Заключение диссертационного совета Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 апреля 2016 года, протокол № 8

О присуждении Ряховскому Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Очистка природных вод с применением комплексных сорбционных загрузок» по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов принята к защите 09 февраля 2016 г., протокол № 4 диссертационным советом Д 212.223.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 августа 2013 года № 452/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года № 126/нк.

Соискатель Ряховский Михаил Сергеевич, 1982 года рождения, в 2006 г. окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военный инженерно-технический университет» по специальности «Водоснабжение и водоотведение», г. Санкт-Петербург. С 15.10.2010 г. по 14.10.2014 г. обучался в заочной аспирантуре ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». С 2010 по 2014 гг. работал в должности руководителя группы водоснабжения и водоотведения ООО «Институт территориального развития», г. Санкт-Петербург, с 2015 по

настоящее время работает в ООО «Инновации строительных решений» в должности ведущего специалиста по водоснабжению и водоотведению.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре водопользования и экологии.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Феофанов Юрий Александрович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра водопользования и экологии, профессор.

Официальные оппоненты:

Дзюбо Владимир Васильевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, проректор по учебной работе;

Васильев Алексей Львович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Министерства образования и науки Российской Федерации, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», заведующий,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский Государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Ивановым Виктором Григорьевичем, доктором технических наук,

профессором, заведующим кафедрой «Водоснабжения, водоотведения и гидравлики», указала, что диссертация Ряховского М. С. соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ общим объемом 9,24 п.л., лично автором 1,50 п.л., из них 6 статей общим объемом 5,44 п.л., лично автором 1,50 п.л. в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:

1. **Ряховский, М. С.** Динамика сорбции нефтепродуктов и фенолов из водных растворов на комплексной загрузке из активированных углей [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/131-23363 (дата обращения: 30.11.2015)

2. **Ряховский, М. С.** Исследования сорбционной емкости комплексной загрузки при очистке природных вод от нефтепродуктов и фенолов [Текст] // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – №6 (53). – С. 167 - 170.

3. **Ряховский, М. С.** Факторы, влияющие на формирование качества воды в инфильтрационных водозаборах [Электронный ресурс] / Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №4 – Режим доступа: http://www.science-education.ru/104-6557.

4. **Ряховский, М. С.** Сооружения для забора и пополнения запаса подземных вод [Электронный ресурс] / Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский //

Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №6. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/106-7863

5. **Ряховский, М. С.** Сравнительная оценка сорбционных емкостей однородных и комплексной загрузок при очистке воды [Текст] / Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский// ВОДА: ХИМИЯ и ЭКОЛОГИЯ. – 2015. – №7. – С. 82-87

6. **Ряховский, М. С.** Результаты исследований по выбору сорбентов для комплексной загрузки фильтра [Текст] / Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Природопользование. – 2013. – №1 (166). – С. 269 – 273

прочие публикации:

7. **Ряховский, М. С.** Современные средства водоподготовки западных армий [Текст]/ В. И. Кириленко, М. С. Ряховский// Армейский сборник. – 2012. – №9. – С. 50-52.

8. **Ряховский, М. С.** Мобильные установки для водоподготовки/ Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский// Армейский сборник – 2011. – №9 (208) – С. 54-55.

9. **Ряховский, М. С.** Исследование гидродинамических характеристик сорбционных фильтров [Текст] / Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский// журнал "Водоснабжение и канализация" – 2015. – №7. – С. 66-70

10. **Ряховский, М. С.** Управление качеством воды при использовании береговой фильтрации [Текст]/ Ю. А. Феофанов, М. С. Ряховский // Доклады Международного конгресса, посвященного 180-летию СПб ГАСУ «Наука и инновации в современном строительстве – 2012» – Санкт-Петербург, 10-12 октября 2012 – С. 87-91.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. СПбГУП "Проектный институт по проектированию городских инженерных сооружений "Ленгипроинжпроект", г. Санкт-Петербург, к.т.н., доцент **Юдин Михаил Юрьевич**, заместитель главного инженера - начальник отдела перспективного проектирования систем водоснабжения и водоотведения.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Чем обусловлен выбор скоростей фильтрования и концентраций нефтепродуктов и фенолов при проведении экспериментальных исследований?

