

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Перевислова Сергея Николаевича на диссертацию Дорош Инны Васильевны на тему: «Технология получения сорбентов-носителей на основе стеклообразных фосфатных удобрений для интенсификации очистки нефтезагрязнённых почв», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Дорош И. В. посвящена решению актуальной научно-технической задачи в области технологии неорганических веществ – разработке новых эффективных материалов для ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Проблема нефтяного загрязнения почв и акваторий является одной из наиболее острых проблем современности, что подтверждается данными о десятках тысяч аварийных разливов ежегодно. Существующие методы очистки и применяемые сорбенты малоэффективны, а их утилизация создаёт проблему вторичного загрязнения.

В этой связи разработка композиционных материалов, совмещающих функцию нефтесорбента и питательного субстрата для микроорганизмов-нефтедеструкторов, является крайне востребованной. Использование в качестве основы фосфатных стёкол, получаемых из техногенного сырья (отходов обогащения апатит-нефелиновых руд), соответствует принципам ресурсосбережения и экономики замкнутого цикла. Таким образом, тема диссертационного исследования, направленная на интенсификацию процессов очистки почв путём создания сорбентов-носителей с регулируемой структурой и свойствами, является актуальной и имеет высокое научное и практическое значение.

2. Научная новизна диссертации

– Установлены закономерности формирования пористой структуры фосфатных материалов при вспенивании в зависимости от состава шихты и температурно-временных параметров. Показано, что ключевым фактором является синхронизация процессов газовыделения и вязкостного состояния стеклофазы.

– Определены области составов в системе $K_2O-(Mg,Ca)O-P_2O_5$ с добавками нитроаммофоски (НАФ), глицерина и воды, обеспечивающих формирование материалов с развитой мезопористой структурой и объёмной долей мезопор до 50 %.

– Выявлен нетипичный характер кинетики сорбции, обусловленный совместным протеканием процессов капиллярного насыщения и частичной десорбции с последующим установлением равновесия, что связано с особенностями пористой структуры разработанного материала.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-592 от 15.09.20
АУ УС

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений и выводов диссертационной работы обеспечена использованием комплекса современных методов исследования, таких как дифференциальный термический анализ, термогравиметрический анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, сканирующая электронная микроскопия, газовая хроматография и ИК-спектроскопия. Экспериментальные исследования выполнены с использованием сертифицированного оборудования в аккредитованных лабораториях.

Представительный объем экспериментальных данных, сходимость результатов параллельных опытов и интерпретация полученных данных позволяют считать выводы автора обоснованными. Основные положения работы прошли апробацию на 5 научно-практических конференциях, в том числе на 4 международных.

4. Научные результаты, их ценность

К наиболее значимым результатам диссертационной работы следует отнести:

- Научно обоснованный выбор сырьевых компонентов и технологических режимов для получения пористых фосфатных носителей с заданными характеристиками.
- Разработка составов сорбентов-носителей (патент РФ № 2852071), которые, в отличие от прототипа, характеризуются повышенной нефтеёмкостью и прочностью на истирание.
- Разработка технологической схемы получения сорбентов-носителей и биосорбентов на их основе с оценкой материального баланса и рентабельности; показано, что производство является экономически целесообразным и конкурентоспособным для возможной реализации.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Диссертационная работа Дорош И. В. обладает высокой теоретической и практической значимостью, что подтверждается как новизной полученных научных данных, так и их прикладной ценностью.

Теоретическая значимость работы заключается в системном расширении научных представлений о процессах, протекающих при получении пористых материалов на основе фосфатных стёкол. В частности, в работе:

- Углублены научные основы технологии вспенивания фосфатных стёкол. Установлены зависимости между составом шихты (соотношение стеклообразного фосфатного удобрения, нитроаммофоски, глицерина и воды), температурно-временными параметрами и свойствами материала – пористостью, прочностью и сорбционной ёмкостью.
- Выявлены закономерности формирования пористой структуры. Показано, что вязкость стеклофазы и её синхронизация с моментом интенсивного газовыделения нитроаммофоски позволяют получить материал с развитой структурой, продолговатыми каналами и объёмной долей мезопор, достигающей 50%, что необходимо для последующей иммобилизации микроорганизмов.

– Обоснован и экспериментально подтверждён механизм комплексного действия биосорбента, заключающийся в синергетическом эффекте физической сорбции нефтепродуктов (капиллярное насыщение) и их последующей биохимической деструкции иммобилизованными микроорганизмами.

Практическая значимость работы подтверждена разработкой технологических решений и их апробацией на реальных объектах:

– Разработаны и защищены патентом новые составы фосфатного сорбента-носителя (патент РФ № 2852071), который, в отличие от прототипа, сочетает оптимальные характеристики: удельную поверхность 6,29 м²/г, нефтеёмкость до 1,5 г/г и прочность на истирание до 65 %.

– Предложена и обоснована принципиальная технологическая схема получения сорбентов-носителей и биосорбентов на их основе, включающая стадии подготовки шихты, гранулирования, сушки, термического вспенивания и последующей физической иммобилизации микроорганизмов.

– Доказана эффективность разработанных материалов в различных условиях; объяснена причина менее эффективной очистки почв при низких концентрациях загрязнения, обусловленная химическим взаимодействием между подложкой и биологическим материалом, а также влиянием малондиальдегида. По результатам полевых испытаний на производственной площадке АО «Роснефть» установлено, что применение биосорбента обеспечило снижение концентрации нефтепродуктов в почве с 16 % до 7,5 % за ограниченный период, что в 1,5 раза превышает показатели прототипа.

