

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора

Махоткин Алексея Феофилактовича

на диссертационную работу Сергиной Наталии Михайловны

«Теоретическое и экспериментальное обоснование использования

систем обеспыливания выбросов с вихревыми инерционными

аппаратами для обеспечения экологической безопасности в

производстве строительных материалов»,

представленную на соискание учёной степени доктора технических

наук по специальности 2.1.10. (05.23.19) Экологическая безопасность

строительства и городского хозяйства

Актуальность диссертационного исследования

Диссертационная работа Сергиной Н.М. посвящена проблеме очистки отходящих газов от пыли. Известно, что в промышленности из общего количества токсичных выбросов в атмосферу около 80% относится к выбросам пыли различных веществ. Эта проблема достаточно актуальна на заводах производства не только строительных материалов. Не менее актуальной она является и для многих других отраслей промышленности, включая следующие: энергетику, заводы производства удобрений, заводы производства цветных металлов, заводы переработки твердых отходов в крупных городах.

Следует особо отметить, что в производстве строительных материалов без предварительной очистки отходящих газов от пыли невозможно применить эффективные способы окончательной очистки отходящих газов от оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и других токсичных веществ. Кроме того, следует отметить, что очистка отходящих газов только от пыли сама по себе является сложной научно-технической проблемой. Также известно, что очистка отходящих газов от пыли в действующих циклонах в

условиях заводов производства строительных материалов не может обеспечить современные санитарные нормы.

Степень обоснованности, научная новизна и практическая значимость

К сожалению способы решения экологических проблем в отрасли производства строительных материалов значительно отстали от уровня развития подобных технологических процессов в других отраслях промышленности. Например, известно, что в химической промышленности современное производство кальцинированной соды аммиачным методом начинается с мощного производства обжига известняка с получением извести и углекислого газа. При этом известь применяется как в производстве кальцинированной соды, так и в производстве строительных материалов (в виде цемента). К примеру, в городе Стерлитамак находится один из крупнейших в Европе заводов по производству кальцинированной соды, извести и цемента. На этом заводе очистка отходящих газов от пыли при обжиге известняка там производится в две стадии. На первой стадии применяется сухая очистка газов в циклонах, а на второй стадии применяется способ мокрой очистки газов в орошаемых насадочных башнях с мокрыми электрофильтрами.

С учетом всех вышеперечисленных данных становится понятным, что обеспечение современных санитарных норм очистки отходящих газов от пыли в подобном крупнотоннажном производстве только лишь с помощью одних сухих циклонов является невозможным. В упомянутом крупнотоннажном производстве обжига известняка в Стерлитамаке, как и практически на всех подобных заводах, даже дополнительная мокрая очистка отходящих газов от пыли не обеспечивает эффективную очистку отходящих газов от остатков продуктов неполного сгорания топлива, от остатков оксида

углерода и остатков оксида азота. Примерно такая же ситуация наблюдается при очистке отходящих газов теплоэлектростанций, работающих на угле.

Отсюда следует вывод, что довольно рискованным является включение автором в название диссертации такого словосочетания, как «... для обеспечения экологической безопасности в производстве строительных материалов». Изучение содержания диссертации показало, что автор не решал специфичные проблемы экологии производства строительных материалов, а занимался решением проблемы дальнейшего совершенствования научно-технических основ модернизированных циклонов, которые необходимы для сухого способа очистки газов от пыли с весьма плодотворным математическим описанием эффективности различных вариантов исполнения технологических схем новых установок.

Модернизированный циклон автор называет аппаратом со встречными закрученными потоками. Однако основная научная новизна заключается не столько во встречных закрученных потоках, сколько в целенаправленном изменении пространственной структуры газового потока и целенаправленном управлении траекторией движения частиц. Известно, что при работе циклона внутри циклона образуется тороидальный газовый вихрь, который, уносит мелкодисперсную фракцию частиц из циклона и уменьшает степень очистки отходящих газов от пыли. Автор разработал оригинальный подход для управления всеми тремя составляющими скорости движения газового потока внутри циклона (радиальной, тангенциальной и осевой). Применяя дополнительный газовый поток и направляя его в осевую область циклона, автор прежде всего достигает изменения величины давления газа в осевой области. Это приводит к уменьшению скорости движения частиц пыли из периферийной области циклона в осевую область. Таким образом, автор достигает уменьшения величины нежелательной скорости вращения тороидального вихря в нижней части циклона. Кроме того, автор предлагает дополнительно направить часть газового потока вниз циклона в область

разгрузки пыли. При этом направление вертикальной составляющей скорости газа внизу циклона изменилось на прямо противоположное, и уловленная в циклоне пыль стала выходить из аппарата вниз вместе с частью газового потока. Вместе с этим впервые достигнуто движение вниз мелкой фракции частиц. Предлагаемая модернизация циклона представляет собой большое научно-техническое достижение, позволяющее увеличить эффективность циклона. Также необходимо отметить, что нижний непрерывный отсос части газов позволяет резко увеличить надежность циклона в его нижней части, так как раньше нижняя часть всегда забивалась осадком. Однако при создании дополнительного ввода газа в циклон произойдет ухудшение надежности циклона. На поверхности газохода внутри циклона будет оседать толстый слой осадка, который вызывает опасность забивания нижней части циклона. Безусловно, в последующие годы творческой работы автор с большой вероятностью обеспечит ликвидацию возникающего недостатка.

