

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Фазуллина Рината Хабибулловича «Утилизация отработанных кислотных смесей с получением минеральных удобрений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Известно, что технология получения нитратов целлюлозы (НЦ) связана с образованием экологически опасных отработанных кислотных соединений на основе азотной и серной кислот. На сегодняшний день данная проблема решается путем регенерации отработанных кислот, однако себестоимость процесса регенерации достаточно высока, что делает технологию переработки азотной и серной кислот экономически не рентабельной.

Предлагаемая автором диссертационного исследования технология утилизации отработанных кислотных соединений с получением минеральных азотных и азотно-калийных удобрений позволит снизить себестоимость нитратов целлюлозы за счет отказа от стадии регенерации кислот, а также повысит энергоэффективность и экологическую безопасность действующего производства НЦ.

В связи с этим, диссертационные исследования соискателя, направленные на разработку и научное обоснование технологии гранулированных азотных и азотно-калийных удобрений из отработанных кислотных смесей производства нитратов целлюлозы, являются актуальными и имеют важное значение для создания высокоэффективных и малоотходных химических производств.

### **Новизна исследований и полученных результатов**

С целью научного обоснования и разработки технологии гранулированных азотных и азотно-калийных удобрений, автором впервые:

- установлено, что в азотно-калийном удобрении с соотношением компонентов  $N:K_2O:S = 20,2:20,1:9,9$  при увеличении температуры выпаривания раствора с 20 °С до 90 °С массовая доля соли сложного состава  $K(NH_4)_3(NO_3)_2SO_4$  повышается практически в два раза за счет уменьшения массовой доли остальных компонентов.

- экспериментально доказано, что удобрение, полученное при нейтрализации отработанной кислотной смеси аммиаком в зависимости от

условий выпаривания раствора, значительно меняет свой фазовый состав. При этом содержание  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  остается практически неизменным;

- предложен способ пролонгирования действия полученных азотных и азотно-калийных удобрений путем их смешения с карбамидоформальдегидным концентратом при оптимальных технологических параметрах процесса поликонденсации.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений**

Научная обоснованность работы соискателя, прежде всего, определяется строгой логической последовательностью изложения материала исследования: анализ научно-технической литературы – обоснование и постановка задачи исследования – изучение особенностей и зависимостей исследуемых процессов – разработка методик и технологических режимов.

Достоверность научных положений диссертации и обоснованность выводов обеспечивается тем, что результаты исследований получены с использованием современного аналитического оборудования и физико-химических методов анализа. Автором показана воспроизводимость результатов научных экспериментов, полученных при различных условиях и с одновременном применении разных методов исследования.

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается наличием публикаций в рецензируемых журналах, в том числе в издании, индексируемом в международной базе цитирования Scopus и Web of Science, а также апробацией результатов исследований на национальных и международных конференциях.

Теоретические положения, заключения и выводы, изложенные в работе, получены на основе проверяемых опытных данных и согласуются с известными литературными источниками.

### **Значимость результатов работы для науки и практики**

Теоретическая и практическая значимость работы соискателя обоснована тем, что в ходе исследования:

- разработаны оптимальные условия получения и составы азотно-калийных удобрений из отработанных кислотных смесей производства нитратов целлюлозы (патент РФ № 2747779);

— рассчитаны эффективные с точки зрения энергозатрат и оптимального соотношения компонентов в азотных и азотно-калийных удобрениях концентрации отработанных кислотных смесей производства нитратов целлюлозы;

— разработаны технологические схемы производства азотных и азотно-калийных удобрений, а также пролонгированных и модифицированных минеральных удобрений на их основе;

— установлено, что по физическим параметрам предлагаемые удобрения не уступают или превышают аналогичные показатели промышленных минеральных удобрений;

— определены физические параметры полученных азотных и азотно-калийных удобрений с добавкой сапропеля, пролонгированных карбамидоформальдегидным концентратом и модифицированных различными связующими;

— произведен выпуск опытной партии пролонгированного азотного удобрения с использованием карбамидоформальдегидного концентрата на оборудовании НИПИ «ТЕХНОПОЛИС» (г. Казань, 2020 г.).

