

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), доцента, профессора кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет» Запевалова Михаила Вениаминовича, 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 по защите кандидатских и докторских диссертаций 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 (технические науки).

### **Актуальность темы диссертации**

Вермикулит обладает целым рядом преимуществ перед органическими удобрениями полученных путем применения традиционных методов переработки органических отходов. Процесс вермикомпостирования протекает без загрязнения окружающей среды, получаемый продукт представляет собой обеззараженное органическое удобрение с повышенным содержанием доступных и необходимых для растений питательных веществ. Однако производство вермикомпоста является достаточно затратным технологическим процессом, в виду того, что большинство технологических операций выполняются вручную. Наиболее трудоемкой операцией является выемка вермикомпоста из вермиинкубатора. Основными потребителями вермикомпоста являются тепличные хозяйства, при этом недостаточная их оснащенность современными техническими средствами, для промышленного производства вермикулита, сдерживает широкое его распространение. В связи с этим, 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** диссертации обоснована актуальность темы, изложены основные научные положения, выносимые на защиту, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

**В первой главе** «Состояние вопроса, цель и задачи исследования» обосновано значение производства вермикомпоста и его применения в сельском хозяйстве.

Достаточно подробно проведен анализ технологий и технологических процессов производства вермикомпоста. Рассмотрены субстраты и смеси, используемые для его приготовления. Проанализированы существующие технологические схемы и технические средства, применяемые для производства вермикомпоста. Составлена классификация технических средств. Проведен анализ существующих исследований по взаимодействию рабочих органов технических средств с обрабатываемым материалом – почвой органическим удобрением их смесей и других материалов. С учетом существующих проблем при производстве вермикомпоста определена цель и задачи исследований направленные на повышение производительности и обоснование рациональных конструктивно-режимных параметров технического средства при его приготовлении.

### **Замечания по 1 главе:**

1. В разделе 1.2 «Субстраты и смеси, используемые для производства вермикомпоста, на 15 с. указывается, что помет отличается высокой кислотностью, на самом деле птичий помет имеет щелочную или слабощелочную среду (рН 6,5 – 8,0).

2. Почему разработанная «технологическая схема производства вермикомпоста» (рисунок 1.12) представлена в разделе 1.3 «Существующие технологические схемы производства вермикомпоста», а не в разделе 2.2 «Предлагаемая технологическая схема производства органического удобрения», и в чем ее отличие от представленного в этом разделе «технологического цикла вермикомпостирования» (рисунок 2.2).

3.Раздел 1.3 «Существующие технологические схемы производства вермикомпоста» и раздел 1.4 «Анализ существующих технических средств, применяемых для производства вермикомпоста», целесообразно было бы объединить и сократить, так как имеется повторение представленной в них информации.

4.В разделе 1.5 «Классификация технических средств, применяемых для производства вермикомпоста» речь идет не о технических средствах, а о способах производства вермикомпоста, что не одно и то же.

5.Разделы 1.7 «Цель и задачи» и 1.8 «Выводы по главе», следовало бы поменять местами, так как формулировка цели и задач производятся на основе выводов по 1 главе, а не наоборот.

**Во второй главе** «Теоретическое обоснование технологического процесса, выполняемого техническим средством для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора» предложен технологический процесс производства вермикомпоста, устройство вермиинкубатора с устройством для выемки вермикомпоста при завершении процесса его образования. Выполнены теоретические исследования по обоснованию основных параметров рабочих органов устройства для выемки вермикомпоста, по определению затрат энергии при его осуществлении и его производительности.

Особенностью предлагаемого технологического процесса выемки вермикомпоста из вермиинкубатора является наличие устройства для послойной выемки готового вермикомпоста техническая новизна которого подтверждается патент РФ на полезную модель.

**В третьей главе** «Программа и методика экспериментальных исследований» представлены задачи проведения экспериментальных исследований, программа и методика экспериментальных исследований, направленных на обоснование конструктивных и режимных параметров устройства для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора. Методика исследования физико-механических свойств вермикомпоста. Описание устройства экспериментальной установки и принцип ее работы, методика проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов.

Исследования параметров установки включали в себя одно-, двух- и трёхфакторные эксперименты предусматривающие определение рациональных параметров решет вермиинкубатора в зависимости от просыпаемости вермикомпоста через отверстия, влияния скорости движения ножа, его параметров и толщины срезаемого слоя на усилие срезания, производительность установки.

