

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ряднова Алексея Ивановича на диссертационную работу Бышова Дмитрия Николаевича «Способы и устройства очистки воскового сырья» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1- Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Актуальность темы исследования

Пчеловодство во всем мире является одним из важных звеньев сельскохозяйственного производства, от успешного развития которого в большой степени зависит повышение урожайности кормовых культур. Кроме того, продукты жизнедеятельности пчел – мед, воск, прополис, цветочная пыльца и перга, маточное молочко и пчелиный яд обладают профилактическими и лечебными свойствами. В связи с этим поддержание популяции пчел в стране является важной экономической программой.

Одним из важнейших продуктов жизнедеятельности пчел является воск, который используется в качестве сырья во многих отраслях промышленности.

Технология производства пчелиного воска предполагает обязательную тепловую переработку воскового сырья. При осуществлении данной технологической операции имеются существенные как количественные, так и качественные потери воска, которые связаны со значительным содержанием в сотах посторонних включений, таких как перга, прополис, экскременты пчел, механические примеси и т. п.

Разработка технических устройств, обеспечивающих удаление загрязнений из воскового сырья перед тепловой переработкой, представляется весьма актуальной научно-технической задачей, имеющей важное значение для механизации пчеловодства в агропромышленном комплексе Российской Федерации.

Отмеченное выше дает основание утверждать, что поставленные в диссертационной работе задачи, направленные на повышение чистоты и полноты выхода воска из его воскового сырья, являются актуальными для сельскохозяйственного производства.

Диссертационное исследование Бышова Д.Н. выполнено в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2011-2015 гг. (№ гос. рег. 01201174434), НИОКР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2016-2020 гг. (№ гос. рег. AAAA-A16-

116060910025-5) и НИР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2021-2025 гг. «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве. Перспективы развития сельских территорий», подраздел 1.2.5 «Совершенствование энергосберегающих способов и технических средств переработки продуктов пчеловодства» (рег. № НИОКТР 122020200038-8).

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность и достоверность полученных автором научных и практических результатов, сделанных по ним выводов, рекомендаций и перспективам дальнейшей разработки темы обеспечены анализом литературных источников по выбранной теме диссертации, изучением теоретических положений научных работ по оценке способов и средств очистки воскового сырья от органических загрязнений, а также проведением теоретического обоснования и экспериментального уточнения параметров устройств очистки воскового сырья, включающих гидровибрационную водную очистку выбракованных пчелиных сотов, измельчение сотов и диспергирование в воде органических загрязнений.

Достоверность основных положений и выводов подтверждается сравнительным анализом результатов теоретических и экспериментальных исследований, использованием апробированных методик, результатами математической обработки полученных результатов исследований. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследования.

Основные результаты, полученные автором и сформулированные на основании анализа содержания разделов диссертации, отражены в заключении, содержащем пять общих выводов.

Все выводы достоверны, обоснованы и вытекают из содержания диссертации, отвечают задачам исследования. Новизна технических решений подтверждена патентами РФ на изобретения.

Первый вывод вытекает из результатов анализа механизированных способов очистки воскового сырья от загрязнений перед тепловой переработкой и литературных источников по анализу методик оценки качества воскового сырья и эффективности очистки воскового сырья. Вывод отражает решение первой задачи исследования и основывается на материалах первой и второй глав диссертации.

Второй вывод сформулирован на основе выполненных исследований физико-механических свойств воскового сырья и его основного органического загрязнителя. Вывод обладает новизной, отражает решение второй задачи исследования и подтверждается данными третьей главы диссертации.

Третий вывод отражает установленные автором диссертации аналитические уравнения, описывающие процесс измельчения воскового сырья, теоретические модели одномерной диффузии, описывающей процесс растворения частиц загрязнения воскосырья в воде и определяющие рациональное соотношение диаметров измельчающего устройства камеры диспергирования. Вывод обладает новизной, отражает решение третьей задачи исследования и основывается на материалах третьей главы диссертации.

Четвертый вывод диссертации отражает результаты экспериментальных исследований по оценке влияния размера цилиндрических рабочих органов, расстояния между рабочими органами и их линейной скорости на критерий оптимизации - процент крупных восковых частиц размером более 3 мм, а также остаточной концентрации перги в сотах от частоты, амплитуды и времени вибрационного воздействия. Вывод выполнен по материалам четвертого, пятого и шестого разделов, обоснован, информативен и содержит решение четвертой задачи.

