

#### **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук,  
профессора Васильева Алексея Львовича на диссертационную работу  
Ряховского Михаила Сергеевича «Очистка природных вод с  
применением комплексных сорбционных загрузок», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.23.04 – «Водоснабжение, канализация, строительные  
системы охраны водных ресурсов»**

Диссертационная работа на тему «Очистка природных вод с применением комплексных сорбционных загрузок» состоит из введения, пяти глав с выводами по каждой главе, общих выводов и изложена на 178 страницах машинописного текста, включает 71 рисунок, 13 таблиц, список литературы из 105 наименований и 17 приложений.

**1. Актуальность темы диссертационной работы** вызвана необходимостью совершенствования технологий водоподготовки для обеспечения населения страны качественной питьевой водой. Особенно остро стоит эта проблема в условиях повышенного загрязнения источников водоснабжения, для обеспечения водой небольших населенных мест, отдельно стоящих и мобильных объектов, а также в условиях ЧС.

Для глубокой очистки природных вод от растворенных органических загрязнений используется метод сорбции с применением различных активированных углей (АУ). Однако, применение однородных загрузок АУ в сорбционных фильтрах для очистки воды, содержащей смесь органических загрязнений, не всегда позволяет достичь требуемого качества очистки. Так, использование микропористых сорбентов для извлечения из водных растворов высокомолекулярных соединений может оказаться малоэффективным из-за сферической недоступности пор сорбента для больших по размеру молекул загрязняющих веществ.

Одним из перспективных направлений совершенствования метода сорбционной очистки воды является применение комплексных сорбционных загрузок, которые позволяют, настраивать их на эффективное устранение различных органических соединений, присутствующих в природной воде и, таким образом, увеличивать сорбционную емкость фильтров. Однако, данные о применении комплексных сорбционных загрузок для водоподготовки из загрязненных водоемов в литературе практически отсутствуют, поэтому исследование закономерностей процесса очистки воды на КСЗ в условиях высокого загрязнения водисточников, совершенствование технологических схем работы сорбционных фильтров МУВ является актуальной задачей.

Целью исследования являлся выбор состава и определение эффективности работы комплексной сорбционной загрузки при очистке природных вод с повышенным содержанием органических соединений для применения в мобильных водоочистных установках.

Проведенный анализ данных о загрязнении поверхностных и подземных водоисточников показал, что наиболее распространенными и строго нормируемыми видами растворенных органических соединений, загрязняющих многие водоемы, являются нефтепродукты и фенолы.

Для создания комплексной загрузки (КСЗ) сорбционных фильтров при очистке воды от смеси нефтепродуктов и фенолов предложено использовать АУ марок БАУ и МАУ послойно расположенные в фильтре. Учитывая неоднородность пор, выбранных АУ, нефтепродукты (усредненный размер молекул 1,8 нм) улавливаются на верхнем слое, сформированном из АУ марки БАУ-А, а фенолы (средний размер молекул - 0,71 нм) - на нижнем слое из угля марки МАУ-2А. За счет этого, при применении комплексной загрузки увеличивается сорбционная емкость и продолжительность работы сорбционного фильтра.

## 2. Краткое содержание диссертации

В первой главе диссертации дается аналитический обзор научно-технической литературы по теме диссертации, приводятся особенности очистки природных вод на мобильных установках водоподготовки в полевых условиях, освещается современное состояние вопроса сорбционной очистки природных вод. Определены задачи исследования.

Во второй главе приведены результаты исследований по определению сорбционной емкости однородных и комплексных загрузок из разных активированных углей (АУ) в статических условиях, показано, что КСЗ обладает более высокой сорбционной емкостью по нефтепродуктам и фенолам в сравнении с однородными загрузками.

В третьей главе описаны методика и результаты исследований по определению сорбционной емкости однородных и комплексных загрузок из разных АУ в динамических условиях, показано, что КСЗ имела лучшие показатели по сорбции нефтепродуктов, в сравнении с однородной загрузкой из активированных углей марок МАУ-2А, БАУ-А.

В четвертой главе приведены результаты гидродинамических исследований структуры потока жидкости в СФ, определены параметры, характеризующие структуру потока жидкости в загрузке фильтра.

Пятая глава содержит результаты обработки экспериментальных данных, рекомендации по применению КСЗ на МУВ, математическое описание процесса сорбции нефтепродуктов и фенолов на СФ с КСЗ, дан

алгоритм расчета этих фильтров, представлены технико-экономические показатели применения СФ с КСЗ.

Результаты проведенных исследований показали, что при очистке воды от нефтепродуктов и фенолов наиболее эффективной оказалась комплексная загрузка из смеси активированных углей марок МАУ – 2А и БАУ – А, особенно при невысоких начальных концентрациях загрязнений. Это свидетельствует о наличии в комплексной загрузке развитой переходной пористости и поверхности, которая создается за счет разного соотношения размеров пор в используемых видах углей и позволяет увеличить ее сорбционную емкость.

