

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Галкина Василия Дмитриевича на диссертационную работу Корнева Андрея Сергеевича на тему: «Повышение эффективности сепарации зерна на плоских решетках зерноочистительных машин», представленной в диссертационный совет Д 220.010.04, созданный на базе ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01-«Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

Диссертация представлена в рукописи на 156 страницах и включает: титульный лист; содержание; введение; 5 разделов, в том числе 50 рисунков, 17 таблиц; заключение; список использованных источников, содержащий 159 наименований, в том числе 2 на иностранных языках; приложения, содержащие 5 патентов на полезные модели, один патент на изобретение, 3 программы расчета параметров движения очистителя решет в виде пружины, результаты экспериментальных исследований по определению эффективности представленных разработок на коэффициент сепарации (таблица К.1), акт о внедрении результатов НИР в ЗАО «ТЕХНИКА - СЕРВИС» (г.Воронеж), справка о внедрении в учебный процесс ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ результатов научно-исследовательской деятельности.

### 1.Актуальность темы

Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия до 2020 года предусмотрено увеличение производства зерна до 115 млн. т. и снижение затрат на его производство. Важнейшими технологическими операциями при решении этих задач являются операции по очистке зерна от примесей, вообще, и отделяемых воздушно-решетными машинами, в частности.

Разработкой воздушно-решетных машин в России традиционно занимаются научно-исследовательские институты (ВИМ, ГНУ ЗНИИСХ СВ имени Н.В.Рудницкого, СибИМЭ и др.) учреждения высшего профессионального образования (Воронежский ГАУ, Вятская ГСХА, институт агроинженерии Южно-Уральского ГАУ др.), конструкторские организации (ОАО ГСКБ «Зерноочистка», ОАО «Воронежсельмаш» ЗАО «ТЕХНИКА-СЕРВИС», и др.). Отечественными учеными и конструкторами созданы и поставлены на производство агрегаты для очистки зерна и семян.

Дальнейшее повышение производительности воздушно-решетных машин и качества их работы может быть достигнуто за счет совершенствования рабочих процессов решетных станков. Используемые в настоящее время эти рабочие органы имеют не достаточно высокую эффективность сепарации. В этой связи, повышение качества очистки зернового вороха на плоских решетках путем совершенствования их очистки

от застрявших зерен, изыскания рациональных режимов работы, в том числе при фракционной сепарации, является весьма важной задачей сельскохозяйственного производства. Поэтому диссертационная работа Корнева А.С., направленная на решение этой задачи, является, безусловно, актуальной и отвечает требованиям, предъявляемым к работам по техническим наукам.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна**

Автором выносятся на защиту:

-математические модели рабочего процесса очистки решет от застрявших зерен с использованием пружин, расположенных на отражательной поверхности, витки которых взаимодействуют с нижней поверхностью решета;

-математические модели процесса взаимодействия привода с решетным станом;

-оценки, в виде коэффициента сепарации, коэффициента использования живого сечения решета, в зависимости от конструктивных, технологических и кинематических параметров стана и его элементов, позволяющие определить рациональные параметры предложенных технических решений и режимы работы стана, обеспечивающие повышение его производительности;

-технико-экономическая оценка предложенных технических решений.

В диссертации представлено 10 общих выводов, изложенных в заключении.

**Первый вывод**, сделанный на основе теоретических обоснований, экспериментальных исследований и защищен патентом на полезную модель №141156, утверждает, что очиститель плоских решет в виде пружины позволяет повысить коэффициент сепарации на 3-15,7%.

Вывод о повышении коэффициента сепарации при использовании предложенного очистителя решет, по сравнению с шариковым, обосновывает научные положения диссертации и имеет новизну.

***Замечание по выводу.*** В диссертации не приводится расчет численных значений в процентах (3-15,7%), на которые повышается коэффициент сепарации.

