

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., доцента Шабельской Нины Петровны
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 избранной темы

Для реализации целей устойчивого развития необходим неуклонный рост производства азотсодержащих удобрений. Одну из ведущих позиций занимает производство аммиачной селитры. Нитрат аммония (или аммиачная селитра), также, как и карбамид, является наиболее распространенным азотным удобрением в Российской Федерации и за рубежом. Доля селитры среди всех выпускаемых азотных удобрений в России составляет около 35%. В промышленности основным процессом является связывание газообразного аммиака раствором азотной кислоты. Существующая технология характеризуется недостаточно высокой производительностью из-за низкой пропускной способности по газу, наличием загрязнения газового потока азотной кислотой и частицами целевого продукта. В этой связи тема диссертационного исследования представляется, несомненно, актуальной.

Предложенная тема исследования соответствует приоритетному направлению научно-технологического развития «7. Адаптация к изменениям климата, сохранение и рациональное использование природных ресурсов», критической технологии «10. Технологии создания биологических и химических средств для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и их защиты от болезней и вредных организмов (природного или искусственного происхождения)», утвержденных указом Президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. № 529, направлена на решение одной из задач, определенных в Стратегии научно-технологического развития РФ «переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания», указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145, выполнена в рамках стратегии развития химического и нефтехимического комплекса России на период до 2030 года.

Автором диссертации проведен критический анализ значительного количества литературных источников, на основании этого были сформулированы **цель** и научно-технические **задачи** исследования, которые состоят в научном обосновании модернизации стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком для увеличения производительности и одновременного сокращения количества вредных веществ в отходящих газах.

Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Научно обоснованы закономерности процесса взаимодействия паров азотной кислоты с аммиаком с формированием целевого продукта – нитрата аммония – в газообразном состоянии с последующей конденсацией. Показано, что размер образующихся частиц зависит от концентрации паров нитрата аммония и составляет 1,5-4,5 мкм.

2. Впервые показана решающая роль процесса абсорбции аммиака разбавленным раствором азотной кислоты, зависимость значения равновесной упругости аммиака над поверхностью раствора от температуры.

3. Определены эффективные технологические параметры лабораторной технологии нейтрализации азотной кислоты аммиаком, в том числе: необходимость циклической подачи раствора азотной кислоты с концентрацией не выше 4 % (масс.), установлены кратность циркуляции, число вихревых контактных устройств в вихревом нейтрализаторе, скорость процесса фильтрации, количество и материал слоев фильтра.

Практическая значимость

Автором предложена модернизированная лабораторная технология нейтрализации азотной кислоты аммиаком с выходом продукта до 99,99 %, и увеличением производительности технологии нейтрализации по газовой фазе в 2 – 4 раза.

Разработаны и запатентованы:

– способ получения аммиачной селитры и устройство для его осуществления;

– устройство для определения объема газа, участвующего в массообменном процессе в системе газ-жидкость.

Предложен модернизированный способ нейтрализации, в котором азотную кислоту и аммиак подают на нейтрализацию в верхнюю часть корпуса аппарата, при этом повышается производительность и снижаются потери нитрата аммония и азотной кислоты с отходящим газовым потоком в 2 и более раз.

Выполнена модернизация стадии нейтрализации азотной кислоты аммиак содержащими газами дистилляции и аммиаком из сети предприятия для производства нитрата аммония ОАО «Куйбышев-Азот», г. Тольятти.

Материалы диссертационной работы использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО «КНИТУ» при чтении дисциплин «Производство неорганических веществ», «Технология химических производств».

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность полученных результатов, выводов, научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на большом объеме экспериментальных данных; согласованности с основными научными положениями, разработанными ведущими учеными в области технологии нитрата аммония и минеральных азот содержащих удобрений, подтверждается применением стандартных методик и сертифицированного оборудования. Результаты исследования прошли апробацию публикациями в рецензируемых отечественных и международных журналах и всестороннее обсуждение на научных конференциях различного уровня.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Структура и оформление диссертации традиционны и соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников из 122 наименований, содержит 49 рисунков и 10 таблиц, изложена на 137 страницах машинописного текста. Приложения содержат информацию о наградных документах, результатах интеллектуальной деятельности, акте внедрения результатов диссертационной работы соискателя ученой степени.

Автореферат достоверно передает основное содержание работы.

По теме диссертации опубликованы 13 научных работ, в том числе основные результаты исследования представлены в 7 статьях в рецензируемых научных изданиях, 1 публикация в издании, включенном в базы цитирования Scopus, двух патентах РФ на изобретение.

Диссертация является законченной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в результате проведенных исследований достигнута поставленная цель и решены задачи, направленные на ее достижение, что отражено в заключении.

При оценке работы возникли следующие **замечания и вопросы**:

1. Зачем приводить способы производства нитрата аммония (стр. 12-13) без анализа их недостатков?

2. На рис. 18 (стр. 64) сложно увидеть зависимость при малых концентрациях нитрата аммония, следовало привести в другом масштабе эту область, чтобы делать выводы о «10 мг/м³» (а это значения 0,125 ммоль/м³, на рисунке 18 это определить не представляется возможным).

3. Рис. 23 (стр. 68): при отсутствии в растворе азотной кислоты (концентрация HNO_3 равна «0») откуда берется нитрат аммония в паровой фазе? И на рисунке приведены 3 точки, соответствующие концентрации азотной кислоты 0; 2; 4,5 % (масс), а зависимость продолжается до величины 6 % (масс), да еще и перестает быть линейной, круто уходя вверх. Чем это объясняется?

4. В главе 4 заявлена разработка «промышленной установки нейтрализации», хотя в практической значимости была – лабораторная.

5. Замечания по оформлению текста:

– в работе иногда использована устаревшая терминология, например, «гидроокиси», стр. 15;

– есть ряд неудачных выражений, например, стр. 17 «слабая азотная кислота 56-60 %»;

– стр. 53 ряд источников, ссылки на которые идет по порядку, обычно объединяют: не «80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89», а «80-89».

Приведенные замечания не имеют принципиального характера и не снижают общей положительной оценки представленной работы.

Заключение

Диссертация Сахарова Ильи Юрьевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по модернизации стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком для увеличения производительности и одновременного сокращения количества вредных веществ в отходящих газах, имеющей значение для развития химической отрасли знаний.

Работа соответствует паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ, а именно:

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

п. 5. Экологические проблемы создания неорганических материалов и изделий на их основе. Способы и последовательность технологических операций и процессов защиты окружающей среды от выбросов неорганических веществ.

По представленным результатам и выводам, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа «Модернизация стадии нейтрализации азотной кислоты аммиаком производства нитрата аммония» отвечает требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 № 842 (в

