

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., профессора Почиталкиной Ирины Александровны на диссертационную работу Сахарова Ильи Юрьевича «Модернизация стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком производства нитрата аммония», представленную на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.6.7. Технология неорганических веществ

Актуальность темы диссертации

Технология нитрата аммония основана на реакции нейтрализации азотной кислоты аммиаком и является наиболее распространенной в мировой практике

Во второй половине XX века на территории РФ введены в эксплуатацию промышленные схемы, выпускающие технический продукт - аммиачную селитру. В Центральном федеральном округе: АО «НАК «Азот» г. Новомосковск, Приволжском федеральном округе ПАО «КуйбышевАзот» г. Тольятти и АО «Минудобрения» г. Пермь, в Республике Татарстан АО «Аммоний» г. Менделеевск. Промышленные схемы к настоящему времени претерпели некоторые изменения, но не являются предметом совершенства технологических процессов, что обуславливает экологические проблемы.

Экстенсивный путь развития современной технологии производства нитрата аммония не является эффективным решением проблемы увеличения мощности производства, поскольку при этом пропорционально увеличивается количество вредных веществ, содержащихся в отходящих газах.

Необходимость интенсификации производства нитрата аммония требует модернизации отдельных стадий, в том числе технологических параметров и аппаратного оформления процесса нейтрализации. Здесь актуальной задачей является снижение содержания контролируемых компонентов в отходящих газах, что предполагает поиск новых подходов, скрытых резервов, перевода технологии в малоотходный режим, снижение потерь связанного азота и повышение эффективности работы основного и газоочистного оборудования.

Научная новизна работы

1. Впервые по результатам эксперимента установлено, что в условиях производства нитрата аммония на стадии нейтрализации растворов азотной кислоты аммиаком определяющую роль играет химическая реакция взаимодействия аммиака с парами азотной кислоты, которая протекает менее чем за одну секунду с образованием паров нитрата аммония, конденсирующихся в твердые частицы. Средний размер образующихся частиц зависит от концентрации паров насыщенного раствора нитрата аммония в газе.

2. Установлено, что при уменьшении концентрации азотной кислоты в растворе до 4% и менее, основным процессом стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком является не химическая реакция взаимодействия аммиака с парами азотной кислоты, а процесс абсорбции аммиака. Значение равновесной упругости аммиака над поверхностью раствора зависит от температуры и не зависит от концентрации азотной кислоты в жидкости.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в уточнении закономерностей и особенностей гомогенных и гетерогенных процессов, протекающих на стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком в условиях производства нитрата аммония, заключается в установлении эффективных технологических параметров стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком.

Практическая значимость заключается в разработке модернизированной технологии нейтрализации азотной кислоты аммиаком, основное преимущество которой состоит в сокращении потерь связанного азота и получении нитрата аммония с повышенным выходом, в уменьшении гидравлического сопротивления аппаратов и увеличении их производительности. Разработан новый способ получения нитрата аммония и устройство для его осуществления.

Материалы диссертационной работы используются в курсе лекций, лабораторных и практических занятий для направления подготовки бакалавров 15.03.02 Технологические машины и оборудование, и специалистов направления 18.05.01 «Автоматизированное производство химических предприятий».

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается использованием в работе стандартных методов анализа современных приборов и устройств, подтверждается корректным описанием исследуемого процесса и сходимостью результатов, согласованностью с научными положениями других авторов.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом

Диссертационная работа Сахарова Ильи Юрьевича состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, трех приложений. Диссертация изложена на 137 страницах, включает 49 рисунков, 10 таблиц и 122 источника литературы. Работа хорошо структурирована, аккуратно оформлена, содержит большой объем иллюстрационного материала, отражающего результаты работы.

Во введении представлено обоснование актуальности работы, сформулированы цель и задачи исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, описаны объект, предмет, методология и методы исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения об апробации результатов диссертационной работы.

В первой главе диссертации автором приведен обстоятельный анализ современного состояния проблемы определена цель и тенденции развития способов получения нитрата аммония, отмечены их основные достоинства и недостатки. Критический анализ показал, что на практике реакция газообразного аммиака и паров азотной кислоты не учитывалась, типовые подходы совершенствования процесса не обеспечивали достижения поставленной цели. Проблема повышения мощности производства и эффективности работы действующего оборудования состоит в устройстве аппарата и способе осуществления процесса нейтрализации.

С учетом важной роли существующей технологии в экономике нашей страны показана необходимость ее дальнейшей модернизации.

Во второй главе представлены характеристики объекта и предмета исследования, описаны методики определения параметров процесса, лабораторное оборудование, приведены схемы экспериментальных установок и устройств, и алгоритм экспериментальных исследований.

В третьей главе приведены результаты экспериментов и их обсуждение.

Процесс получения нитрата аммония включает: режим абсорбции аммиака, химическую реакцию между газообразным аммиаком и парами азотной кислоты, а также термическое разложение нитрата аммония в растворе. Выполнено систематическое последовательное исследование закономерностей каждого из перечисленных режимов.

Установлено, что скорость процесса нейтрализации в режиме абсорбции не зависит от концентрации азотной кислоты в растворе, прямо пропорциональна концентрации аммиака в газе, при увеличении температуры уменьшается движущая сила процесса, увеличение площади

поверхности контакта фаз и коэффициента массоотдачи в газовой фазе достигается эффективным перемешиванием в аппаратах вихревого типа.

В режиме газофазной реакции по характеру зависимости концентрации частиц нитрата аммония от концентрации азотной кислоты в растворе установлено, что мольная концентрация частиц нитрата аммония практически равна мольной концентрации паров азотной кислоты. Сокращение доли газофазной реакции требует применения в зоне реакции азотной кислоты низких концентраций.

