

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), профессора кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» Кирова Юрия Александровича, на диссертационную работу Шишкина Игоря Валерьевича «Повышение эффективности технологии производства вермикомпоста путем разработки и обоснования параметров устройства по выемке», представленную в диссертационный совет 35.2.035.03 созданного на базе ФГБОУ ВО Вавиловский университет к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность

Актуальность исследования обусловлена интенсивным развитием тепличного хозяйства России и растущей потребностью в экологически безопасных органических удобрениях для поддержания плодородия почв. Технология вермикомпостирования обладает существенными преимуществами перед традиционными методами переработки органики, однако её промышленное внедрение сдерживается отсутствием специализированного оборудования для механизированной выемки готового продукта. Существующие решения требуют значительных ручных трудозатрат, что снижает производительность и повышает себестоимость конечного продукта. Диссертационная работа Шишкина И. В., посвященная разработке и обоснованию параметров устройства по выемке вермикомпоста из вермиинкубатора, направлена на решение актуальных научных и производственных задач.

Структура диссертации и оценка ее содержания в целом

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 137 страницах машинописного текста, содержит 11 таблиц, 48 рисунков, и приложения на 20 страницах. Список литературы включает в себя 120 наименований, из них 10 на иностранном языке.

Во введении обоснована актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследования» проведён комплексный анализ существующих технологий, субстратов и технических средств для производства вермикомпоста, выявлены их основные недостатки, такие как высокая трудоёмкость и отсутствие специализированного оборудования для механизированной выемки готового продукта. Рассмотрены различные способы вермикомпостирования, оценена их применимость в условиях промышленного производства. Составлена классификация технических средств, применяемых для вермикомпостирования, и проанализированы теоретические исследования взаимодействия рабочих органов с органическими материалами. На основе выявленных проблем обоснована цель работы и сформулированы задачи исследования, направленные на разработку новой конструктивно-технологической схемы устройства. В завершение главы сделан вывод о необходимости создания модульного механизированного решения для повышения эффективности и рентабельности процесса выемки вермикомпоста.

Во второй главе «Теоретическое обоснование технологического процесса, выполняемого техническим средством для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора» представлено теоретическое обоснование технологического процесса выемки вермикомпоста с использованием разработанного устройства, защищённого патентом РФ № 208013. Получены аналитические зависимости для расчёта движущей силы, мощности привода, производительности и энергоёмкости процесса, учитывающие геометрические параметры ножа и физико-механические свойства вермикомпоста. Также теоретически обоснован механизм прохождения материала через сетчатое основание на основе моделирования нижнего слоя как системы шарнирно опёртых пластин, что позволило определить условие вертикального перемещения продукта без горизонтального смещения. Получены аналитические зависимости для оценки критического давления, при котором вермикомпост самопроизвольно проходит через ячейки решета, а также условия, гарантирующие минимальные энергозатраты при выемке. Результаты

теоретического анализа создали научную базу для последующей экспериментальной проверки и оптимизации конструктивно-режимных параметров устройства в лабораторных и производственных условиях.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» представлена программа и методика экспериментальных исследований, направленных на обоснование конструктивно-режимных параметров устройства для выемки вермикомпоста. Описана методика определения физико-механических свойств вермикомпоста, включая влажность, плотность, угол внутреннего трения и сопротивление резанию. Приведено описание экспериментальной установки с регулируемым приводом ножа и тензодатчиком SBA-100L для регистрации тягового усилия. Изложена последовательность проведения одно-, двух- и трёхфакторных экспериментов, включая план Бокса – Бенкена для оптимизации геометрических параметров рабочего органа. Указана методика производственных испытаний опытного образца на базе АО «Совхоз – Весна» Саратовской области.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на обоснование конструктивно-режимных параметров устройства для выемки вермикомпоста. Определены ключевые физико-механические свойства вермикомпоста и установлен оптимальный размер ячеек решётчатого основания (50×50 мм), обеспечивающий минимальные потери материала при просеивании. На основе двухфакторного эксперимента выявлены рациональные режимные параметры: скорость движения ножа 0,3 м/с и высота срезаемого слоя 15 мм, при которых достигаются производительность 3,1 кг/с и энергоёмкость 33 Дж/кг. Трёхфакторный эксперимент по плану Бокса – Бенкена позволил обосновать оптимальные геометрические параметры ножа: высота 7 мм, ширина 70 мм, угол заострения 33°. Подтверждена удовлетворительная сходимость теоретических и экспериментальных данных, что свидетельствует о достоверности разработанных математических моделей.

