

ОТЗЫВ

официального оппонента Горбунова Бориса Ивановича на диссертационную работу Казакова Владимира Аркадьевича на тему «Повышение эффективности технологий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна», представленную к защите в диссертационный совет Д 006.048.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертационная работа представлена в рукописи и состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству по итогам проведённых научных исследований, перспектив дальнейших исследований, списка использованной литературы из 319 наименований и 18 приложений. Содержание работы изложено на 453 страницах основного текста, включая 115 рисунков, 33 таблицы. Приложения включают документы, подтверждающие техническую и технологическую новизну представленных разработок, компьютерные программы расчёта пневматической цепи и вероятности столкновения расплющенных зерновок с каплями консерванта, данные по оценке адекватности и значимости факторов математических моделей, акты, подтверждающие разработку, изготовление, испытания и внедрение в производство новых и усовершенствованных технологических линий и технических средств очистки и плющения зерна.

1. Актуальность темы диссертации

Эффективность ведения животноводческой отрасли в значительной мере определяется качеством потребляемых животными кормов. В настоящее время всё большее применение для скармливания как в чистом виде, так и в качестве одного из компонентов комбикормов находит плющёное фуражное зерно, сухое или влажное.

Используемые для производства плющёного корма технологии эффективны, но в то же время обладают определёнными недостатками (например, качество продукта падает, если исходное зерновое сырьё не очищено от примесей), технические средства для их осуществления – плющилки зерна – также несовершенны. Поэтому диссертационная работа Казакова Владимира Аркадьевича, направленная на повышение эффективности технологий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна и включающая разработку новой технологии послеуборочной обработки и переработки зерна, в том числе плющением, а так же технических средств очистки от примесей и последующего плющения фуражного зерна, является актуальной в настоящее время.

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

Автором выносятся на защиту следующие основные положения:

- схемы ресурсо-энергосберегающей технологии уборки и послеуборочной переработки зерна для получения зерновых кормов в зависимости от фаз спелости зерна, а также фракционной технологии получения влажного плющеного корма на комплексе послеуборочной обработки зерна;

- усовершенствованные с учётом результатов теоретических исследований конструктивно-технологические схемы и рабочий процесс плющилок зерна с устройствами: ввода зерна, внесения консерванта, очистки от примесей, а также машин для фракционирования и очистки зерна при его подготовке к плющению;

- экспериментальные установки плющилок зерна и устройства к ним, а также машин очистки от примесей и фракционирования зерна; результаты экспериментально-теоретических исследований рабочего процесса данных машин и оптимизация их конструктивно-технологических параметров;

- опытные образцы плющилок зерна и машин для очистки от примесей подлежащего плющению зерна, изготовленные с учётом результатов теоретических и экспериментальных исследований, и оценка их работоспособности в производственных условиях;

- экономическое обоснование применения усовершенствованных и вновь разработанных технологических линий и технических средств послеуборочной обработки зерна и приготовления плющёных зерновых кормов.

В диссертационной работе имеется заключение, состоящее из пяти общих выводов: второй вывод включает 10 пунктов, третий – 4 пункта, четвёртый – 5 пунктов, пятый – 4 пункта; достоверность выводов подтверждается результатами теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с применением современной регистрирующей аппаратуры, а также производственной проверкой. Также автором приведены рекомендации производству по результатам проведённых научных исследований, определены перспективы дальнейших исследований по данной тематике.

Вывод первый говорит о том, что на основании анализа уровня техники существенно повысить эффективность получения зерновых кормов возможно применением фракционных технологий послеуборочной обработки и переработки зерна: очищенную от примесей фуражную зерновую фракцию перерабатывать плющением до сушки непосредственно в помещениях комплекса с использованием вновь разработанных и усовершенствованных технических средств очистки и плющения фуражного зерна.

Вывод нов, достоверен, обобщает материалы, представленные в первой главе диссертационной работы.

Вывод второй отмечает, что автором предложены новые схемы ресурсо-, энергосберегающей и фракционной технологии плющения фуражного зерна, конструктивно-технологические схемы одно-, двухступенчатых плющилок

зерна, а также машин для очистки от примесей и фракционирования зернового материала.