**Второй вывод**, сделанный на основе теоретических обоснований, экспериментальных исследований и защищен патентом на полезную модель №135543, утверждает, что разнонаправленные подвески решетного стана увеличивают эффективность процесса сепарирования на 6-39%. Вывод об увеличении коэффициента сепарирования при использовании разнонаправленных подвесок решетного стана, по сравнению с вертикальными, обосновывает научные положения диссертации и имеет новизну.

***Замечание по выводу.*** В диссертации не приводится расчет численных значений в процентах (6-39%), на которые увеличивается эффективность процесса сепарации.

Третий вывод, сделанный на основе теоретических обоснований, экспериментальных исследований и защищен патентом на полезную модель №142434, констатирует, что предложенная конструкция привода решетного стана способствует увеличению эффективности сепарации на решетке на 3-17% и снижает инерционные нагрузки на машину. Вывод обосновывает научные положения диссертации и имеет новизну.

*Замечание по выводу.* В диссертации не приводится расчет численных значений в процентах (3-17%), на которые увеличивается эффективность сепарации.

Четвертый вывод, сделанный на основе теоретических исследований, дает информацию об разработке аналитического описания рабочего процесса очистителя плоских решет в виде пружины. Полученные результаты позволяют определить параметры движения очистителя с учетом направляющих на отражательной поверхности.

*Замечание по выводу.* Не смотря на то, что вывод обосновывает научные положения диссертации и имеет новизну, его следовало бы объединить с выводами 1,6,7, относящимся к предложенному механизму очистки решет.

Пятый вывод, сделанный на основе теоретических исследований, дает информацию об разработке аналитической зависимости для определения рациональных параметров и режимов работы привода решетного стана и рекомендует соотношение для подбора жесткости пружины в разработанном механизме привода.

*Замечание по выводу.* Не смотря на то, что вывод обосновывает научные положения диссертации, имеет новизну, его следовало бы объединить с выводом 3, относящимся к предложенному механизму привода решетного стана.

Шестой вывод, сделанный на основе экспериментальных исследований констатирует, что оптимальная длина ячейки очистителя в виде пружины составляет 50 мм.

*Замечание по выводу.* Не смотря на то, что вывод обосновывает научные положения диссертации, длину ячейки следовало бы назвать рациональной, а вывод объединить с выводами 1,4,7, относящимся к механизму очистки решет.

Седьмой вывод, сделанный на основе экспериментальных исследований, дает оценку по коэффициенту живого сечения решета для отражательных поверхностей с применением шариковой очистки отверстий решет и с использованием очистителей пружинного типа.

*Замечание по выводу.* Не смотря на то, что вывод обосновывает научные положения диссертации, и имеет новизну, его следовало бы объединить с выводами 1,4,6, относящимся к механизмам очистки решет.

Восьмой вывод, сделанный на основе экспериментальных исследований, сообщает, что с увеличением производительности зерноочистительной машины с 4 до 30 т/ч коэффициент сепарации снижается на 6-60 % независимо от режима работы и типа очистителя.

**Замечание по выводу.** Не смотря на то, что вывод обосновывает научные положения диссертации, а полученные количественные оценки имеют новизну, его следовало бы объединить с выводом 9, относящимся к зерноочистительной машине и ее решетному стану.

**Девятый вывод,** сделанный на основе экспериментальных исследований, сообщает об оценке, в виде коэффициента сепарации, совместного использования технических решений, разработанных в диссертации. Вывод обосновывает научные положения диссертации, а полученные оценки имеют новизну.

**Замечание по выводу.** В диссертации не приводится расчет численных значений в процентах (12,8-54%), на которые увеличивается коэффициент сепарации. Вывод следовало бы объединить с выводом 8, относящимся к зерноочистительной машине, в частности, ее решетному стану.

**Десятый вывод,** сделанный на основе технико-экономических расчетов, содержит сведения об экономической эффективности проведенных исследований и сообщает, что годовой экономический эффект от использования предложенных технических решений в машине ОЗФ-80 составит 2398,8 тыс. рублей при сроке окупаемости 0,4 года. Вывод обосновывает научные положения диссертации.