#### **Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации**

Диссертационная работа Фазуллина Рината Хабибулловича состоит из введения, пяти глав, заключительных выводов и пяти приложений. Работа изложена на 142 страницах машинописного текста, содержит 31 таблицу и 42 рисунка. Список литературы включает 158 публикации отечественных и зарубежных авторов.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ. По объему выполненных исследований, их актуальности, научной новизне, практической значимости, достоверности полученных результатов, содержательности и репрезентативности положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, количеству публикаций в рецензируемых научных изданиях, диссертационная работа «Утилизация отработанных кислотных смесей с получением минеральных удобрений» соответствует критериям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021 г. с изм. от 26.05.2020).

Автореферат диссертации логично выстроен, написан в научном стиле, дает целостное представление о проведенных исследованиях и соответствует основному содержанию представленной работы.

### **Замечания и вопросы по диссертационной работе**

1. На стр. 27 диссертации автор указывает, что с урожаем выносятся от 20 до 300 ц/га, а инфильтрационными водами вымывается в среднем 150–200 ц/га кальция. Не слишком ли это много 20–30 тонн с гектара?

2. Каким образом автором оценивалась потеря массы нитрата целлюлозы от времени нейтрализации отработанной кислотной смеси (ОКС) аммиачной водой (стр. 51)?

3. На основании чего автором сделаны выводы на стр. 54 диссертации, что коллоидные частицы гидроксида железа и алюминия, образующиеся в процессе нейтрализации отработанной кислотной смеси, обволакивают кристаллы синтезируемых солей и тормозят их рост?

4. На стр. 56 автор приводит результаты исследований кинетики образования двойных солей в процессе выпаривания при температурах 20°C, 55°C и 90°C. Возникает вопрос, как осуществилось выпаривание при температурах 20°C и 55°C? Какое давление поддерживалось в выпарном аппарате?

5. С чем на взгляд автора связано изменение состава соли АКУ-7 при разных температурах выпаривания (стр. 59)?

6. На стр. 62 диссертации говорится, что образец СНА-4 был оставлен на 1 месяц без герметизации в реальных погодных условиях. А о каких реальных погодных условиях идет речь? На мой взгляд, данные условия будут очень сильно зависеть от времени года, влажности, температуры и следовало, хотя бы каким-то образом, конкретизировать эти параметры.

7. Автору следовало конкретизировать насколько произойдет снижение выбросов сернистых и нитрозных газов при производстве нитратов целлюлозы в результате внедрения предложенных технологий производства удобрений из отработанных кислотных смесей.

### **Заключение**

Исходя из содержания представленной диссертации, опубликованных автором работ, научной новизны и практической значимости полученных результатов можно сделать заключение, что диссертационная работа

Фазуллина Рината Хабибулловича «Утилизация отработанных кислотных смесей с получением минеральных удобрений» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения по производству гранулированных азотных и азотно-калийных удобрений из отработанных кислотных смесей, внедрение которых вносит существенное значение в развитие химической промышленности и смежных с ней отраслей.

Представленная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018 г., с изм. от 26.05.2020), а ее автор, Фазуллин Ринат Хабибуллович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор кафедры  
химической технологии и экологии

Березниковского филиала федерального  
государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования

«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет» Лановецкий Сергей Викторович

Диссертация защищена по специальности  
05.17.01 – Технология неорганических веществ

08.11.2021 г

618404, Пермский край, г. Березники, ул. Тельмана, 7

Тел.: +7(3424)26-82-96

e-mail: slanovetskiy@bf.pstu.ru

Подпись Лановецкого С.В. заверяю:

специалист по кадрам Березниковского филиала

ФГБОУ ВО «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет» Н.М. Евдокименко



Вход № 3200-01  
« 26 » 11 2021 г.  
подпись