2. АО «Газпром промгаз», г. Санкт-Петербург, д.т.н., профессор **Аверьянов Владимир Константинович**, член-корреспондент РААСН, советник генерального директора.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Для расчета сорбционных фильтров с комплексной загрузкой предложены эмпирические уравнения – формулы (11) - (14) автореферата, однако не указана область применения этих уравнений, а также не дается оценки величины погрешности при пользовании уравнениями.

– На рисунках 1 и 4 автореферата нечетко указаны виды сорбционных загрузок, что затрудняет восприятие полученных экспериментальных данных.

3. ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)", д.т.н., профессор, **Самонин Вячеслав Викторович**, кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники, заведующий кафедрой.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В диссертации указывается, что эффективность комплексной сорбционной загрузки из АУ разных марок обусловлена различными свойствами используемых углей, благодаря которым создается развитая переходная пористость и поверхность КСЗ. Среди этих свойств указывается гидрофобность используемых АУ, однако, в характеристиках углей сведений по их гидрофобности не приводится;

– Следовало бы также привести сведения о возможной регенерации, отработанной комплексной сорбционной загрузки.

4. ФГБОУ ВПО "Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет" (Сибстрин), д.т.н., профессор **Войтов Евгений Леонидович**, кафедра водоснабжения и водоотведения, профессор.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Из автореферата не понятно, каким образом производится и какова эффективность промывки угольной загрузки.

– Не указан период работы КСЗ до ее реактивации.

5. СПбГУП "Проектный институт по проектированию городских инженерных сооружений "Ленгипроинжпроект", г. Санкт-Петербург, к.т.н., доцент, **Протасовский Евгений Михайлович**, Главный специалист - Главный технолог отдела перспективного проектирования систем водоснабжения и водоотведения.

Отзыв положительный. Имеются замечание:

– На рисунке 5 автореферата приведена технологическая схема мобильной установки производительностью 10 $м^3$/ч, в состав которой входят скорый и сорбционный фильтры. На этой схеме не предусмотрена возможность промывки указанных фильтров, нет баков промывной воды, насосов, трубопроводов.

6. ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор **Губанов Леонид Никандрович**, заведующий кафедрой экологии и природопользования.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Желательно в формулах (10-12) автореферата показатель степени одного из членов уравнений, рассчитанный с точностью до третьего, четвертого знака после запятой, округлить до 1.

7. Санкт-Петербургский государственный экономический университет, д.м.н., профессор **Лопатин Станислав Аркадьевич**, кафедра гостиничного и ресторанного бизнеса.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В какой степени использованы существующие медико-технические требования к технологии водоподготовки с помощью мобильных технических средств?

– На основании каких критериев осуществлялся выбор для моделирования проб воды линейки токсикантов и их концентрации?

8. НПП "Полихим", г. Санкт-Петербург, к.х.н. **Бабкин Виталий Станиславович**, директор по науке и инновациям.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– В качестве замечания следует указать, что в диссертации не сказано о возможности регенерации комплексной сорбционной загрузки, а, учитывая однородность природы АУ, входящих в состав КСЗ, ее легко регенерировать, например, на базе НПП "Полихим". Причем, при ее регенерации потеря АУ будут составлять 5-10% по массе, что почти вдвое меньше, чем при регенерации зарубежных аналогов АУ (АУ на кокосовой основе). Это обстоятельство следовало отразить в технико-экономических расчетах, что повысило бы экономический эффект применения КСЗ.

9. ОАО "Водоканал-Инжиниринг", г. Санкт-Петербург, д.т.н. **Терентьев Вячеслав Иванович,** Академик Российской Академии Естественных наук, Заслуженный работник ЖКХ РФ, генеральный директор

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Вызывает сомнение корректность распространения результатов исследования параметров сорбции гидрохинона, представляющего собой химическое соединение класса двухатомных фенолов, на одноатомные и многоатомные фенолы. Наличие двух спиртовых групп в гидрохиноне, по-видимому, способствует увеличению показателя адсорбции данного соединения на активированном угле, модифицированном соединениями азота, по сравнению с одноатомными фенолами. Представляется желательным проведение исследований сорбции одноатомных фенолов на исследованных в рецензируемой работе сорбционных материалах, так как сорбционная емкость по таким соединениям может оказаться ниже определенной автором работы.

