ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора **Ларичкина Владимира Викторовича** на ***диссертационную работу Кондратьева Аркадия Александровича «Обоснование параметров комбинированного способа нейтрализации отходящих газов ферментера»***, представленную в диссертационный совет 24.1.211.01, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы диссертации

Развитие технологий переработки органических отходов в агропромышленном комплексе (АПК) России сопровождается необходимостью решения комплекса экологических и инженерно-технологических задач, одной из которых является снижение выбросов токсичных компонентов отходящих газов. Эксплуатация ферментеров на предприятиях АПК сопряжена с образованием газовых смесей сложного состава, содержащих в основном ***аммиак, сероводород, летучие соединения, аэрозольные включения и микробиологические загрязнители***. Наличие указанных компонентов сильно ухудшает санитарно-гигиенические условия на производстве и создаёт дополнительную нагрузку на окружающую среду.

Традиционные способы очистки газовых выбросов не всегда обеспечивают требуемую степень нейтрализации в условиях ***высокой влажности, переменного состава и нестационарности газового потока***. В этой связи поиск технических решений, сочетающих достаточную глубину очистки и экономическую эффективность, представляет как научный, так и практический интерес.

Диссертационная работа Кондратьева А.А. посвящена обоснованию параметров комбинированного способа нейтрализации отходящих газов ферментера, основанного на последовательном сочетании абсорбционной и плазмохимической стадий. По своей направленности работа ориентирована на решение актуальной научно-технической задачи, связанной с повышением экологической безопасности функционирования объектов агропромышленного комплекса, поэтому является своевременной и востребованной.

Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа выполнена на основе комплексного подхода, включающего анализ существующих технологий, теоретическое обоснование предлагаемого решения, проведение экспериментальных исследований и производственную проверку полученных результатов. Автором последовательно решены задачи, связанные с выбором рациональной схемы нейтрализации, исследованием закономерностей протекания процесса и определением режимных параметров работы комбинированной установки.

Обоснованность научных положений и выводов определяется логикой построения исследования и взаимосвязью между его этапами. Автором рассмотрены особенности формирования отходящих газов ферментера, показаны ограничения традиционных методов очистки, предложен комбинированный способ, позволяющий перераспределить нагрузку между стадиями водной абсорбции и плазмохимической обработки. Существенным достоинством работы является то, что исследование доведено до уровня инженерного обоснования параметров, пригодных для практического применения.

Достоверность результатов обеспечивается использованием современных методов экспериментальных исследований, сопоставлением расчётных и опытных данных, а также проведением испытаний в производственных условиях. Представленные в работе результаты в целом согласованы между собой, а выводы находятся в соответствии с содержанием диссертации и поставленным задачам.

К числу научных результатов, обладающих определённой степенью новизны, следует отнести:

1) обоснование идеи комбинированного способа нейтрализации образующихся в результате работы ферментера токсичных компонентов отходящих газов с последовательным применением водяной абсорбции и плазмохимического воздействия;
2) разработку математической модели процесса нейтрализации аммиака, учитывающей протекание абсорбционной и плазмохимической стадий;
3) установление рациональных параметров работы комбинированной системы нейтрализации, обеспечивающих достижение требуемой эффективности по аммиаку при отвечающих нормативам энергетических и эксплуатационных затратах;

4) оценку технико-экономической эффективности предложенного способа в сравнении с альтернативными схемами.

В общем и целом научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы следует признать обоснованными, достоверными и имеющими научно-практическую значимость.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа построена последовательно и характеризуется завершённостью.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ современного состояния вопроса в области нейтрализации отходящих газов ферментеров и аналогичных технологических систем. Рассмотрены особенности состава отходящих газов, дана оценка традиционным методам очистки, показаны их преимущества и ограничения, что позволило автору обоснованно перейти к выбору комбинированного способа.

Во второй главе изложены теоретические основы предлагаемого способа нейтрализации токсичных компонентов отходящих газов. Наибольший интерес представляет попытка описания комбинированного процесса с учётом последовательного протекания стадий абсорбции, плазмохимической деструкции и доокисления. Предложенная математическая модель представляет практический интерес как инструмент инженерной оценки режимов работы установки.