Из сказанного следует, что автор предлагает принципиально новый способ модернизации циклона и создание нескольких вариантов соединения этих модернизированных циклонов. Конечно, приятно, что каждый из возможных вариантов исполнения технологической схемы автор сопровождает математическим описанием эффективности всей установки. Очевидно, что этот раздел работы имеет не только практическую полезность, но и хорошую научную новизну. Математическое описание большого числа вариантов исполнения одноступенчатых и многоступенчатых промышленных установок может найти применение не только в процессах очистки отходящих газов от пыли, но и для интенсификации многих технологических процессов в химической промышленности. Однако для расчета эффективности многоступенчатых установок автор не представил результатов экспериментального исследования эффективности каждой из ступеней. Последнее особенно важно не только из-за того, что на каждой

ступени существенно отличается фракционный состав пыли, но и потому, что в реальных промышленных условиях надежность различных ступеней будет разной из-за различных условий образования и затвердевания осадка.

К сожалению, огорчает и тот факт, что автор не приводит анализа результатов промышленных испытаний ступеней по влиянию дисперсного состава пыли на эффективность установок, хотя это является важнейшей задачей. Кроме того, отсутствуют результаты испытаний при больших расходах газов, которые характерны для отечественных крупнотоннажных заводов производства строительных материалов. В связи с этим остается пожелать автору продолжить активную научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую работу с разработкой промышленных установок очистки отходящих газов от пыли с высокой производительностью, как, например, с расходом газового потока от двадцати тысяч до двух миллионов кубических метров в час. Выполненные испытания с расходом газов до четырех тысяч кубических метров в час не являются характерными для отечественных заводов крупнотоннажного производства строительных материалов. Очевидно, что при высоком расходе отходящих газов конструкции аппаратов могут быть совершенно другими. Рекомендую автору в докладе во время защиты диссертации затронуть актуальную проблему очистки газовых выбросов от пыли заводов по переработке твердых отходов в крупных городах страны. Очевидно, что здесь без дополнительных способов очистки газов современные санитарные нормы очистки газов достигнуть невозможно.

В диссертационной работе Сергиной Н.М. впервые разработано математическое описание эффективности ряда принципиально новых модернизированных пылеулавливающих установок с принципиально новыми аппаратами. Важнейшим достижением в способе интенсификации процесса сухой очистки газов от пыли в новых аппаратах является целенаправленное научное обоснование возможности управления пространственной структурой газового потока и, соответственно, траекторией движения частиц в аппарате.

Однако в диссертации не приводятся результаты экспериментального исследования пространственной траектории полета частиц. Всего в диссертации автор представил 14 оригинальных патентов по теме диссертации. Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что впервые внутри циклона основное количество мелкой фракции частиц пыли стало двигаться не вверх, а вниз, в область выгрузки пыли, обеспечивая резкое повышение эффективности аппарата по улову пыли. При этом весь объём газового потока с предельно высокой концентрацией пыли из нижней части циклона автор направил либо в замкнутый цикл движения газового потока, либо в другой аппарат. Для этого автором разработан широкий ряд вариантов исполнения промышленных установок и выполнено математическое описание эффективности каждого варианта. Достигнутые результаты работы могут быть использованы в различных отраслях промышленности. Последнее демонстрирует высокий уровень квалификации автора.

Степень завершенности и качество оформления диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения и приложений. Общий объём работы – 302 страницы, из них: 272 страницы – основной текст, содержащий 164 рисунка на 132 страницах, 40 таблиц на 48 страницах, список литературы из 316 наименований на 40 страницах и 2 приложения на 30 страницах.

Во введении обоснована актуальность избранной темы, сформулированы цели и задачи исследования, описана научная новизна, сформулирована теоретическая и практическая ценность работы, представлены основные положения, выносимые на защиту; описана

методология и методы исследования, обоснована степень достоверности, представлена апробация работы и сформулирован личный вклад автора.

Первая глава посвящена обоснованию научного направления и анализу способов повышения эффективности аппаратов сухой очистки отходящих газов от пыли.

В первой главе основным направлением диссертационной работы является дальнейшее развитие научно-технических основ технологических схем очистки газов от пыли с принципиально новыми аппаратами, которые имеют внутри вихревые встречные газовые потоки и выгрузку осадка вниз аппарата вместе с частью газового потока.