Пятый вывод отражает значимость использования разработанных с участием автора диссертации способов и устройств, используемых для очистки измельченного сырья в воде и гидровибрационной очистки пчелиных сотов, а также годовой экономический эффект от внедрения этих способов и устройств в производство и срок их окупаемости. Вывод выполнен по материалам седьмого раздела и содержит решение пятой задачи.

Таким образом, в выводах отражены результаты решения всех задач исследований. Все выводы в достаточной степени обоснованы, достоверны и обладают научной новизной. Основные положения диссертационной работы достаточно полно отражены в опубликованных автором печатных работах, апробированы на научно-практических конференциях.

Научная и практическая значимость работы

Научную новизну материалов диссертации составляют полученные автором теоретические и экспериментальные зависимости, позволяющие осуществлять обоснование параметров устройств гидровибрационной очистки воскового сырья, его измельчения и растворения органических загрязнений.

Теоретическую значимость работы представляют: математические зависимости параметров технических устройств гидровибрационной очистки целых пчелиных сотов от органических загрязнений и их растворения в воде, а также измельчения воскового сырья.

Практическая значимость работы заключается в возможности использовать полученные теоретические и экспериментальные математические модели при обосновании параметров предложенных устройств, увеличивающих количество выхода воска.

Техническая новизна конструкторских решений подтверждена патентами РФ на изобретения №2634432, № 2656968, №2662169, № 2667734, №2672403, №2708918.

Основные положения диссертации докладывались на 11 научно-практических конференциях различного уровня.

Разработанные способы и устройства очистки воскового сырья и целых пчелиных сотов внедрены в пчеловодческих хозяйствах на территории Российской Федерации (ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства», КФХ «Бортники» (д. Синьково) Рыбновского района Рязанской области), а также внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО РГАТУ и ФГБОУ ДПО МИПКА.

Оценка содержания диссертации в целом

Диссертационная работа включает в себя титульный лист, аннотацию, содержание, введение, семь глав, заключение, рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы, библиографический список из 321 наименования и 17 приложений. Основной текст диссертации изложен на 247 страницах, содержит 83 рисунка, 14 таблиц. Приложения изложены на 50 страницах.

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертационного исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследования» рассмотрены вопросы применения пчелиного воска в народном хозяйстве, дана классификация воскового сырья, проведен анализ и представлена классификация способов получения воска из воскового сырья и применяемого при этом оборудования, предложена классификация способов очистки воскового сырья до тепловой переработки. Установлено, что не решенным вопросом, возника-

ющим при получении воска из воскового сырья непосредственно на пасеках, является его засоренность органическими загрязнениями.

На основе проведенного анализа состояния вопроса сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе *«Предлагаемые механизированные способы очистки воскового сырья от загрязнений»* описаны известные методики оценки качества воскового сырья; проведен анализ эффективности очистки воскового сырья известными способами; представлены предлагаемые способы очистки воскового сырья.

Установлено, что наиболее целесообразно проводить извлечение органических и механических загрязнений из воскового сырья до перетопки. Это позволяет не только снизить количество загрязнений в получаемом продукте и увеличить процент выхода воска из него, но и при этом не нарушать его естественный химический состав.

Предложены способы очистки загрязненного воскового сырья, которые послужили основой для разработки дифференцированного подхода к процессу очистки воскового сырья и конструкций специализированных средств механизации, обеспечивающих выполнение основных технологических операций данного процесса.

В третьей главе *«Исследование физико-механических свойств воскового сырья и содержащихся в них загрязнений»* приведены программа и методики лабораторных исследований по определению объемной массы перги и измельченного воскового сырья различного гранулометрического состава; результаты экспериментальных исследований, на основании которых установлено: на процент выделения сортного воска из воскового сырья, получаемого путем перетопки, значимое влияние оказывает восковитость сырья и его гранулометрический состав; объемная масса воскового сырья и содержащихся в нем загрязнений (перги) в значительной мере зависит от гранулометрического состава этих продуктов; принятые факторы (время замачивания, температура воды, влажность и гранулометрический состав материала) оказывают значимое влияние на гигроскопические свойства органических загрязнений воскового сырья; представлены результаты статистического анализа математической модели, адекватно описывающей исследуемый процесс, на основе которых установлено, что процент не растворившегося осадка от первоначальной массы загрязнений в пересчете на сухое вещество достигает минимума (1,5%) при следующем рациональном сочетании факторов: продолжительность процесса 26 часов; темпера-

тура воды 42 °С; начальная влажность исследуемого продукта 12%; средний размер частиц 2,7 мм; доказано о целесообразности осуществления очистки в воде воскового сырья от загрязнений (перги) при относительной влажности последней 11-14 % и среднем размере частиц 2-2,5 мм.