Обработка результатов эксперимента проводилась по общепринятой методике.

**В четвертой главе** «Результаты экспериментальных исследований» приведены результаты экспериментальных исследований. Представлены средние величины основных физико-механических параметров вермикомпоста которые позволяют определить характер его просыпания через решётку вермоинкубатора и рациональные геометрические параметры его отверстий.

Дифференциальный анализ уравнений регрессии позволил определить рациональные значения, высоты, ширины и угла заострения ножа. Получены поверхности отклика которые показывают зависимость движущей силы от комбинации высоты ножа, его ширины и угла заострения. Дана оценка сходимости теоретических и экспериментальных зависимостей влияния высоты ножа на производительность выемки вермикомпоста и движущую силу, необходимую для осуществления процесса выемки вермикомпоста.

**В пятой главе** «Технико-экономическая эффективность» представлен расчет экономической эффективности предлагаемого устройства, который был выполнен после проведения производственных испытаний. Расчетный годовой экономический эффект от использования разрабатываемого устройства составляет 41275 рублей, срок окупаемости 1,26 года.

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

Теоретические исследования выполнены на основе законов физики, методов математического анализа и принципов классической механики. Экспериментальные исследования проводились с применением частных методик и факторных экспериментов. Анализ и обработка полученных данных осуществлялась с использованием современных компьютерных технологий и специализированного программного обеспечения Mathcab и Excel.

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

Обоснованность научных положений выполненных исследований, а также сделанных по ним выводов и рекомендаций, подтверждается ссылками на библиографические источники по теме диссертации, применением современных методов и аппаратуры, сходимостью результатов

теоретических и экспериментальных исследований, а также показателями экономической эффективности разработанных технических средств.

Анализируя сформулированные автором цель, задачи и выводы заключения в диссертационной работе, необходимо отметить следующее:

– цель работы и задачи исследований в целом корректны и соответствуют уровню кандидатской диссертации;

– по результатам работы сформулировано 5 выводов, практически все они вытекают из содержания диссертации и соответствуют поставленным задачам, хотя в разной степени, но несут полезную в научном плане и важную в практическом аспекте информацию.

Вместе с этим следует отметить недостатки, связанные с оценкой этой стороны диссертации:

- вывод 1 носит общий характер, вытекает из состояния вопроса и не является научным.

- в выводе 3 перечислены результаты теоретических исследований, выполненных автором диссертации, однако они не аргументированы численными значениями изученных параметров;

- в выводе 4 отмечается, что оптимальные размеры отверстий решетчатого основания составляют 50×50 мм, обеспечивающий минимальное просыпание материала в процессе вермикомпостирования, значение данного параметра недостаточно аргументировано в виду отсутствия как теоретических расчетов, так противоречий полученных результатов экспериментальных исследований.

### **Оценка новизны и достоверности результатов исследований**

Новыми научными результатами диссертационных исследований можно считать:

- новая конструктивно-технологическая схема установки для производства вермикомпоста, оснащенная устройством для выемки готового слоя вермикомпоста;

- аналитические выражения для определения усилий взаимодействия ножа с вермикомпостом, мощности, производительности и энергоемкости устройства для выемки готового слоя вермикомпоста из вермиинкубатора;

- уравнение регрессии, описывающее влияние геометрических параметров ножа на усилие, необходимое для выемки готового слоя вермикомпоста из вермиинкубатора;

- зависимости движущей силы, общей мощности привода, производительности и энергоемкости от конструктивно-режимных

параметров установки;

- результаты сравнительных производственных испытаний разработанной установки для производства вермикомпоста.

Новизна технических решений установки для производства вермикомпоста, оснащенной устройством для выемки готового слоя, подтверждена патентом Российской Федерации на полезную модель № 208013.

Достоверность результатов исследований обеспечена корректностью постановки и решения задач с использованием системного анализа, математического и компьютерного моделирования, а также обработкой экспериментальных данных общепринятыми методами, и хорошей сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

### **Рекомендации по использованию результатов исследований**

Результаты исследований данной диссертационной работы могут быть рекомендованы к применению предприятиям, занимающимся переработкой органических отходов животного и растительного происхождения для производства вермикомпоста. При применении данной технологии переработки отходов, для обеспечения высокой производительности вермикомпостирования с получением качественного удобрения, необходимо применять устройство с обоснованными рациональными параметрами и режимами работы, соблюдать установленные сроки переработки субстрата, поддерживать микроклиматические параметры (температуру, влажность, аэрацию).