Достоверность научных положений диссертации, ее выводов подтверждается результатами теоретических и экспериментальных исследований, проведенных с использованием современных методов, компьютерной обработки результатов опытов с применением апробированных компьютерных программ.

### **3. Значимость для науки и практики результатов диссертации**

**Значимость результатов исследования для науки** состоит в получении математических моделей рабочего процесса очистки решет от застрявших зерен с использованием пружин, расположенных на отражательной поверхности, витки которых взаимодействуют с нижней поверхностью решета; математических моделей процесса взаимодействия привода с решетным станом; оценки, в виде коэффициента сепарации, коэффициента использования живого сечения решета, в зависимости от конструктивных, технологических и кинематических параметров стана и его элементов; предложении новых технических решений, направленных на повышение эффективности работы воздушно-решетных зерноочистительных машин путем совершенствования механизма очистки решет, механизма привода решетного стана, использования разнонаправленных подвесок, защищенных 1 патентом на изобретение и 5 патентами на полезные модели.

#### **Значимость результатов исследования для практики :**

- полученные при аналитических и экспериментальных исследованиях математические модели, описывающие рабочие процессы очистки решет с использованием пружин, взаимодействия привода с решетным станом, оценок, в виде коэффициента сепарации, коэффициента использования живого сечения решета, в зависимости от конструктивных, технологических и кинематических параметров стана и его элементов, позволяют определить

рациональные параметры предложенных технических решений и режимы работы стана, обеспечивающие повышение его производительности, применимы при создании новых зерноочистительных машин и могут быть использованы в проектно-конструкторских, научно-исследовательских организациях и учебных заведениях;

-предложенные технические решения по совершенствованию решетного стана зерноочистительных машин отличаются более высоким качеством выполнения технологического процесса решетной очистки, оцениваемой коэффициентом сепарации;

Результаты выполненных научно-технических разработок используются в ЗАО «ТЕХНИКА-СЕРВИС» (г. Воронеж) и на кафедре сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

#### **4. Оценка содержания диссертационной работы, ее завершенности в целом и качества оформления рукописи**

Во введении обоснована актуальность темы, степень ее разработанности, указывается объект, предмет исследования, формулируются цель, задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, указывается личный вклад соискателя, публикации, структура и объем диссертационной работы.

В первом разделе «Состояние вопроса и задачи исследований» рассмотрены: требования к качеству семян, анализ технических решений очистки плоских решет (очистители фрикционного, ударного и комбинированного действия), анализ конструкций применяемых подвесок и привода решетных станков, сформулированы 4 вывода.

Достоинством раздела является подробный анализ конструктивно-технологических схем технических средств очистки решет.

##### ***Замечания по первому разделу.***

1. В первом разделе целесообразно привести классификацию методов совершенствования очистки на плоских решетках, а в выводах по разделу сформулировать основные направления повышения коэффициента сепарации решет и улучшения других оценок решетных сепараторов зерноочистительных машин.

2. В разделе не приводится анализ известных математических моделей процесса очистки решет от застрявших зерен.

3. В тексте раздела имеются не достаточно точные выражения (стр.20), опiski (на стр.32 дается ссылка на рис.1.16, вместо 1.12) и др.

Во втором разделе «Теоретические предпосылки совершенствования устройства для очистки плоских решет и привода решетного стана» проведено обоснование конструктивных и режимных параметров устройств для очистки решет (движение очищающего элемента по подрешетному пространству и численная реализация циклов движения пружинного очистителя),

обоснование конструктивных и режимных параметров привода решетного стана, сформулировано 2 вывода.

***Замечания по второму разделу.***

1. При анализе процесса очистки решет от застрявших в отверстиях зерен, соискатель использует детерминированные методы. Между тем, рассматриваемый в диссертации процесс, относится к вероятностным процессам. Поэтому для разработки математических моделей целесообразно использовать методы теории вероятностей.