В пятой главе «Технико-экономическая эффективность» представлены результаты производственных испытаний опытного образца установки на базе АО

«Совхоз – Весна» Саратовской области, подтвердившие её работоспособность и технологическую надёжность. Проведённый технико-экономический расчёт показал, что внедрение разработанного устройства обеспечивает рост производительности в 3,45 раза, снижение трудоёмкости на 86,2%, годовой экономический эффект 41 275 руб. и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений 1,26 года.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

На основании полученных в результате исследований данных, представленных в диссертационной работе, соискателем были сформулированы пять задач, в соответствии с которыми были сделаны пять основных выводов.

Первый вывод сделан на основе комплексного анализа существующих технологий, субстратов и технических средств для производства вермикомпоста, а также изучения производственного опыта и патентно-научной литературы. Выявлены ключевые недостатки существующих решений: высокая трудоёмкость, отсутствие специализированного оборудования для механизированной выемки готового продукта, низкая производительность и привязка к определённым климатическим условиям.

Вывод обоснован материалами первой главы диссертации и частично решает первую задачу исследований.

Второй вывод определяет основное направление совершенствования технических средств для вермикомпостирования. Предложена новая конструктивно-технологическая схема установки, оснащённой механизированным устройством для послойной выемки готового вермикомпоста без остановки технологического цикла и травмирования вермиккультуры. Новизна технического решения подтверждена патентом Российской Федерации на полезную модель № 208013.

Данный вывод обладает научной новизной и направлен на решение первой и второй задач исследований.

Третий вывод получен на основе теоретических исследований, в результате которых получены аналитические зависимости, позволяющие определить усилие взаимодействия ножа с вермикомпостом, мощность привода, производительность и энергоёмкость процесса. Установлено, что ключевое влияние на процесс оказывают скорость перемещения ножа, высота срезаемого слоя, геометрические параметры рабочего органа и физико-механические свойства материала. Данный вывод подтверждается материалами теоретических исследований, представленными во второй главе диссертации, и направлен на решение второй задачи.

Четвёртый вывод получен по результатам экспериментальных исследований и устанавливает рациональные значения конструктивно-режимных параметров устройства: скорость движения ножа 0,3 м/с, высота срезаемого слоя 15 мм, геометрические параметры ножа высота 7 мм, ширина 70 мм, угол заострения 33° , размер ячеек решётчатого основания 50×50 мм. При этих параметрах достигаются производительность 3,1 кг/с и минимальная энергоёмкость 33 Дж/кг. Вывод подтверждён статистической обработкой данных и удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных значений

Данный вывод решает третью и четвёртую задачи исследований.

Пятый вывод определяет технико-экономическую эффективность внедрения разработанного устройства, полученную при производственных испытаниях опытного образца на базе АО «Совхоз Весна» Саратовской области. Расчётный годовой экономический эффект составил 41 275 руб., срок окупаемости дополнительных капитальных вложений 1,26 года, снижение трудоёмкости на 86,2%.

Вывод направлен на решение пятой задачи исследований и подтверждает практическую значимость работы.

Все выводы сформулированы на основании материалов, представленных в диссертационной работе, и являются логически завершёнными, статистически обоснованными и воспроизводимыми. Научная новизна положений подтверждена патентом РФ и публикациями в рецензируемых изданиях. В работе также

изложены конкретные рекомендации производству и определены перспективы дальнейшей разработки темы, включая совершенствование рабочего органа и автоматизацию смежных технологических операций.

Оценка новизны и достоверности результатов исследований

Автор диссертации достаточно корректно использует известные научные положения, методы, а также полученные до него результаты научных исследований по проблематике диссертации.

Новыми научными результатами диссертационных исследований можно считать:

-новая конструктивно-технологическая схема установки для производства вермикомпоста, оснащённая устройством для послойной выемки готового продукта без остановки технологического цикла;

-аналитические выражения для определения усилий взаимодействия ножа с вермикомпостом, мощности привода, производительности и энергоёмкости процесса выемки, учитывающие геометрические параметры рабочего органа и физико-механические свойства материала;

-уравнение регрессии второго порядка, описывающее влияние геометрических параметров ножа: высоты, ширины, угла заострения на движущую силу, что позволило математически обосновать их оптимальные значения;

-экспериментально подтверждённые зависимости движущей силы, общей мощности привода, производительности и энергоёмкости от конструктивно-режимных параметров устройства: скорости движения ножа, высоты срезаемого слоя, размеров ячеек решётчатого основания;

-результаты сравнительных производственных испытаний, подтвердившие повышение производительности и снижение трудоёмкости на при внедрении разработанного устройства.