В качестве замечания по первой главе отмечаю лишь то, что общепринятое понятие «встречные закрученные газовые потоки» (ВЗП) не раскрывает физического смысла эффективной работы аппарата. Анализ физического смысла показывает, что положительный результат может быть достигнут не только при встречных потоках, но и при поперечных потоках, или даже без них при условии управления структурой газового потока, в котором находятся частицы. Поэтому более общим и правильным является применение словосочетания в виде «способа целенаправленного управления траекторией полета частиц внутри вихревого аппарата».

Во второй главе изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований обеспыливания выбросов в новом аппарате. При этом выполнено сравнение эффективности аппаратов с отсосом и без отсоса газов внизу аппарата. Получены соответствующие уравнения зависимости: проскока частиц через аппараты, величины гидравлического сопротивления аппаратов от расхода газа, а также зависимости эффективности аппаратов от степени запыленности газов на входе в аппарат. Впервые показано, что в дополнительном вводе газов допускается применение не только чистого воздуха, но даже запыленного газового потока.

В третьей и четвертой главах диссертации представлены варианты компоновочных схем установок с одной и несколькими ступенями соответственно. При этом впервые представлено математическое описание эффективности каждого из вариантов технологической схемы. Всего представлено 12 вариантов исполнения технологических схем. Наибольшую практическую ценность имеют первые варианты исполнения простейшей одноступенчатой установки, так как варианты исполнения многоступенчатой установки требуют дополнительного исследования влияния фракционного состава и адгезионных свойств частиц на эффективность работы установки. Такие исследования автором не проведены, хотя они имеют важнейшее значение. Кроме того при многоступенчатом улове пыли могут протекать процессы конденсации паров, что приведет к образованию твердого осадка и полной неработоспособности многоступенчатой установки. Хотя автор не затрагивает проблемы адгезии частиц, истираемости частиц и проблемы изменения свойств частиц на ступенях. Разработанное им математическое описание проскока частиц имеет большую ценность для инженеров, проектирующих установку.

В пятой и шестой главах диссертации автор описывает результаты экспериментального исследования влияния режимных и конструктивных параметров на характеристики одноступенчатой и двух ступенчатой установки. При этом автор рассматривает эффективность не только основных, но и вспомогательных аппаратов. Однако автор всегда применяет эмпирический метод описания эффективности аппаратов, который оторван от физического смысла протекающих процессов.

В седьмой главе приводятся данные о практическом использовании результатов диссертационной работы на многих заводах. Безусловно, что это важнейший практический результат. Однако в диссертации отсутствует описание этих установок, отсутствуют таблицы и графики, характеризующие показатели работы промышленных аппаратов при изменении основных

параметров. Кроме того, отсутствуют данные, подтверждающие многолетнюю надежность новых аппаратов. Самое главное отсутствуют данные, описывающие зависимость эффективности аппаратов от дисперсного состава и свойств пыли строительных материалов.

Полнота опубликования результатов диссертации

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в журналах и патентах. Количество и качество публикаций соответствует требованиям ВАК. Имеется большое количество статей, опубликованных в иностранных изданиях. Автором получено 14 патентов. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертации

Обобщая ряд замечаний к работе, главными из них являются следующие:

1. Название диссертации слишком сложное и длинное. название работы может быть в виде - «Разработка установок для высокоэффективной очистки газов от пыли».

2. В тексте диссертации не раскрыты закономерности траектории движения мелких частиц пыли как внутри действующих циклонов, так и внутри принципиально новых аппаратов.

3. При описании эффективности новых одноступенчатых и многоступенчатых установок автор не оценивает степень влияния дисперсного состава и адгезионных свойств пыли.

Вместе с тем, высказанные замечания носят характер пожелания, не снижают научной значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертационная

работа выполнена на высоком научном уровне и соответствует паспорту специальности 2.1.10 Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Личный вклад соискателя

Личный вклад автора Сергиной Н.М. состоит в:

- разработке и научном обосновании эффективного направления по модернизации действующих циклонов для повышения эффективности процессов очистки отходящих газов от пыли, разработке принципиально новых аппаратов и высокоэффективных технологических схем для создания промышленных установок;
- математическом описании эффективности большого количества вариантов исполнения технологических схем очистки отходящих газов от пыли;
- активном участии в создании и испытании новых аппаратов в различных отраслях промышленности.

