверстиями для очистки зерна различных культур, на очистке вороха подсолнечника комбайна СК-5М-1 «Нива», работающего по принципу смещения отверстий нижнего решета относительно верхнего.

Испытания и производственная проверка решета с регулируемыми отверстиями проводилась в период с 10 по 23 сентября 2013 года на уборке подсолнечника сорта «Саратовский-20».

Производственные испытания опытного образца решета с регулируемыми отверстиями показали его работоспособность. Уборка подсолнечника проходила при следующих условиях:

- средняя урожайность подсолнечника, ц/га. – 11
- влажность семян подсолнечника, % – 8
- масса решета с регулируемыми отверстиями, кг. – 9,2

При уборке подсолнечника базовым комбайном СК-5М-1 «Нива» и комбайном СК-5М-1 «Нива» с воздушно-решетной очисткой, оснащенной решетом с регулируемыми отверстиями были получены следующие показатели:

Показатели работы	Базовая модель – комбайн СК-5М-1 «Нива»	Экспериментальный образец – комбайн СК-5М-1 «Нива» + решето с регулируемыми отверстиями
Производительность		
– часовая, га/ч (т/га)	3,2 (3,52)	3,2 (3,52)
– сменная, га/см (т/см)	22,4 (24,64)	22,4 (24,64)
Сорность, %	6,3	2,3
Влажность бункерного вороха, %	13,2	9,1
Потери семян за молотилкой, %.	0,4	0,8
Расход топлива, кг/га (кг/т)	5,51 (5,0)	5,51 (5,0)
Затраты труда, чел.-ч	0,28	0,28
Эксплуатационные затраты, руб.	6144378	6070484
Общие затраты, руб	7901498	7813414

При сравнении работы базового комбайна СК-5М-1 «Нива» с воздушно-решетной очисткой с двумя жалюзийными решетками и с предлагаемым решетом с регулируемыми отверстиями получены следующие технико-экономические показатели по очистке вороха подсолнечника:

- снижение сорности семян в бункере на 3 % от общей массы вороха в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками;
- снижение влажности бункерного вороха на 4,1 %;
- повышение массы выдуваемых семян на 0,4 %;
- увеличение расхода топлива отсутствует;
- снижение затрат труда отсутствует;
- снижение эксплуатационных затрат в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками на 1,2 %;
- снижение общих затрат в сравнении с технологией очистки вороха двумя жалюзийными решетками на 1,11 %.

Отмечено выдувание воздушным потоком сорных примесей крупной и средней длины, также наличие легких и пустых семян в сходе с решета.

Для повышения качества работы воздушно-решетной очистки необходимо в конструкции решета с регулируемыми отверстиями предусмотреть очистительное приспособление и автоматическое регулирование отверстий.

По результатам производственных испытаний комиссия пришла к выводу, что решето с регулируемыми отверстиями на базе воздушно-решетной очистки комбайна СК-5М-1 «Нива» при уборке подсолнечника можно использовать в хозяйстве в соответствии с предложенными рекомендациями.

Члены комиссии:



Е. Б. Зайкин

С. Н. Тарасов

А. С. Старцев