– В п. 2.1 автореферата автор заявляет, что в работе изучалась комплексная загрузка из смеси углей марок БАУ-М и МАУ-2А. Между тем, в последующих разделах при описании состава выбранной комплексной загрузки упоминается уголь БАУ-А.

10. ООО "Хортэк-Проект", г. Санкт-Петербург, к.т.н. **Попов Михаил Иванович,** Главный специалист.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

– Рекомендуемая технологическая схема, показанная на рис. 5 автореферата, может применяться при устройстве перед МУВ инфильтрационного водозабора. Следовало бы указать условия организации таких водозаборов, и указать ограничения при использовании данной технологической схемы, возможности;

11. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор **Ким Аркадий Николаевич,** профессор кафедры водопользования и экологии.

Отзыв отрицательный.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в этой отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод создания и применения комплексной сорбционной загрузки с переходной пористостью и активной поверхностью, основанный на: подборе входящих в загрузку сорбционного фильтра компонентов - активированных углей с заранее определенными технологическими характеристиками, для удаления разных органических загрязнений (нефтепродуктов и фенолов); результатах сравнительных экспериментальных исследований сорбционной емкости комплексной сорбционной загрузки и кинетики изъятия загрязнений в статических и динамических условиях, гидродинамических характеристиках комплексной сорбционной загрузки;

разработан алгоритм расчета сорбционных фильтров с комплексной сорбционной загрузкой, основанный на экспериментальном изучении факторов, влияющих на сорбционную емкость комплексной загрузки, математическом описании кинетики процесса сорбции загрязнений и гидродинамики потока

жидкости в сорбционном фильтре при очистке природных вод от нефтепродуктов и фенолов;

разработаны технологические схемы мобильных установок водоподготовки различной производительности с использованием комплексной сорбционной загрузки, в том числе: носимого фильтра, производительностью 0,3 $м^3$/ч, отличающегося от аналогов более высокой сорбционной емкостью; мобильной установки, производительностью до 10 $м^3$/ч, отличающейся от аналогов более высокой сорбционной емкостью фильтров и вариативностью технологии предварительной очистки природной воды;

предложены уравнения для определения удельной скорости сорбции на комплексной сорбционной загрузке из активированных углей разных марок, времени пребывания загрязнения в загрузке сорбционного фильтра, полной сорбционной емкости загрузки в статических условиях, полной и "рабочей" сорбционной емкости загрузки в динамических условиях, продолжительности работы сорбционного фильтра "до проскока" и до полного исчерпания сорбционной емкости загрузки; алгоритм расчета сорбционного фильтра с комплексной сорбционной загрузкой.

Доказана более высокая сорбционная емкость комплексной сорбционной загрузки (в сравнении с однородными загрузками из активированных углей МАУ-2А, БАУ-А) по нефтепродуктам и фенолам, в частности, при невысоких концентрациях этих загрязнений;

доказано изменение удельной скорости сорбции в процессе работы фильтра, характеризующееся разделением на две зоны: в 1-ой зоне удельная скорость сорбции постоянна и не зависит от продолжительности работы фильтра; во 2-ой зоне удельная скорость сорбции постепенно снижается. Граница между этими зонами близка к продолжительности работы фильтра до проскока загрязнений.

Введено понятие рабочей сорбционной емкости загрузки в динамических условиях, характеризующее продолжительность работы сорбционного фильтра до «проскока» загрязнений (нефтепродуктов и фенолов).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано увеличение сорбционной емкости загрузки при очистке природных вод от нефтепродуктов и фенолов с использованием комплексной загрузки, состоящей из активированных углей различных марок отечественного производства, в сравнении с очисткой воды на однородных загрузках из этих активированных углей;

Применительно к проблематике диссертации результативно

изложены все этапы метода создания и определения эффективности применения комплексной сорбционной загрузки с переходной пористостью и активной поверхностью;

раскрыты существующие недостатки в применяемых мобильных установках очистки природных вод;

изучены основные факторы, влияющие на сорбционную емкость загрузки фильтра;

выявлены гидродинамические свойства сорбционных фильтров с комплексной сорбционной загрузкой: фактическая продолжительность пребывания жидкости в загрузке сорбционного фильтра; степень перемешивания потока жидкости;

предложено математическое описание процесса очистки воды от нефтепродуктов и фенолов на фильтрах с комплексной сорбционной загрузкой.