Определено соотношение скорости зерна, сходящего с лопастей питающего вальца, и линейной скорости валцов для плющения: скорость зерновки в точке её ввода в зону плющения должна быть равной окружной скорости валцов для плющения; исследовано движение зерновки по криволинейной пластине между первой и второй ступенями плющения для двухступенчатой плющилки; установлено, что при консервировании влажного зерна применение щелевых форсунок предпочтительнее; определён радиус $R=0,17\text{ м}$ цилиндрического участка направляющей пластины камеры смешивания плющилки, обеспечивающий наилучшее смешивание зерна и консерванта; для конструкции плющилки с питающим устройством теоретически установлена его эффективность; исследовано перемещение зерновки в подводящем канале питающего устройства и влияние скорости перемещения на эффективность процесса плющения; разработана схема установки для очистки зернового вороха от примесей перед плющением, определена максимально допустимая скорость $v_{кр} = 0,66 \text{ м/с}$ движения частицы зерна по подсевному решету установки; исследована воздушная система машины МПО-30ДФ: рабочий процесс пневмосистемы машины стабилен, если частота входных воздействий первого и второго пневмосепарирующих каналов $\omega_{1 \text{ пн}}, \omega_{2 \text{ пн}} \geq 10 \text{ рад/с}$.

Вывод нов, достоверен, обосновывает первое и второе защищаемые положения и обобщает материалы, представленные во второй главе диссертационной работы.

Вывод третий представляет результаты экспериментальных исследований технических средств для технологий очистки и плющения фуражного зерна: установлено оптимальное место размещения форсунки, создающей поток консерванта в камере смешивания; для плющилки зерна с питающим устройством определена её наибольшая пропускная способность, которая наступает при следующих условиях: скорость ввода зерна в зону плющения должна быть равной окружной скорости рабочих поверхностей валцов для плющения; оптимизированы параметры питающего устройства плющилки зерна ПЗ-1М, при которых наблюдается минимальная энергоёмкость рабочего процесса и максимальная пропускная способность плющилки; исследован рабочий процесс очищающего устройства, определена величина его конструктивно-технологических параметров, обеспечивающих чистоту фуражного зерна 98 % при производительности устройства $Q = 3,6 \text{ т/ч}$; проведена оптимизация конструктивно-технологических параметров устройства ввода зерна в наклонный пневмосепарирующий канал пневмосистемы машины МПО-30ДФ.

Вывод нов, достоверен, обосновывает 3-е защищаемое положение и обобщает материалы, представленные в третьей и четвертой главах диссертации.

Вывод четвертый сообщает о практическом применении разработанных технологических линий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна – их изготовлении, испытаниях и внедрении в производство: фракционная технология плющения фуражного применена при реконструкции зерноочистительно-сушильных комплексов различных сельхозпредприятий Кировской области; с учётом результатов исследований разработана конструкторская документация и изготовлены опытные образцы плющилок зерна, проведены их ведомственные испытания, которые подтвердили заявленные показатели рабочего процесса; плющилки зерна ПЗД-3.1 прошла Государственные приемочные испытания; изготовлен опытный образец очищающего устройства, проведены его сравнительные испытания в установке «очищающее устройство + плющилка зерна ПЗ-1»; машины МПО-30ДФ и МПО-60ДФ испытаны и внедрены в производство при реконструкции зерноочистительно-сушильных комплексов.

Вывод нов, достоверен, обосновывает 4-е защищаемое положение и обобщает материалы, представленные в пятой главе диссертации.

Вывод пятый обосновывает экономическую эффективность применения технологий и технических средств плющения зерна: годовой экономический эффект от применения фракционной технологии плющения по сравнению с базовой составляет 2358448 руб; для плющилок зерна: ПЗД-3.1 – \mathcal{E}_r составляет 60833 руб. при уровне интенсификации $I = 26 \%$; для ПЗД-10 – $\mathcal{E}_r = 122\,500$ руб.; для ПЗ-1М – годовой эффект $\mathcal{E}_r = 68986,51$ руб. при уровне интенсификации $I = 49 \%$; для установки «плющилка зерна ПЗ-3.1+ очищающее устройство» – 16886 руб. при уровне интенсификации $I = 12 \%$; определена сравнительная эффективность рабочего процесса плющилок различной конструкции.

Вывод нов, достоверен, обосновывает 5-е защищаемое положение и обобщает материалы, представленные в шестой главе диссертации.

В целом общие выводы обосновывают научные положения, выносимые на защиту, содержат новую и полезную информацию о проведённых исследованиях технологий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна, и высокой эффективности практического применения результатов данных исследований в производстве животноводческой продукции.