2. В разделе не приведено аналитическое обоснование использования разнонаправленных подвесок решетного стана.

3. На стр.58 (рис.2.6) не указаны единицы измерения скорости очистителя решет.

***В третьем разделе*** «Программа и методика экспериментальных исследований» в соответствии с поставленными задачами изложена программа исследований, дано описание конструкции экспериментальной установки, приведены методики: определения гранулометрического состава исходного материала, проведения исследований очистителя плоских решет, определения степени влияния угла наклона подвесок решетного стана на фракционирование зернового вороха, влияния привода решетного стана на показатели очистки. В разделе приведены приборы для измерения влажности зерна, определения стекловидности и содержания клейковины, даны ссылки на методики обработки экспериментальных данных.

***Замечания по третьему разделу.***

На странице 73 подраздела 3.8 «Методика определения влияния угла наклона подвесок решетного стана на фракционирование зернового вороха озимой пшеницы» соискатель отмечает, что опыты проведены на подачах 17,05 и 22,5 т/ч. Однако в матрице планирования эксперимента верхний, основной и нижний уровни подач, составляют 25, 20, и 15 т/ч.

2. В матрице планирования эксперимента на стр.74, одним из факторов, влияющих на коэффициент сепарации взят размер отверстий решета. Однако из расчетной формулы 3.5 на стр.73, в явном виде следует, что с увеличением размера отверстий решет, а следовательно уменьшения сходовой фракции, увеличивается и коэффициент сепарации. Поэтому при фракционировании размер отверстий решета целесообразно считать заданным или связать его с размерными характеристиками обрабатываемого материала. К тому же влияние размеров и формы отверстий решета на оценки его работы достаточно подробно показано на стр. 89 (табл.4.4.).

***В четвертом разделе*** «Результаты экспериментальных исследований» представлен состав бункерного вороха семян пшеницы, приведены схемы четырех отражательных поверхностей и получены оценки (по коэффициенту использования живого сечения решета) их работы при различном количестве шариков. В разделе приведены результаты исследований по влиянию параметров решетного стана на эффективность работы решет, влиянию угла наклона подвесок стана на разделение зернового вороха, типа отражательной поверхности и размеров разделительной ячейки на качество очистки решет.

конструкции привода решетного стана на эффективность сепарации, сформулировано 7 выводов.

**Замечания по четвертому разделу.**

1. Наряду с составом зернового вороха пшеницы, приведенном на стр.79, для более полной характеристики условий проведения лабораторных исследований, особенно при оценке методов очистки решет, целесообразно экспериментально получить кривые плотности вероятности распределения семян пшеницы по размерам, в частности по толщине, ширине.

2. На стр.83 коэффициент  $K$  использования живого сечения решета определяется по формуле 4.1, в которой имеется описка, т.к. в правой части безразмерной величины не получается. Верная формула для расчета  $K$  приводится на стр. 70, но величина  $L$  указана с индексом «я».

3. Так как качество работы решета соискатель оценивает коэффициентом сепарации, относящимся к случайным величинам, то для этого коэффициента необходимо иметь оценки среднего значения и среднего квадратического отклонения. Однако доверительные интервалы для этих оценок в разделе не приводятся (стр.87, 95, 105, 106).

4. В подразделе 4.4 получено уравнение регрессии 4.2 (стр.92) для которого не приводится оценка степени адекватности. Вместе с тем одним из 7 факторов, в это уравнение входит подача зерна. Однако этот фактор целесообразно брать заданным, так как машины разрабатываются для требуемой производительности. В этом случае снижается объем экспериментальных исследований и повышается степень достоверности результата.