### **3. Степень обоснованности научных положений, достоверность результатов**

Научные положения и выводы, содержащиеся в диссертационной работе, основаны на физических и химических законах, не противоречат классическим представлениям о механизме сорбционных процессов, данным научно-технической информации. Экспериментальные исследования проводились с применением современного оборудования и приборов, анализы воды проводились в специализированных лабораториях, при обработке полученных данных использовались современные компьютерные программы. Результаты исследований широко обсуждались на международных, российских и региональных, научно-практических конференциях, в достаточной степени освещены в печати, поэтому они не вызывают сомнений.

**4. Научная новизна и ценность работы** заключается в выявлении наиболее эффективного вида комплексной сорбционной загрузки, определении влияния основных технологических и конструктивных параметров сорбционных фильтров с комплексной загрузкой на эффективность их работы, определении сорбционной емкости комплексной загрузки и закономерностей очистки воды на них от специфичных загрязнений (нефтепродуктов и фенолов), изучении гидродинамических свойств сорбционных фильтров с комплексной загрузкой; разработке математической модели и метода расчета сорбционных фильтров с комплексной загрузкой.

**5. Практическая значимость работы** заключается в разработке рекомендаций для расчета и проектирования сорбционных фильтров с КСЗ, технологических схем работы мобильных установок водоподготовки с использованием комплексной сорбционной загрузки.

#### 6. Критические замечания и недостатки:

1. Необходимо пояснить, почему в качестве среды для приготовления модельных растворов выбрана дистиллированная вода.

2. Чем обоснован выбор диапазона исследуемых скоростей фильтрации на лабораторных фильтрах.

3. В предлагаемых технологических схемах мобильных установок водоподготовки, не нашел применения метод озонирования (как для предварительной обработки исходной воды, так и для на заключительной стадии ее обработки), хотя этот метод имеет ряд преимуществ перед хлорированием и УФ обработкой.

4. Так как разработка предназначена, в том числе и для реализации в мобильном варианте, было бы целесообразно представить более подробную технологическую схему очистки воды, включающую все элементы. Так же непонятно как может быть реализован скорый безнапорный фильтр (см. рисунок 5.9) в переносном или мобильном варианте установки.

5. Помимо исследованных марок активированных углей было бы целесообразно рассмотреть новые марки, разработанные на НИО «Неорганика» (г. Электросталь).

6. При определении технико-экономических показателей сорбционных фильтров с комплексной сорбционной загрузкой в составе мобильных установок водоподготовки основной экономический эффект получен за счет более низкой стоимости КСЗ в сравнении с загрузкой из АУ марки МАУ-2А. Неясно, учитывалось ли при этом увеличение продолжительности работы сорбционного фильтра с комплексной загрузкой.

7. На стр. 34, 35, 37 диссертации не указана размерность ряда показателей: А, Ср, Q, Т.

Отмеченные недостатки в целом не повлияли на общую положительную оценку работы и не снижают научную и практическую значимость проведенных исследований.

#### 7. Выводы и рекомендации

Оценивая диссертационную работу Ряховского М. С. в целом, следует отметить, что она выполнена на достаточно высоком научном уровне и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решены актуальные задачи совершенствования технологии сорбционной очистки природных вод, повышения эффективности и увеличения емкости сорбционных фильтров.

Область исследования соответствует требованию паспорта научной специальности ВАК 05.23.04 – "Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов", и заключается в

совершенствовании методов сорбционной очистки, математического описания процессов сорбционной очистки, развитии пунктов: 3. Методы очистки природных и сточных вод, аппаратов и механизмов; и 7. Применение коагулянтов, флокулянтов, катализаторов, сорбентов и других реагентов для очистки сточных и природных вод, обработки шламов и осадков.

Материал диссертации представлен на достойном высоком уровне, изложен в логической последовательности, содержит выводы по каждому циклу экспериментальных исследований. Автореферат отражает содержание диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Стиль изложения способствует пониманию научной проблемы и позволяет объективно оценить результаты исследований.

## 8. Заключение

Исходя из изложенного, считаю, что по актуальности, научной новизне, практической значимости диссертационная работа Ряховского Михаила Сергеевича "Очистка природных вод с применением комплексных сорбционных загрузок" отвечает требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ряховский Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – "Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов"

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
заведующий кафедрой ВиВ

› Васильев Алексей Львович

Почтовый адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, д. 65, ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра «Водоснабжения и водоотведения»

Телефон: 8 (831) 430-54-87

Адрес электронной почты: [k\\_viv@nngasu.ru](mailto:k_viv@nngasu.ru)

Сайт: <http://www.nngasu.ru/>

Подпись руки *Васильева*  
Управление кадрового и правового обеспе-