Рекомендации производству по итогам проведённых научных исследований включают 6 пунктов, обобщают материалы 1-й, 5-й и 6-й глав диссертационной работы и представляют следующее: реконструировать существующие и разрабатывать новые зерно-, семяочистительные комплексы необходимо с применением технологий целевой послеуборочной обработки зерновых фракций, например, применять фракционную технологию плющения фуражного зерна; на предварительную очистку зерна необходимо устанавливать машины с возможностью фракционирования, например, МПО-30ДФ; для технологии плющения зерна в поле рекомендуется применять мобильную установку «очищающее устройство + плющилка зерна»; плющение

зерна рекомендуется выполнять двухступенчатыми плющилками с гладкими вальцами, например, ПЗД-3.1, ПЗД-6; на малых сельскохозяйственных предприятиях целесообразно использовать плющилку зерна с питающим устройством ПЗ-1М.

3. Значимость результатов исследований, представленных в диссертации, для науки и практики

Значимость для науки заключается в разработке схем ресурсо-энергосберегающей и фракционной технологий плющения фуражного зерна, усовершенствовании плющилок и машин для очистки от примесей и фракционирования зернового материала; получении результатов моделирования процесса обработки влажного зерна раствором консерванта, аналитических зависимостей и математических моделей движения зерна в рабочей зоне плющилок, рабочего процесса плющилки зерна с питающим устройством, очищающего устройства, устойчивости пневмосистемы зерноочистительной машины как пневматической цепи.

Новизна технологических и технических решений подтверждена 18-ю патентами РФ на изобретение (из них 5 – на способы (технологии)).

Значимость работы для практики заключается в том, что исследования технических средств очистки и плющения фуражного зерна позволили разработать их усовершенствованные опытные образцы, прошедшие проверку в производственных условиях, которые внедрены в производство, а плющилки ПЗД-3, ПЗД-3.1 прошли государственные испытания. Разработана также технологическая линия фракционной технологии плющения зерна, которая внедрена на пунктах послеуборочной обработки зерна при их реконструкции и показала свою эффективность.

Техническая и конструкторская документация плющилок ПЗ-1 и ПЗ-1М, ПЗД-10 передана в ООО «Нолинский ремонтный завод» Кировской области; плющилка ПЗ-1 серийно выпускается с 2016 г. Материалы научных исследований используются в производственном процессе ПКБ НИИСХ Северо-Востока, на предприятии ООО «Нолинский ремонтный завод».

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

Во введении обоснована актуальность проведения исследований, указана степень разработанности темы, цель и задачи исследований, научная новизна, значимость работы, сформулированы защищаемые положения, степень достоверности и апробация результатов, структура и объём диссертации.

В первой главе «Современное состояние проблемы получения зерновых кормов плющением и задачи исследований» на 63 страницах приведены результаты анализа состояния, на настоящее время, технологий приготовления концентрированных зерновых кормов, послеуборочной обработки и плющения фуражного зерна, конструктивно-технологических схем технических средств для осуществления очистки от примесей и плющения

зерна. Проведён обзор научных работ и экспериментально-теоретических исследований по исследуемой тематике. На основании данного анализа сделан вывод, что существует потребность в разработке общей технологии уборки зерновых культур и послеуборочной обработки и переработки зерна, а также технологии, позволяющей получать плющёный корм из фуражной фракции, выделенной из зернового вороха и очищенной от примесей до сушки, и машин для её осуществления – плющилок зерна и зерноочистительных машин; определены задачи научного исследования.

Замечания по первой главе.

1. При анализе научно-технической информации на некоторые приведённые автором рисунки (например, рисунок 1.13) не содержат ссылку на первоисточник, другие (рис. 1.8, 1.9, 1.10) недостаточно проанализированы.

2. Технологии приготовления концентрированных зерновых кормов (п. 1.1.2 работы), представленные на рис. 1.1, недостаточно полно раскрыты (например, взрыв зерна в кипящем слое и получение зерновых хлопьев)

3. В анализ экспериментально-теоретических исследований технологического процесса и конструктивных параметров плющилок зерна (п.1.6.1 работы) автором не включены работы по изучению захвата зерна вальцами на плющение, а именно он в значительной мере определяет технологический процесс плющения и такие основополагающие его параметры, как производительность и энергоёмкость.