5. В таблицах 4.3 (стр.86), 4.5(тр.90), 4.8(стр.98), 4.9(101) при проведении лабораторных опытов соискатель указывает подачу зернового вороха в т/ч. Однако, в связи с тем, что опыты проведены на экспериментальной установке с шириной решета 200 мм, то целесообразно в таблицах приводить вместо подачи, удельную производительность на единицу площади или ширины решета, а затем производить перерасчет на расходную характеристику в т/ч.

6. В тексте раздела не приведена информация по способу изготовления и материалу пружин, применяемых для очистки решет.

7. В подразделе 4.4 не приведено уравнение регрессии после проведения 3-х факторного эксперимента согласно матрице (таблица 4.7 на стр.97).

8. Из раздела неясно, проведены ли исследования по влиянию предлагаемого очистителя решет на уровень травмирования семян.

9. В разделе не приводятся результаты производственного эксперимента модернизированного решетного стана в составе зерноочистительной машины и линии в целом. Целесообразно было бы дать оценку технологической надежности решетного стана машины, определив вероятность сохранения поля допуска полноту выделения примесей, потери семян в отходы при работе в составе поточной линии. В тексте раздела имеются описки (стр.89,96,99).

**В пятом разделе** дана экономическая оценка эффективности решетного стана. Приведены исходные данные и в соответствии с ГОСТ 23728-23730-88 представлены результаты расчетов экономических показателей. Расчетный экономический эффект получен от увеличения количества обработанного зерна с 6528 до 7344т за отведенное время за счет

повышения производительности машины с 40 до 45 т/ч и качества очистки (увеличение выхода товарного зерна с 75 до 88%).

***Замечание по пятому разделу.***

Из содержания главы не ясно, как определялась производительность машины-45т/ч и выход товарного зерна-88% (стр.109) у экспериментального образца машины.

## **5. Оформление диссертации и автореферата**

Текст диссертационной работы и автореферата в целом изложен достаточно грамотным языком и отредактирован. Разделы диссертации хорошо проиллюстрированы рисунками, снабжены таблицами, которые позволяют анализировать подходы, предлагаемые соискателем и полученные им результаты и дают наглядное представление об исследуемых объектах и процессах.

***Замечание.*** В автореферате не указаны уровни варьирования факторов  $X_1 \div X_7$ , не приведены пояснения для некоторых символов.

## **6. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 4 - в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК для размещения результатов диссертаций, получено из Роспатента 6 охранных документов, в том числе 1- на изобретение и 5 – полезные модели. Опубликованные материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат включает общую характеристику и краткое изложение работы. Структура изложения диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата и общие выводы соответствуют основным положениям диссертации

## **7. Заключение**

Диссертация А.С. Корнева на тему «Повышение эффективности сепарации зерна на плоских решетках зерноочистительных машин» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны, в частности, в повышение эффективности технического обеспечения послеуборочной обработки зерна. Основные научные положения реализованы и проверены проведенными экспериментами. Результаты исследований используются на предприятии по производству сельскохозяйственных машин ЗАО «Техника-Сервис (г.Воронеж)» и внедрены

в учебный процесс ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. При проведении исследований автором использованы современная аппаратура и оборудование, применено математическое и физическое моделирование, теория планирования эксперимента, опытные данные обработаны с применением персональных компьютеров по стандартным и специально разработанным программам, что свидетельствует о достаточно высоком научном уровне проведенных исследований и характеризует автора как высококвалифицированного научного работника.

Вышеизложенное, позволяет сделать вывод, что диссертационная работа Корнева Андрея Сергеевича соответствует требованиям пункта 9 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, декан инженерного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», Почетный работник агропромышленного комплекса России

Галкин Василий Дмитриевич  
23.11.2015 г.

ФИО лица, представившего отзыв	Галкин Василий Дмитриевич
Место работы	ФГБОУ ВО Пермская ГСХА
Адрес	614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23
E-mail	vd_galkin@mail.ru
Телефон	(342) 240-52-67

Собственноручную подпись  
Галкин Василий Дмитриевич  
Начальник общего отдела  
23.11.2015