В третьей главе приведены методики исследований, описана экспериментальная база, использованные средства измерения и порядок проведения лабораторных и производственных испытаний. Методическое обеспечение работы в целом следует признать достаточным для решения поставленных задач.

В четвёртой главе представлены результаты экспериментальных исследований и анализ влияния основных режимных параметров на эффективность процесса нейтрализации. Автором установлены рациональные диапазоны температуры абсорбционной жидкости, удельного расхода абсорбента, скорости плазмообразующего газа, массовые отношения озона к аммиаку и времени пребывания газовой смеси в транспортном канале. Существенным достоинством работы является то, что режимные

параметры определены не изолированно, а в привязке к условиям реального объекта.

В пятой главе приведены результаты энергетической и экономической оценки комбинированного способа нейтрализации. Автор показал, что предложенная схема позволяет снизить эксплуатационные затраты по сравнению с традиционными вариантами очистки и при этом обеспечить требуемую степень нейтрализации аммиака. Наличие данного раздела повышает ценность диссертации, поскольку переводит результаты исследования из области лабораторных оценок в плоскость реального инженерного применения.

Следует отметить, что диссертационная работа ориентирована не только на получение частных экспериментальных зависимостей, но и на решение более общей задачи — обоснование параметров системы газоочистки ферментера в условиях агропромышленного предприятия. Именно это, придаёт работе завершённый научно-технический характер, и определяет её практический интерес для разработки и совершенствования систем газоочистки, объектов АПК по переработке органических отходов.

Оценка выводов диссертации

Выводы, сформулированные в диссертации, в основном соответствуют содержанию выполненных исследований и поставленным задачам.

Первый вывод, посвящённый классификации аммиака как приоритетного токсичного компонента отходящих газов ферментера, логически вытекает из анализа состава выбросов и принятой постановки задачи. Он задаёт методическую основу для последующей оценки эффективности исследуемого способа нейтрализации.

Во втором выводе обоснован комбинированный способ нейтрализации отходящих газов с использованием водяной абсорбции и последующей плазмохимической обработки. Данный результат имеет прикладной характер, и представляет интерес с точки зрения снижения использования химических реагентов и повышения эффективности процесса.

Третий вывод связан с разработкой математической модели комбинированного процесса нейтрализации аммиака. Вывод имеет важное значение, поскольку позволяет перейти от описательного уровня исследования к инженерному расчёту параметров процесса.

В четвёртом и пятом выводах отражены рациональные параметры работы различных фрагментов установки и режимные условия, обеспечивающие нормативно требуемую эффективность нейтрализации аммиака. Результаты имеют практическую значимость, и могут

использоваться при проектировании и совершенствовании аналогичных систем.

Шестой вывод, посвящённый энергетическим и технико-экономическим показателям процесса, дополняет прикладную ценность работы и подтверждает целесообразность использования предложенного решения в производственных условиях.

В общем и целом выводы диссертации являются информативными, последовательными и отражают полученные автором результаты.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы определяется тем, что в ней развиты подходы к описанию комбинированного процесса нейтрализации аммиака в отходящих газах ферментера при последовательном сочетании абсорбционной и плазмохимической обработки. Полученные зависимости и предложенная модель расширяют представления о выборе рациональных режимов функционирования подобных систем.

Практическая значимость диссертации заключается в возможности использования разработанного способа нейтрализации и установленных параметров при создании и модернизации систем газоочистки на объектах агропромышленного комплекса, использующих ферментационные технологии переработки органических отходов. Полученные результаты могут быть востребованы в проектной практике, при разработке природоохранных мероприятий, а также в научно-исследовательской и учебной деятельности.