В четвертой главе *«Исследование процесса измельчения воскового сырья»* представлено описание разработанной с участием автора диссертации установки для очистки воскового сырья, которая состоит из двух устройств – измельчителя и устройства для перемешивания измельченного сырья; установлено, что штифтовый измельчающий аппарат обеспечивает требуемый гранулометрический состав измельчаемому продукту; получена аналитическая модель, описывающая рабочий процесс штифтового измельчителя, которая позволяет определить время измельчения сотов в зависимости от частоты вращения рабочего вала и числа установленных на нем штифтов; установлена адекватная математическая модель, связывающая показатели крупности частиц в измельченной массе, получаемой в результате измельчения выбракованного воскового сырья от диаметров ударных рабочих органов, расстояния между ближайшими точками рабочих зон действия рабочих органов и их линейной скорости.

В пятой главе *«Исследование процесса диспергирования органических загрязнений воскового сырья в воде»* проведено теоретическое и экспериментальное исследование гидровибрационной очистки пчелиных сотов от органических загрязнений, а также проверка сходимости результатов исследований. При этом теоретическое исследование проводилось в два этапа. Первый этап заключался в построении аналитической модели процесса диспергирования органических загрязнений из воскового сырья в воде при перемешивании. Второй этап теоретического исследования был направлен на построение модели оценки рационального соотношения геометрических параметров камеры измельчителя и камеры перемешивающего устройства. Этап экспериментального исследования был направлен на обоснование максимальной концентрации погруженного в воду измельченного воскового сырья, при которой его очистка является эффективной. Для решения этой задачи был проведен однофакторный эксперимент с двумя критериями оптимизации. В результате оптимизации первый критерий – процент удаленных загрязнений – должен быть максимальным, а второй – мощность, расходуемая на перемешивание, – минимальным.

В шестой главе *«Исследование процесса гидровибрационной очистки воскового сырья»* представлено описание установки для гидровибрационной очистки пчелиных сотов, приведены методика и результаты лабораторных ис-

следований. Задачей экспериментального исследования являлось установление зависимостей полезной мощности, затрачиваемой на колебание рамки с сотами от частоты и амплитуды вибрации; остаточной концентрации перги в сотах и степени разрушения восковой основы сотов в процессе гидровибрационной очистки от частоты, амплитуды и времени вибрационного воздействия.

В седьмой главе «Производственные исследования и экономическая эффективность внедрения разработанных технологий и устройств очистки воскового сырья» приведены описание и результаты исследований по оценке внедрения в производство предлагаемых способов и оборудования для очистки воскового сырья от загрязнений и для гидровибрационной очистки пчелиных сотов от загрязнений. Исследования проводились в производственных условиях на базе КФХ «Бортники» Рыбновского района Рязанской области. Качество очищенного воскового сырья анализировали в лаборатории «Сертификации и стандартизации продуктов пчеловодства» в ФГБНУ «Федеральный научный центр пчеловодства». Определены годовые экономические эффекты от внедрения в производство технологий и установок для очистки воскового сырья и гидровибрационной очистки пчелиных сотов при размере пасеки 100 и 400 пчелосемей и сроки окупаемости капитальных вложений.

В приложении включены: статистические данные, характеризующие показатели составляющих измельченного воскового сырья; план и результаты эксперимента по изучению растворимости органических загрязнений воскового сырья в воде; регрессионный анализ результатов трехфакторного эксперимента и другие результаты выполненных исследований; копии патентов РФ на изобретения, протоколы испытаний устройства очистки воскового сырья; акты внедрения результатов исследований.

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

Основные положения диссертационной работы изложены в 58 печатных работах, в том числе 13 в журналах из перечня ВАК РФ, 6 патентах РФ на изобретения.

Автореферат в достаточной мере отражает материал диссертационной работы, ее основные положения и научные результаты; его текст изложен в последовательности, представленной в основной работе; содержание выводов не имеет отклонений от их изложения в диссертации.

Оценка языка и стиля диссертации

Диссертация написана технически грамотным и литературным языком, в научном стиле. Текст диссертационной работы, рисунки, список использованной литературы соответствуют требованиям, которые предъявляются к научным публикациям. Работа иллюстрирована необходимыми справочными таблицами и графиками.

Замечания по диссертационной работе

1. На с. 48 – 49 диссертации автор отмечает, что дифференцированный подход к очистке сотов увеличивает эффективность их использования. Однако не ясно, какими показателями оценивалась указанная эффективность?