Во второй главе «Теоретические предпосылки повышения эффективности технологий и технических средств плющения фуражного зерна», представленной в работе на 102 стр. текста, предложены новые схемы энерго,-ресурсосберегающей технологии послеуборочной обработки и переработки зерна, фракционной технологии плющения фуражного зерна, конструктивно-технологические схемы одно-, двухступенчатых плющилок зерна, а также машин для очистки от примесей и фракционирования зернового материала; приведены теоретические исследования движения зерна в рабочей зоне двухступенчатых плющилок, эффективности взаимодействия потоков влажного плющёного зерна и консерванта, математического моделирования взаимодействия потоков плющёного зерна и консерванта в камере смешивания плющилки, плющилки зерна с питающим устройством, устройства очистки зерна от примесей, устойчивости рабочего процесса пневмосистемы машины предварительной очистки зерна.

Замечания по второй главе.

1. Автор представил новую, по его утверждению, схему ресурсо-энергосберегающей технологии (рис. 2.1). Подтверждается ли её новизна патентом RU? (например, из материалов 2-й главы работы ясно, что фракционная технология запатентована).

2. Фракционная технология, по мнению автора, предполагает производить плющение и консервирование фуражного зерна непосредственно на зерноочистительном комплексе. Не приведёт ли это к негативным

последствиям (работа с консервантами)? И обязательно ли перерабатывать зерно на корм на комплексе?

3. В п. 2.2.4 диссертационной работы приведены теоретические исследования взаимодействия потоков консерванта и влажного плющеного зерна в камере смешивания плющилки. Неясно, что хотел показать автор с помощью данных исследований, и что означают полученные в результате исследований математические выражения?

4. П. 2.5.2 посвящён исследованиям разомкнутой системы зерноочистительной машины как пневматической цепи. Не расшифровано понятие частоты $\omega_{\text{пн}}$ внешнего воздействия, и от чего ещё зависит амплитуда колебаний скорости воздушного потока в каналах аспирации?

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» на 18-ти страницах приведены: программа экспериментальных исследований; методика проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов: плющилок зерна, плющилок с питающим устройством, устройством для внесения консервантов; очищающего устройства к плющилке зерна, зерноочистительных машин и их пневмосистем. Представлены применяемые приборы и оборудование, а также экспериментальные установки для исследований: процесса внесения консерванта в поток плющеного зерна; рабочего процесса плющилки зерна с питающим устройством; процесса очистки зерна от примесей перед плющением; разомкнутой пневмосистемы машины предварительной очистки и фракционирования зерна.

Замечания по третьей главе.

1. Фотографии некоторых экспериментальных установок невысокого качества (например, рис. 3.2), а рисунок 3.6 можно было не приводить, т.к. он не несёт никакой научной ценности.

2. Указанные в разделе ссылки на некоторые ГОСТ, ОСТ, другие нормативные документы, на которые ссылается автор, устарели (например, стр. 87, стр. 195).

Четвертая глава «Экспериментальные исследования технических средств и устройств к ним для получения зерновых кормов плющением» представлена на 41-й странице и включает следующие исследования и их результаты: процесс внесения консерванта в поток плющеного зерна, рабочий процесс плющилки зерна с питающим устройством, определение параметров устройства для очистки зерна от примесей перед плющением, оптимизация конструктивно-технологических параметров устройства ввода зерна в наклонный пневмосепарирующий канал.

Замечания по четвёртой главе.

1. При многофакторных исследованиях процесса внесения консерванта в поток плющеного зерна использовались форсунки с щелевым распылителем. По нашему мнению, для более объективной оценки процесса нужно было провести также исследования с круглым распылителем.

2. При оптимизации конструктивно-технологических параметров питающего устройства плющилки значимость исследуемых факторов и их сочетаний на критерий оптимизации y_1 наглядно приведена на рисунке 4.7, но для критерия y_2 подобного рисунка нет.

3. Определены параметры устройства для очистки зерна от примесей перед плющением, при которых чистота подлежащего плющению зерна составляет 98 %. Однако в результатах исследований нет данных о потерях зерна в неиспользуемые отходы. Соответствует ли величина потерь требованиям ГОСТ при очистке зерна?

4. Практически в каждом пункте четвертого раздела присутствуют материалы исследований по оптимизации конструктивно-технологических параметров исследуемого технического средства (кроме п. 4.3). Возможно ли было обойтись без таких исследований?

5. Применение питающего устройства привело к двукратному повышению пропускной способности плющилки. Как автор может объяснить полученные результаты?

В пятой главе «Разработка, испытания и внедрение в производство технологических линий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна» на 31 стр. приведены: разработка технологической линии фракционной технологии плющения зерна; разработка, применение и испытания плющилок фуражного зерна, установки «очищающее устройство + плющилка зерна ПЗ-1», машин предварительной очистки и фракционирования зерна МПО-30ДФ и МПО-60ДФ.