Новизна технических решений подтверждена патентом Российской Федерации на полезную модель № 208013.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обладают высокой степенью обоснованности, что подтверждается

комплексным подходом к их теоретическому и экспериментальному подтверждению.

Теоретическая обоснованность достигается за счёт опоры на фундаментальные труды в области механики грунтов и теории резания, применения методов математического анализа и классической механики при выводе аналитических зависимостей для расчёта движущей силы, мощности, производительности и энергоёмкости процесса выемки вермикомпоста.

Экспериментальная достоверность обеспечена проведением многофакторных исследований по утверждённым методикам с использованием планирования эксперимента, применением поверенного измерительного оборудования и статистической обработкой данных с использованием критериев Кохрена, Стьюдента и Фишера. Сходимость теоретических и экспериментальных значений не превышает 5%, что подтверждает адекватность разработанных математических моделей.

Практическая проверка выполнена в ходе производственных испытаний опытного образца на базе АО «Совхоз – Весна» Саратовской области, где подтверждена работоспособность устройства, достижение расчётных показателей производительности и экономической эффективности.

Степень завершенности диссертации и качество оформления

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой. По структуре, объему, содержанию и оформлению она соответствует требованиям ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям.

Основные положения и новые научные результаты, полученные автором диссертации, с достаточной полнотой опубликованы 15 работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК РФ. Получено 2 патента РФ на полезную модель. Общий объем публикаций составляет 3,4 печ. л., из которых 1,64 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Общие выводы заключения по диссертации отражают все этапы решения поставленных в работе задач.

Автореферат соответствует структуре диссертации и содержит все ее основные положения, а также новые научные результаты, полученные автором.

Замечания по диссертации и ее недостатки

1) На странице 11 указано соотношение C:N 20:1, однако на странице 13 для сбалансированных смесей вермикомпоста приведен диапазон 15:1...20:1.

2) В главе 1 раздел 1.4 целесообразно было бы закончить сравнительной таблицей преимуществ и недостатков технических средств для производства вермикомпоста.

3) В неравенстве (2.32) на странице 59 утверждается вертикальное перемещение, однако не учтено боковое распирание материала при срезании ножом, описанное в схеме рис. 2.6.

4) В разделе 3.1 (стр. 69) рассматривается сушка при 105 °С. Сушка органического материала при высоких температурах может исказить точность измерений.

5) На странице 74 тензодатчик описан как звено в тросе, но не указана его собственная масса и влияние на натяжение каната.

6) В разделе 4.3.3 (стр. 97) формула (4.5) не включает ширину ножа, хотя производительность зависит от площади поперечного среза.

7) В таблице 4.2 (стр. 101) фактор h_n назван «ширина ножа», однако в тексте раздела 4.4 h_n неоднократно используется как «высота ножа».

8) В работе проведен анализ взаимодействия ножа с материалом, но не указано какой из рассматриваемых факторов больше влияет на движущую силу в процессе выемки вермикомпоста.

Заключение

Представленная Шишкиным И.В. диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. В ней изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области производства вермикомпоста.

Работа выполнена на хорошем научном уровне, имеет внутреннее единство и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и

оборудование для агропромышленного комплекса. Полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Приведенные выше доводы позволяют сделать вывод о том, что представленная к защите диссертационная работа «Повышение эффективности технологии производства вермикомпоста путем разработки и обоснования параметров устройства по выемке» соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10 и 11 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор, Шишкин Игорь Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Профессор кафедры
«Сельскохозяйственные машины
и механизация животноводства»
ФГБОУ ВО «Самарский
государственный аграрный
университет»

докт. техн. наук,

(05.20.01) профессор



Киров Юрий Александрович

Копия
Киров Ю.А.
И.И. Копирован
И.И. Копирован
05 20 26 год

«29» 05 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Самарский ГАУ)

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Телефон: 8-9277460675

E-mail: kirov.62@mail.ru