При термическом разложении концентрация частиц нитрата аммония в паровой фазе прямо пропорциональна мольной доле нитрата аммония в растворе, зависит от температуры. Увеличение концентрации свободной азотной кислоты в растворе нитрата аммония увеличивает концентрацию частиц нитрата аммония в паровой фазе. В результате процесса терморазложения в условиях процесса нейтрализации, в парогазовой фазе над растворами всегда присутствуют частицы нитрата аммония, требуется очистка паровой фазы стадии нейтрализации.

Для эффективной очистки паровой фазы в работе предложены волокнистые фильтрующие материалы, определена эффективность процесса фильтрации, конструкция и материал фильтра.

В четвертой главе рассмотрены пути модернизации технологической схемы и аппаратного оформления стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Отличительной особенностью предлагаемой технологической схемы стало проведение процесса в вихревых аппаратах с нисходящим способом контакта фаз, на трех установленных последовательно по ходу газа вихревых контактных устройствах. Очистка отходящих газов от брызг раствора, остатков паров азотной кислоты и частиц нитрата аммония проводится в вихревой брызготуманоловушке с восходящим способом контакта фаз, тонкую очистку газового потока от вредных веществ проводят на волокнистых фильтрах. К преимуществам установки отнесено низкое гидравлическое сопротивление аппаратов, увеличение производительности стадии нейтрализации (2-4 раз), сокращение потерь связанного азота в отходящем газовом потоке в виде мелких частиц нитрата аммония (от 1800 мг/м³ до 10 мг/м³).

Заключение содержит основные результаты диссертационной работы общие выводы и рекомендации по апробации и интеграции результатов работы в технологию производства нитрата аммония.

Подтверждение соответствия публикаций и автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертационной работы отражены в 13 научных трудах, из них 1 статья в журналах, индексируемых базой Scopus, 7 статей в журналах из перечня ВАК, 2 свидетельства о государственной регистрации изобретения. Оформление и содержание автореферата в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автореферат диссертации содержит все основные положения представленного научного исследования. Автором обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы ее цель и задачи, научные положения, выносимые на защиту, научная новизна результатов, их практическая и теоретическая значимость, приведена методология исследования. Достоверность экспериментальных данных подтверждается результатами независимых методов исследования и применяемых стандартных методик. Полученные соискателем результаты и заключение свидетельствуют о достижении поставленной цели.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

На мой взгляд, научная новизна в предлагаемой автором формулировке не раскрыта, поскольку в основном отражает физико-химические основы процесса нейтрализации раствора азотной кислоты газообразным аммиаком, влияние температуры на процесс абсорбции аммиака и зависимость среднего размера образующихся твердых частиц нитрата аммония от концентрации его паров в газе.

Автору следовало бы конкретизировать получение новых данных о:

п. 1 более эффективном протекании процесса абсорбции аммиака в более разбавленных растворах азотной кислоты, указав нижнюю и верхнюю границу, в сравнении с диапазоном концентраций в эксплуатируемых схемах.

п.2. о получении зависимости среднего размера образующихся частиц от парциального давления паров насыщенного раствора нитрата аммония в соковом паре.

В гл. 3. Автору следовало бы разделить теоретические основы процесса абсорбции от экспериментальных результатов. Некорректно писать «Установлено» о известных теоретических аспектах влияния температуры на движущую силу процесса абсорбции и увеличение площади поверхности контакта фаз и коэффициента массоотдачи в газовой фазе достигается эффективным гидродинамическим режимом парогазовой фазе над растворами всегда присутствуют частицы нитрата аммония, требуется очистка паровой фазы стадии нейтрализации являются известными фактами, а целесообразно было бы конкретизировать экспериментальные результаты гл. 3: В чем заключаются преимущества очистки газовых выбросов в аппаратах вихревого типа и при какой концентрации или диапазоне концентраций азотной кислоты требуется провести процесс с учетом изменившейся доли газовой фазы реакции, что и являлось предметом исследования.

Заключение

Диссертация Сахарова Ильи Юрьевича «Модернизация стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком производства нитрата аммония» представляет собой законченную самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой научно обоснована модернизация стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком в производстве нитрата аммония и предложены технические решения, направленные на увеличение производительности, уменьшения выброса в атмосферу токсичных веществ и сокращение потерь связанного азота, что имеет существенное практическое значение для развития ресурсосберегающих технологий страны.

По своему содержанию, основным положениям, выносимым на защиту, и полученным научным результатам диссертация отвечает паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ по направлениям исследований:

п. 1 Технологические процессы получения неорганических продуктов: соли, кислоты и щелочи, минеральные удобрения, изотопы и высокочистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты;

п. 4. Способы и последовательность технологических операций и процессов переработки сырья, промежуточных и побочных продуктов, вторичных материальных ресурсов (отходов производства и потребления) в неорганические продукты.

По актуальности проблемы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований, достоверности результатов и уровню их интерпретации диссертационная работа Сахарова Ильи Юрьевича соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от

24.09.2013 № 842 (в действующей редакции), а ее автор – Сахаров Илья Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Официальный оппонент:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», профессор кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, доктор технических наук, профессор

Почиталкина
Ирина Александровна

«5» декабря 2025 г.

Диссертация д.т.н., профессора Почиталкиной И.А. защищена по специальности: 05.17.01 - Технология неорганических веществ (2020 г.)

Почтовый адрес: 125480, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, УЛК, каф. ТНВ и ЭП

Тел.: +7 (495) 495-50-62

Адрес электронной почты: pochitalkina@list.ru

Подпись Почиталкиной Ирины Александровны заверяю

Ученый секретарь РХТУ имени Д.И. Менделеева

Н.А. Макаров

Вход. № 05-8722

« 10 » 12 2025г.

подпись