– Обеспечено решение проблемы вторичного загрязнения: в отличие от неорганических нефтесорбентов, требующих сбора и утилизации, разработанный сорбент-носитель разлагается в почве за счёт модификации биостимулятором (эндотрофными грибами). Модифицированный носитель после сорбции разлагается, высвобождая питательные элементы и способствуя восстановлению плодородия почв. Биосорбент также обладает потенциалом для применения в арктических условиях при дополнительной обработке полипропиленгликолем, что позволяет создать защитную плёнку на поверхности материала (акт внедрения от 01.06.2025, АО «Газпромнефть-ННГ»).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Полученные в диссертационной работе результаты рекомендуется использовать:

– На предприятиях нефтегазового комплекса – для оперативной ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также для рекультивации загрязнённых земель;

– В проектных и научно-исследовательских организациях, занимающихся разработкой новых сорбционных материалов и технологий очистки окружающей среды.

– В учебном процессе высших учебных заведений при подготовке магистров и аспирантов по направлениям «Химическая технология», «Технология неорганических веществ» и «Экология природопользования» – в рамках дисциплин, направленных на изучение и разработку материалов для ликвидации аварийных разливов нефти.

7. Замечания и вопросы по работе

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Рисунок 3.2 малоинформативен в виде графической иллюстрации, предпочтительно было его вставить в работу в виде таблицы или списка.
2. В работе приведены значения кажущейся плотности и прочности на истирание для образцов, но не всегда чётко указан диапазон их изменения для рекомендуемого состава шихты: СФУ – 48,9–54,3%; НАФ – 30,7–36,1%; глицерин – 5,4–7,2%; вода – остальное. Насколько сильно эти показатели варьируются в пределах заявленного оптимального состава? Что автор имеет в виду под оптимальным составом?
3. В работе приведена несколько излишне расширенная для научно-квалификационной работы детальная информация по биосорбентам и их разработке. К тому же иногда возникает путаница между сорбентом-носителем и биосорбентом. В связи с чем приведена такая детализация, есть ли в ней реальная необходимость?
4. При расчете материального баланса на стадии вспенивания значительные потери более 30% приходятся на газообразные продукты. Можно ли эти газы использовать в рамках действующего производства или на другие нужды, чтобы повысить экологичность и экономическую эффективность процесса?
5. При исследовании эффективности очистки почв в лабораторных и полевых условиях была зафиксирована более низкая эффективность биосорбентов при малых концентрациях загрязнения, что объясняется влиянием малондиальдегида. Является ли это критическим недостатком для применения биосорбентов на слабозагрязненных территориях, и как это можно преодолеть?
6. В работе приведено сравнение с Унисорб-Био, но не приведено сравнение разработанного биосорбента с рядом коммерческих аналогов (например, С-Верад БИО, БиоНьюсорб) по критерию «эффективность», хотя ценовой анализ присутствует. Была ли проведена такая сравнительная оценка и каковы её результаты?

В целом вопросы и замечания, возникшие при ознакомлении с диссертационной работой Дорош И. В., не снижают качества проведенных исследований, научных положений и основных выводов. Диссертационная работа представляет собой завершённую, грамотную работу, обладающую фундаментальной научной новизной и практической значимостью.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Технология получения сорбентов-носителей на основе стеклообразных фосфатных удобрений для интенсификации очистки нефтезагрязнённых почв», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. – Технология неорганических веществ полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм., а ее автор **Дорош Инна Васильевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Официальный оппонент

Перевислов Сергей Николаевич

профессор кафедры химических технологий

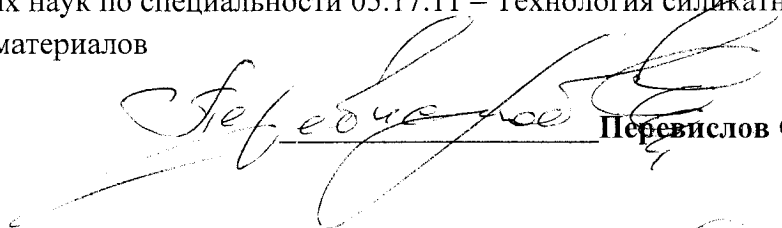
тугоплавких неметаллических и силикатных материалов,

Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный

технологический институт (технический университет)»

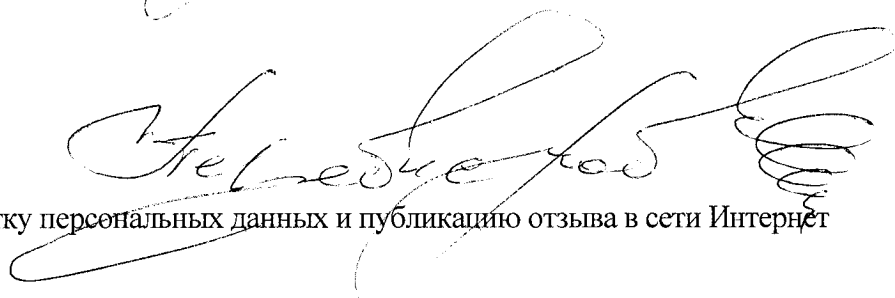
доктор технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

 **Перевислов Сергей Николаевич**

Тел.: +7 (904) 551-49-55

E-mail: perevislov@mail.ru

Даю свое разрешение на обработку персональных данных и публикацию отзыва в сети Интернет



Сведения об организации и официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский

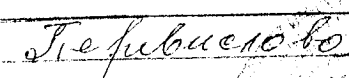
государственный технологический институт (технический университет)»

Почтовый адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, ул. Московский проспект, д. 24-26/49 лит. А.

Официальный сайт в сети: office@spbti.ru.

Тел.: +7 (812) 494-93-39.

07.09.2026 г.

Подпись	
Начальник отдела кадров	