### **Степень завершённости диссертации и качество оформления**

Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой. По структуре, объёму, 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 объём публикаций составляет 3,4 печ. л., из которых 1,64 печ. л. принадлежит лично соискателю.

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

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

### **Замечания по диссертации, и ее недостатки**

1. Из раздела 2.1. «Разработка технологического процесса и технического средства для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора» не понятно, разрабатывали техническое средство для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора, как в названии раздела, или установку для производства вермикомпоста, как указывается в тексте (рисунок 1). Если разработали технологический процесс для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора, то из текста не понятно, каким образом происходит эта выемка. Следовало представить схему этого технологического процесса.
2. На страницах 47-48 указывается, что при готовности вермикомпоста, его верхний слой в секции срезается ножом. Каким образом срезается верхний слой, если нож установлен в нижней части секции.
3. Разделы 2.1 «Разработка технологического процесса и технического средства для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора» и 2.2 «Предлагаемая технологическая схема производства органического удобрения» целесообразно было бы объединить в один раздел. С первоначальным представлением технологической схемы производства удобрения, а затем подробным описанием конструкции устройства и принципа его работы, из которого было бы понятно, как и посредством чего осуществляется выемка компоста.
4. Во 2 главе «Теоретическое обоснование технологического процесса выполняемого техническим средством для выемки вермикомпоста из вермиинкубатора» не представлено ни одной графической зависимости по обоснованию основных параметров рабочих органов, производительности, затрат энергии. Не получено ни одного численного значения.
5. Не указывается каким образом при подготовке вермикомпоста, проводилось доведение его до требуемой влажности.
6. Формула (3.1) для определения влажности вермикомпоста не верна.
7. Как определялась теоретическая зависимость массы просыпавшегося вермикомпоста (рисунок 4.3), в теоретических исследованиях не рассматривался этот показатель.

8. На основании чего делается утверждение, что размер ячейки решета должен быть 50x50 мм. Судя по представленным зависимостям (рисунок 4.3) рациональный размер ячеек является 75x75, так как экспериментальные данные показывают, что при данном размере ячеек просыпание подкормки такое же, как и при ячейках 50x50, а масса просеивающего материала при выемке более чем в 2 раза выше чем на ячейках 50x50 мм.

9. Таблица 4.2 – Факторы, уровни и интервалы варьирования и Таблица 4.3 – Матрица некомпозиционного трехфакторного плана Бокса – Бенкена, должны быть представлены в 3 главе «Программа и методика экспериментальных исследований», а не в 4 главе «Результаты экспериментальных исследований».

10. Не понятно на основании чего при планировании трехфакторного эксперимента критерием оптимизации технологического процесса принята движущая сила  $F_{дв}$ , ведь целью работы является повышение производительности, поэтому этот показатель и должен оптимизироваться. Не указывается на основании чего определялась значимость влияющих факторов и их уровень?

11. В Методологии и методах исследований указывается, что «Экспериментальную работу проводили в строгом соответствии с актуальными государственными стандартами...». Однако в работе был использован только один ГОСТ Р 56004-2014. Удобрения органические. Вермикомпосты. Технические условия. Чего конечно же недостаточно.

Отмеченные замечания несколько снижают уровень диссертационного исследования.

## **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, имеющие существенное значение для агропромышленного комплекса.

Работа выполнена на хорошем научном уровне, имеет внутреннее единство и соответствует паспорту научной специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки). Полученные автором результаты достоверны, выводы и рекомендации в целом 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 9,10,11 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения 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 (технические науки).

Профессор кафедры «Эксплуатация  
машинно-тракторного парка, и технология  
и механизация животноводства»  
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный аграрный  
университет» докт. техн. наук, доцент,  
Почетный работник АПК России

Запвалов Михаил  
Вениаминович

Подпись Запвалова М.В. заверяю:

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный  
аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ)  
Институт агроинженерии  
454080, Челябинская область  
г. Челябинск, пр. Ленина, 75  
Тел. +7 (351) 266-65-70  
e-mail: pda@sursau.ru



Подпись Запвалов М.В.  
**УДОСТОВЕРЯЮ**  
Иванов И.И. по кадрам  
Мамашкина П.А.  
15 МАЙ 2026