Замечания по диссертации

1. Разработанная математическая модель представляет практический интерес для инженерной оценки процесса. Однако область её применимости в диссертации обозначена недостаточно детально. В частности, было бы полезно более чётко показать, насколько устойчивы параметры модели при изменении влажности отходящих газов, их исходного состава и производительности установки.
2. Недостаточно полно рассмотрены зависимости, отражающие ключевые взаимосвязи выходных параметров технологического процесса с входными. Для применения инженерами важно эти зависимости математически описать, с целью получения конкретных диапазонов их применимости и гарантированной точностью.
3. При положительной оценке полученных результатов по экологической эффективности следует отметить, что

нормативный аспект оценки конечного выброса мог бы быть раскрыт более подробно. Прежде всего, это относится к увязке полученных концентраций токсичных компонентов с конкретными требованиями нормативных документов и к анализу состава газовой смеси после плазмохимической обработки и стадии доокисления.

4. В экономической части работы показано преимущество комбинированной схемы по сравнению с альтернативными решениями. Однако расчёт технико-экономических показателей мог бы быть дополнительно усилен анализом чувствительности результатов к изменению стоимости электроэнергии, расхода воды, производительности по озону и других значимых факторов.
5. При анализе эффективности предложенной схемы целесообразно было бы более подробно рассмотреть взаимосвязь между степенью предварительной абсорбции аммиака и последующей интенсивностью плазмохимического воздействия, поскольку именно эта взаимосвязь является ключевой для рационального распределения нагрузки между стадиями.
6. Представленные в работе результаты убедительно подтверждают работоспособность предложенного решения, однако вопрос о влиянии возможного изменения состава циркуляционной жидкости на стабильность процесса абсорбции и общую эффективность нейтрализации мог бы быть освещён более подробно.
7. В диссертации и автореферате используются разные термины (отходящие газы, токсичные компоненты и др.). Важно выдержать единую терминологию и определиться с этим самому соискателю.

Приведённые замечания не носят принципиального характера, не снижают научной и практической значимости выполненной работы, и могут рассматриваться как рекомендации, направленные на дальнейшее развитие представленного исследования.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации

Основные результаты диссертационной работы отражены в опубликованных научных трудах автора, в том числе в 3 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, публикации в издании, индексируемой в международных базах, а также в патенте Российской Федерации. Материалы работы прошли апробацию на

научно-практических конференциях, что подтверждает их достаточную степень обсуждения в научной среде.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат соответствует содержанию диссертации, отражает её структуру, цель, задачи, основные результаты, научную новизну, положения, выносимые на защиту, выводы и практическую значимость. Существенных расхождений между авторефератом и диссертацией не выявлено.

Заключение

Диссертационная работа Кондратьева Аркадия Александровича «Обоснование параметров комбинированного способа нейтрализации отходящих газов ферментера» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи, имеющей существенное значение для развития технологий и технических средств обеспечения экологической безопасности объектов агропромышленного комплекса.

Полученные автором результаты являются в целом обоснованными и достоверными, выводы и рекомендации логически вытекают из содержания диссертации. Работа обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

По своему содержанию диссертационная работа соответствует критериям, установленным пунктами 9–14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а её автор, Кондратьев Аркадий Александрович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

Ларичкин Владимир Викторович

Учёная степень - доктор технических наук по специальности ВАК 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Учёное звание – профессор по кафедре «Инженерные проблемы экологии».

Должность - профессор кафедры инженерных проблем экологии

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Адрес: Россия, 630073, г. Новосибирск, проспект Карла Маркса, д. 20

e-mail: rector@nstu.ru, тел.: +7 (383) 346 50 01

Интернет-сайт организации - https://www.nstu.ru

Электронная почта и телефон оппонента

E-mail: larichkin@corp.nstu.ru, тел: +7(383) 959 64 37

Я, Ларичкин Владимир Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«12»___05__ 2026 г. _____ /В.В. Ларичкин/

Подпись доктора технических наук, профессора кафедры инженерных проблем экологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» В. В. Ларичкина заверяю:

Учёный секретарь Новосибирского государственного технического университета, д.т.н., профессор **Шумский Геннадий Михайлович**

_____

М.П.

К Кондратьев АА