

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

**на диссертационную работу Айтбаевой Замиры Кишкембаевны на тему «Автоматизация и управление кавитационной деструкцией отходов животноводства для интенсификации анаэробного сбраживания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**

**Актуальность темы исследования.** Отходы животноводства в крестьянско-фермерских хозяйствах ввиду отсутствия системы частичной или полной его утилизации зачастую не обеззараживаются и не перерабатываются, что загрязняет окружающую среду близлежащих населенных пунктов и атмосферу выбросами метана и диоксида углерода, влияющих на потепление климата и создания парникового эффекта.

Применение биогазовых технологий позволяют фермерам частично решить экологические и социальные задачи, а также и финансовые за счет используемого полученного от ежедневно возобновляемого отхода животноводства в быту биогаза (метана), электричества и биоудобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Биогазовая технология с кавитационной деструкцией, автоматизацией и беспроводной системой управления, обеспечивающие интенсификацию анаэробного процесса сбраживания в биореакторе, позволяющая получить биоудобрения и биогаз (метан), а также решающая проблемы экологической безопасности и создания безотходного производства является актуальным направлением, имеющей большое практическое значение.

В этой связи автоматизация и управление кавитационной деструкцией отходов животноводства для интенсификации анаэробного сбраживания в крестьянско-фермерских хозяйствах, несомненно, актуальна как в практическом, так и в теоретическом аспекте.

**Научные результаты в рамках требований к диссертациям.** Диссертационная работа Айтбаевой Замиры состоит из введения, трех глав, списка литературы и приложений.

Во введении изложены цели и задачи работы, обосновывается ее актуальность. Представлены сведения, на основе которых получены основные результаты диссертации. Описаны научная новизна, практическая и экономическая значимость, полученные из результатов, основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации анализируется современное представление технологии переработки экскрементов КРС в фермерских хозяйствах. Рассматриваются: предварительная подготовка отходов животноводства (далее сырье) путем кавитационной деструкции и анаэробного сбраживания сырья в

психрофильном режиме, основные влияющие факторы и требования, предъявляемые к системе контроля и автоматизации управления технологическим процессом измельчения, гомогенизации, деструкции субстрата и ее сбраживание при тепловом режиме в биореакторе. Проанализированы труды отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области интенсификации анаэробного сбраживания экскрементов КРС в биогазовых установках, их степень контроля и автоматизации управления.

Во второй главе диссертационного исследования рассмотрены закономерности измельчения и однородности состава субстрата, распространения теплоты и психрофильного анаэробного сбраживания в биореакторе.

В третьей главе рассмотрены алгоритмическое обеспечение и программная реализация системы автоматизации и управления процессом кавитационной деструкции и анаэробного сбраживания субстрата в биореакторе; вопросы практической реализации основных методик, алгоритмов автоматизации технологических процессов измельчения, гомогенизации и диспергации субстрата и анаэробного сбраживания в психрофильном режиме.

В заключении представлены основные научные результаты работы и выводы.

**Степень обоснованности и достоверности научных результатов диссертации.** Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается корректным применением системного подхода, методов теории управления и математического моделирования, практической реализацией и внедрением разработок в фермерские крестьянские хозяйства.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на многочисленных международных конференциях в странах дальнего и ближнего зарубежья, опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК МО и НКР.

**Степень новизны научных положений.** Научная ценность данной диссертационной работы заключается:

- в разработке математической модели кавитационной деструкции отходов животноводства, выявившая определяющие основные факторы измельчения, структуру частиц и степень их влияния на выход биогаза;

- в установлении минимального диапазона относительной площади кавитационного деспергатора, соответствующей относительному снижению относительного условного давления  $(P_u - P_k)/(P_u - P_{u,p})$  и минимальной потере  $0,45 \leq \Omega \leq 0,7$ ;

- в обосновании и расчете суммарного времени измельчения и гомогенизации частиц субстрата в устройстве обработки сырья УОС ( $t = 2 \cdot 21 = 42$  мин, который 2.6 раз меньше прежнего, что дает значительную экономию энергии, а также выход биогаза до 70%);

- в технической новизне устройств, обеспечивающей способ переработки органических отходов, подтвержденной патентом на полезную модель (патент РК № 103153, 2016 г.);

- в разработке программного обеспечения системы контроля и автоматизации управления способом переработки отходов животноводства, обеспечивающие устойчивую непрерывную работу кавитационного деструктора и анаэробного сбраживания психрофильтрного режима.

Все предложенные разработки внедрены в крестьянское хозяйство и подтверждены актами о внедрении.

**Оценка внутреннего единства и направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи.** Внутреннее единство полученных в диссертации результатов обеспечивается системным подходом, методами математического моделирования. Поставленные в диссертации задачи, приведенные в ней научные и практические результаты и внедрение в крестьянском хозяйстве «Акжар» СПК «Бірлік-Түймекент» были осуществлены в результате выполнения НИР.

**Практическая значимость полученных научных результатов.** Практическая значимость полученных в диссертации Айтбаевой З.А. научных результатов заключается:

- в повышении выхода биогаза и сокращения срока анаэробного сбраживания, что дает возможность строительства биореакторов меньших объемов и размеров, а следовательно уменьшения затрат на капитальные строения;

- в надежности работы УОС, позволяющего достичь максимального выхода метана посредством автоматической системы управления основными параметрами измельчения, гомогенизации идеструкции отходов животноводства; нагрева и сбраживания субстрата в биореакторе;

- в защищенном патенте на полезную модель (РК № 103153, 2016 г.) - «Способ переработки органических отходов», который успешно внедрен в КФХ «Акжар» Жамбылской области РК и готов к коммерциализации в фермерских хозяйствах.

**Связь темы диссертации с научными программами и научно-исследовательскими работами.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР кафедр «Прикладная информатика» КГУ им. А. Арабаева и «Прикладная математика и программирование» ТарГУ им. М. Х. Дулати. Основные результаты диссертации получены в результате выполнения хоздоговорной НИР №0117РКД0176 (2015-2017 гг.) по теме: «Моделирование и оптимизация процесса анаэробного сбраживания в биогазовой установке с получением продуктов метана, двуокиси углерода и воды», заключенных между ТарГУ имени М.Х. Дулати и К/Х «Акжар».

**Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.** Содержание диссертации в достаточной степени отражено в публикациях автора. По теме диссертации опубликовано 24 печатные работы, из них 18 статей, 6 публикаций на международных симпозиумах, республиканских, межвузовских конференциях.

**Соответствие автореферата содержанию диссертации.** Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, цели и задачам, а также полученным результатам, выводам.

**Недостатки и замечания, выявленные в диссертационной работе.** В диссертационной работе имеются следующие недостатки:

1. Не совсем четко сформулирована постановка задач диссертационного исследования.
2. В тексте диссертации автор не поясняет и не обосновывает достигнутые им научные результаты по сравнению с ранее имеющимися решениями.
3. Не выполнен анализ зарубежного опыта применения и моделирования процессов по данной теме.

Указанные недостатки не снижают актуальность и качество содержания диссертации.

**Соответствие диссертации требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней.** Диссертация Айтбаевой З.К. представляет законченную научно-исследовательскую работу, которая выполнена на достаточно хорошем научном уровне.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Айтбаевой Замиры Кишкембаевны на тему «Автоматизация и управление кавитационной деструкцией отходов животноводства для интенсификации анаэробного сбраживания», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям) соответствует требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по названной специальности.

**Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Компьютерные науки»  
Университета им. Сулеймана Демиреля**

  
**Б.Х. Айтчанов**

**Подпись заверяю**



**«13» 01 2021 г**