Замечания по пятой главе.

1. В п. 5.2.2 работы приведены материалы Государственных испытаний плющилки ПЗД - 3.1, по результатам которых ФГУ «Кировская МИС» рекомендует изготовить опытную партию плющилок. Удалось ли наладить серийное производство данных машин?

2. Из материалов диссертации следует, что плющилка ПЗД-10 разрабатывалась для установки её на упаковщик зерна в полиэтиленовый рукав. Неясно, были ли проведены испытания плющилки именно для этой технологии плющения?

В шестой главе «Экономическая эффективность применения технологий и технических средств очистки и плющения зерна», изложенной на 33 страницах, приведено следующее: технико-экономическое обоснование применения технологической линии фракционной технологии плющения зерна; энергетическая и экономическая эффективность применения плющилок зерна, очищающего устройства перед плющением, зерноочистительных машин с возможностью фракционирования.

Замечания по шестой главе.

1. При расчёте технико-экономического обоснования применения фракционной технологии плющения зерна получены довольно большие цифры годового экономического эффекта от её применения (более 2 млн. руб/г), при

реальном внедрении в производство цифры получены значительно меньшие. С чем это связано?

2. В п. 6.7.1 диссертационной работы представлен расчёт типоразмерного ряда плющилок зерна по производительности плющения и потребляемой мощности. Проводился ли подобный расчёт стоимости получения единицы продукции (тонны плющёного корма) для разных конструкций плющилок?

Седьмая глава «Перспективные способы приготовления кормов с применением технологий плющения и консервирования зерна», изложенная на 35 стр., включает описание вновь разработанных с участием автора способа приготовления комбикормов, технологии и установки приготовления патоки из зерна злаковых культур, способа консервирования влажного плющёного зерна и устройства для его осуществления.

Замечания по седьмой главе.

1. Способ консервирования плющёного зерна и устройство для его осуществления представлен в п. 7.3 диссертации. По нашему мнению, способ не является перспективным ввиду трудности его технического исполнения.

Продолжение дальнейших исследований по повышению эффективности получения плющёного зернового корма и его применения автор считает перспективным.

В целом диссертационная работа представлена автором как завершённый научный труд.

5. Оформление диссертации и редактирование

Текст диссертации изложен последовательно и грамотно, материалы исследований сопровождаются четкими схемами и рисунками. Вместе с тем имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации имеются грамматические и орфографические ошибки.

2. Автором по тексту диссертации допущены некоторые неточные формулировки, например, п. 2.6 общих выводов, что затрудняет их восприятие и правильное понимание представляемого материала.

3. Некоторые рисунки (например, 1.24 на стр. 55) имеют невысокое качество, а подрисовочные надписи недостаточно информативны (например, рис. 1.23).

Однако общее количество такого рода погрешностей невелико и оформление работы в целом отвечает предъявляемым требованиям.

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

Основные положения диссертационной работы изложены в 82 научных работах, в том числе 5 в международных базах данных SCOPUS и Web of Science, 20 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. По

материалам исследований получено 18 патентов RU. Общий объем публикаций составляет 64,8 п.л., из них авторских – 24,6 п.л.

Автореферат изложен на 40-а страницах и включает общую характеристику и краткое изложение содержания работы. Структура изложения диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата, заключение и рекомендации производству соответствуют положениям диссертации.

7. Заключение

Диссертационную работу Казакова Владимира Аркадьевича можно считать завершенной научной работой, в которой на основании выполненных автором исследований сформулированы и обоснованы научные положения, внедрение которых имеет существенное значение для повышения эффективности технологий и технических средств очистки и плющения фуражного зерна.

Отмеченные в отзыве недостатки не имеют принципиального значения, поскольку они носят частный характер, направлены на повышение уровня научных исследований и могут быть устранены в последующей работе соискателя.

Исходя из изложенного, считаю, что диссертационная работа соответствует разделу II действующего "Положения о порядке присуждения ученых степеней" № 842 от 24. 09. 2013 г, а ее автор, Казаков Владимир Аркадьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор



Б.И. Горбунов

Ф.И.О., лица представившего отзыв	Горбунов Борис Иванович
Место работы	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»
Адрес	603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97
E-mail	rekt-ngsha@inbox.ru
Телефон	8 (904) 914-99-56

Подпись Горбунова Б.И. заверяю,
ученый секретарь
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА




«04» ноября 2021 г.