2. Не ясно, на основе каких исследований предложены режимы вибраций соторамок, соответствующие частоте 45 - 60 Гц с амплитудой 1,5 - 2 мм и их продолжительностью 60 - 120 секунд (с. 49 диссертации), при их гидровибрационной очистке?

3. Автору работы следовало бы более точно давать определение некоторых понятий. Например, что означают понятия: «старые» и «сильно заперговые» соты, «происходит практически полное удаление загрязнений из ячеек» (с. 51).

4. В методике определения объемной массы компонентов воскового сырья (п.3.1.2) не указаны показатели, для которых на первом этапе исследований (с. 58) определяются «средние статистические данные».

5. Не ясно, чем обоснован выбор ударного измельчителя при получении гранулометрического состава перги?

6. Не ясно, почему на рис. 3.6 (с. 66 диссертации) показаны этапы проведения эксперимента по определению влияния времени, температуры, влажности и гранулометрического состава на гигроскопические свойства перги, а не на выбранный автором в данном случае критерий оптимизации - процент не растворившихся загрязнений P (зависимость 3.6)?

7. Не ясно, почему два критерия оптимизации (выход воска из перетопленного искусственно загрязненного сырья, с. 56 и процент не растворившихся в перге загрязнений, с. 59) обозначены одним и тем же символом P ?

8. Не удачно сформулировано название п.3.2.1 «Результаты исследования выхода воска из воскового сырья в зависимости от количества загрязнений» (с.70), т.к. в данном пункте рассматривается влияние среднего размера частиц фракций измельченного продукта и количества воска, содержащегося в опыт-

ной навеске на количество чистого воска, названного автором критерием оптимизации.

9. В зависимости (4.1) на с. 83 диссертации m это масса опытной навески, а не ее вес.

10. Не ясно, почему диаметр рабочей камеры измельчителя, представленный автором зависимостью (4.9) на с.85, назван оптимальным без его оптимизации?

11. При выводе зависимости для расчета объема воздуха (4.18) (с. 89 диссертации) автор сделал достаточно ошибочное допущение о том, что воздух – несжимаемая среда.

12. При разработке методики экспериментального исследования измельчающего рабочего органа автор принял три фактора, влияющих на критерий оптимизации - процент крупных восковых частиц размером более 3 мм: «диаметр штифтов» (X1), «расстояние между ближайшими билами, установленными на рабочем валу» (X2) и «линейная скорость конца ударных рабочих органов» (X3) (с. 104 - 105 диссертации). Однако не ясно, почему в п. 4 Заключения диссертации (с.207) эти факторы названы иначе: «размер цилиндрических рабочих органов», «расстояние между рабочими органами», «их линейная скорость».

13. В зависимости (4.52) (с.111 диссертации) масса навески обозначена символом M , а на рис. 4.12 и рис. 4.13 – символом M_n .

14. Желательно было бы после представленного рис. 4.13 (с. 112 диссертации) отметить конструктивные показатели измельчителя воскового сырья, которые оказывают существенное влияние на стабилизацию его производительности при увеличении массы навески более 0,3 кг?

Следует отметить, что указанные замечания не снижают качество проведенных исследований и не изменяют общей положительной оценки диссертации.

Заключение

На основании изучения содержания работы, ее автореферата и публикаций автора считаю, что диссертационная работа Бышова Дмитрия Николаевича «Способы и устройства очистки воскового сырья» соответствует паспорту специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (пункты 1, 2, 4 и 6) и является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, и содержит новые

научно-обоснованные технические и технологических решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Автореферат отражает основное содержание диссертации и соответствует предъявляемым требованиям.

Диссертация отвечает требованиям к научно-квалификационной работе, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует критериям п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842), а ее автор, Бышов Дмитрий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор



Ряднов Алексей Иванович

«22» мая 2025 г.

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет», профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК».

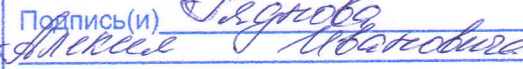
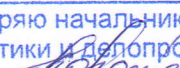
Специальность, по которой защищена докторская диссертация: диссертация защищена на стыке специальностей 05.20.01 – Механизация сельскохозяйственного производства и 06.01.09 - Растениеводство.

Адрес: 400002, Россия, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26.

Телефон: 8-903-372-99-54.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru



Подпись(и)	
	
Заверяю начальник Управления кадровой политики и депозитного производства	
	Е.Ю. Коротич
22.05.2025.	