Практическая значимость работы обоснована тем, что:

проведен выбор оптимального вида комплексных сорбционных загрузок для изъятия разных органических загрязнений (нефтепродуктов и фенолов), полученный результат позволяет снизить стоимость загрузки фильтра, увеличить ее сорбционную емкость и повысить эффективность очистки воды в статических и динамических условиях;

разработаны технологические схемы работы мобильных установок водоподготовки с использованием комплексной сорбционной загрузки;

разработан алгоритм расчета сорбционных фильтров с комплексной сорбционной загрузкой, рекомендации по проектированию мобильных установок водоподготовки с комплексной сорбционной загрузкой.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методика расчета сорбционного фильтра с комплексной загрузкой; результаты работы внедрены в НП «Центр экологической сертификации – зеленые стандарты» (г. Москва) и на производстве ООО НПП «Полихим» (г. Сосновый Бор);

определены показатели статической и динамической сорбционной емкости комплексной сорбционной загрузки, удельные скорости изъятия нефтепродуктов и фенолов при очистке воды, установлена возможность применения этой загрузки для мобильных установок водоподготовки;

создана система практических рекомендаций по применению комплексной сорбционной загрузки;

представлены научно обоснованные рекомендации по выбору типа комплексной сорбционной загрузки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ - адекватность результатов обеспечивается корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования; использование сертифицированных и поверенных приборов;

для математической обработки полученных результатов - применение современных методов анализа и обработки данных, в том числе с использованием сертифицированных программных комплексов; применение физически обоснованных математических моделей; соответствие результатов расчета экспериментальным данным, полученным другими исследователями и автором;

теория исследования построена на базовых положениях теории сорбционной очистки воды, на анализе научных трудов ученых и специалистов в

данной отрасли, а также трудов, посвященных проблемам повышения эффективности процесса сорбции;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта в области повышения эффективности работы сорбционных фильтров; анализе недостатков, разработанных ранее и применяемых в настоящее время методов очистки воды в полевых условиях, условиях ГО и ЧС;

установлено, что результаты, полученные автором, являются новыми, качественно и количественно не противоречат данным, представленным в открытых источниках по данной тематике;

использованы методы обработки и анализа экспериментальных данных, оборудования и аналитические приборы, результативно использованы материально-технические базы лабораторий кафедры водопользования и экологии СПбГАСУ, кафедры химической технологии материалов и изделий сорбционной техники СПБГТИ (ТУ), департамента подземных вод Компетенц Центрум Вассер, Берлин, лаборатории ООО «ПромЭкоСфера», результаты исследований, представленные в открытых литературных источниках по теме диссертации.

Личный вклад соискателя заключается в проведении выбора комплексной сорбционной загрузки из активированных углей отечественного производства, разработке методики проведения исследований по определению эффективности работы комплексной сорбционной загрузки в статических и динамических условиях; постановке проблемы, выдвижении концепции работы и проверке её эмпирическим путем с последующим обоснованием, обобщении результатов исследований; формулировании научных положений, выносимых на защиту; зависимостей, предложенных для расчета эффективности работы сорбционных фильтров с КСЗ при очистке воды от нефтепродуктов и фенолов; разработке методики и рекомендаций по расчету сорбционных фильтров с комплексной загрузкой при очистке воды от нефтепродуктов и фенолов.

На заседании 18 апреля 2016 г. диссертационный совет Д 212.223.06 принял решение присудить Ряховскому М. С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за 11, против 1 недействительных бюллетеней 2.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА
Д 212.223.06,
доктор технических наук,
профессор ДАЦЮК Т.А.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
совета Д 212.223.06
кандидат технических наук, доцент ПУХКАЛ В.А.

18 апреля 2016 г.