Заключение

Диссертационная работа Сергиной Наталии Михайловны по теме «Теоретическое и экспериментальное обоснование использования систем обеспыливания выбросов с вихревыми инерционными аппаратами для обеспечения экологической безопасности в производстве строительных материалов», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1.10 «Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства», является законченной квалификационной работой по содержанию, форме и актуальности поставленных задач, совокупности новых научных результатов, в достаточной степени аргументированных, отвечает требованиям пункта 9

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, и является научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение сложной научно-технической проблемы, имеющей важное значение - установление закономерностей эффективности одноступенчатых и многоступенчатых установок с вихревыми аппаратами новой конструкции для очистки газов от пыли с получением положительных результатов в промышленности, а её автор Сергина Наталья Михайловна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.10. (05.23.19) Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

С диссертацией рекомендую ознакомить ведущих специалистов страны в области промышленной экологии, технологии неорганических веществ, а так же ведущих специалистов ВУЗов, работающих в этой области.

Сформулированные выше замечания не снижают научную новизну и практическую полезность данной диссертационной работы.

**Работы официального оппонента доктора технических наук,
профессора Махоткин Алексея Феофилактовича по теме диссертации,
опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях за
последние 5 лет**

1. Mahotkin, A. F. Waste Gas Treatment Technology Against Dust in Vortex Apparatuses With Closed Water Circulation [Text] / A. F. Mahotkin, I. A. Mahotkin, A. V. Starkova // JOP conference Series : Earth and environmental science, 2019. – 012015.

2. Technology For Cleaning Off- Gases From Dust in Vortex Devices With Closed Water Circulation [Text] / A. F. Mahotkin, I. A. Mahotkin, A. V. Starkova // JOP conference Series : Earth and environmental science, 2019. – 012016.

3. Исследование гидродинамических характеристик вихревой контактной ступени фторопластовой колонны денитрации отработанных кислот [Текст] / А. Ф. Махоткин [и др.] // Вестник Технологического Университета. – 2018. – Т. 21. - № 4. – С. 119 – 122.

4. Исследование вихревого устройства абсорбера нитрозных газов [Текст] / А. Ф. Махоткин [и др.] // Вестник Технологического Университета. – 2018. – Т. 21. - № 4. – С. 139 – 142.

5. Махоткин, А. Ф. Вихревые аппараты в химической промышленности [Текст] / А. Ф. Махоткин // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы (МНТК «ИМТОМ - 2017») : материалы VIII междунар. науч.-техн. конф. – Москва, 2017. – С. 45 – 50.

6. Исследование гидродинамических характеристик вихревого аппарата [Текст] / А. Ф. Махоткин [и др.] // Вестник Технологического Университета. – 2017. – Т. 20. - № 4. – С. 57 – 60.

7. Комплексное решение проблемы переработки отходов мелкого камня известняка и мокрой очистки отходящих газов от пыли [Текст] / А. Ф. Махоткин [и др.] // Вестник Технологического Университета. – 2017. – Т. 20. - № 7. – С. 64 – 66.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
по специальности 05.17.08

Процессы и аппараты
химических технологий,
профессор, профессор
кафедры «Оборудование
химических заводов»



Махоткин Алексей Феофилактович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский

технологический университет», кафедра «Оборудования химических заводов»

Почтовый адрес: 420015, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул.К.Маркса, 68;

Тел.: +79872900243;

Электронный адрес: kstuoxz@gmail.com.

Подпись доктора
технических наук,
профессора, профессора
кафедры «Оборудование
химических заводов»
А.Ф. Махоткина
заверяю.

Ученый секретарь
Ученого Совета
Федерального
государственного
бюджетного
образовательного
учреждения высшего
образования «Казанский
национальный
исследовательский
технологический
университет»
кандидат пед. наук

09.03.2022



Коновалова Зинаида Васильевна



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный
исследовательский технологический
университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

К. Маркса ул., 68, Казань, 420015
тел. 231-42-00, факс 238-56-94,
e-mail: office@kstu.ru; <http://www.kstu.ru>

ОКПО 02069639, ОГРН 1021602854965,
ИНН/КПП 1655018804/165501001

Председателю
Диссертационного совета
24.2.282.04 (Д 212.028.09),
созданного на базе
Волгоградского государственного
технического университета,
доктору технических наук,
профессору Мензелинцевой Н.В.

04.03.2022 № 05-4822/1-64/20

Уважаемая Надежда Васильевна!

Я, Махоткин Алексей Феофилактович, даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Сергиной Наталии Михайловны на тему «Теоретическое и экспериментальное обоснование использования систем обеспыливания выбросов с вихревыми инерционными аппаратами для обеспечения экологической безопасности в производстве строительных материалов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1.10. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. Выражаю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации

Сведения об официальном оппоненте

Фамилия, имя, отчество	Махоткин Алексей Феофилактович
Ученая степень, наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым им защищена диссертация	доктор технических наук по специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий (технические науки)
Ученое звание	профессор
Полное название организации, являющееся местом работы на момент заполнения, должность	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра «Оборудование химических заводов», профессор

