

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Серпокрылова Николая Сергеевича на диссертационную работу Мурашева Сергея Владимировича «Разработка технических конструкций и методов очистки и обеззараживания сточных вод на морских объектах в Арктике», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Рецензируемая работа представлена на 184 страницах машинописного текста и включает в себя 176 страниц основного текста диссертации, в том числе 35 рисунков, 29 таблиц, список литературы из 145 наименований и 8 страниц приложений к диссертации.

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Известно, что Арктика - это регион с богатейшими природными ресурсами, и поэтому в настоящее время ведущие страны мира проявляют интерес к ее освоению. Российская Федерация также активно осваивает арктический шельф как в гражданской, так и военной сфере.

При этом очевидно и прогнозируемо, что активное строительство объектов наземной и морской инфраструктуры (буровые платформы, терминалы), а также повышение интенсивности движения по северному морскому пути, увеличивают нагрузку на природную среду.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации объектов на северных территориях показал необходимость создания адекватных гидрометеорологическим условиям систем предотвращения загрязнения водных ресурсов, т.к. известные системы очистки сточных вод не отвечают условиям эксплуатации на подобных объектах, прежде всего по массогабаритным показателям.

Поэтому можно согласиться с автором, что тема исследований является перспективной и относится к приоритетным направлениям науки, технологий и техники в Российской Федерации.

В диссертационной работе Мурашев Сергей Владимирович подошел к решению этой проблемы комплексно и системно.

При проведении исследований автор предложил вариабельную систему очистки сточных вод, применимую для морских объектов и для судов. Для разработки технологической схемы установки очистки сточных вод для морских объектов в Арктике впервые применен авторский метод создания новых технических решений на основе использования структуры международной патентной классификации, позволивший получить и реализовать в опытно-промышленном образце установки глубокой биологической очистки сточных вод с мембранны-биологическим реактором для морских объектов и для судов производительностью до 10 куб. м/сутки 11 изобретений и полезных моделей.

Результаты испытаний опытного образца удовлетворяют требованиям Резолюции МЕРС. 159(55) ИМО и СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения».

**Личное участие диссертанта в получении результатов заключается в:**

- разработке основных выводов и положений, представленных на защиту;
- непосредственном участии в создании опытно-промышленной установки и ее опытно-промышленных испытаниях;
- апробации результатов, а также оформлении результатов в виде публикаций, научных докладов и заявок на изобретения и полезные модели.

Поэтому, по - нашему мнению, тема диссертации, направленная на разработку технических конструкций и методов очистки и обеззараживания сточных вод на морских объектах в Арктике, актуальна.

## **2. Научная новизна исследований и полученных результатов**

Высокотехнологичные и инновационные системы, применяемые для разведки, добычи, переработки ископаемых и транспортирования продуктов повсеместно, а особенно вследствие климатических условий в Арктике, требуют соответствующего уровня решений систем жизнеобеспечения и защиты окружающей среды, в т. ч. и очистки сточных вод.

Предложенный авторский подход к разработке оптимальной технологической схемы установки очистки сточных вод для морских объектов в Арктике с применением метода создания новых технических решений на основе использования структуры международной патентной классификации по существу является пионерским для специальности 05.23.04, что, несомненно, поднимает ее уровень не только в отечественный, но и мировой отрасли обработки вод.

Также к новым и значимым научным результатам диссертационной работы относятся следующие.

1) Обоснованные и сформулированные требования к судовым системам очистки сточных вод и к системам очистки сточных вод для морских объектов в Арктике, а также оптимальный по габаритам типоразмерный ряд установок очистки сточных вод для судов и морских стационарных сооружений.

2) Адаптация и усовершенствование технологии анаэробно-аноксидно-оксидной обработки сточных вод с отстойником-ферментатором и мембранны-биологическим реактором для компактных установок очистки сточных вод на морских объектах и судах. Полученные инновационные решения базируются на 11 изобретениях и полезных моделей автора.

3) Предложена методика расчета типоразмерного ряда установок с анаэробно-аноксидно-оксидной обработкой сточных вод, с отстойником-ферментатором и мембранны-биологическим реактором, дополненная

расчетом очистного комплекса биологических блоков с блоком биомембранный фильтрации.

4) В опытно-промышленной установке глубокой биологической очистки сточных вод с мембранны-биологическим реактором для морских объектов и для судов достигнуты нормируемые показатели по биогенным элементам без применения в технологическом процессе химических реагентов; технология является новой, что подтверждено патентом на изобретение RU2537611.

5) Новые технические решения для систем очистки и обеззараживания сточных вод:

- усовершенствован метод УФ обеззараживания сточных вод с использованием индуктивного поля токов высокой частоты и инертного газа в качестве наполнения, что повышает надежность и экологическую безопасность эксплуатации установок по очистке вод (патент на полезную модель RU119736);

- усовершенствован метод электроочистки и обеззараживания зернистой загрузки с использованием низкого напряжения, что позволило улучшить на 30% регенерацию загрузки фильтров доочистки (патент на изобретение RU2603372);

- усовершенствован метод термической регенерации загрузок с активированным углем с использованием токов высокой чистоты, что позволяет производить регенерацию угольных загрузок без их извлечения из фильтра (патенты на изобретения RU2467955, RU2499770).

Также следует отметить, что работа автора «Установка очистки сточных вод для морских нефтегазодобывающих платформ и терминалов в Арктике» признана лауреатом «Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2017 года». Конкурс

проводился при поддержке Правительства Российской Федерации и Министерства энергетики Российской Федерации.

Сравнение предложенной очистной станции с зарубежной для обработки судовых сточных вод типа Omnipure ISMX MP показывает, что габаритные размеры и масса меньше зарубежных при одинаковой потребляемой мощности, а стоимость - в среднем на 30% ниже стоимости

Совокупность предложенных технологий и технических решений позволяют применять их на нефтегазодобывающих платформах, морских отгрузочных терминалах и других типах оффшорных сооружений (морские буровые установки, вертолетные платформы), а также на судах транспортного и технического флотов.

Наличие патентов на установку и методы очистки обеспечивают патентную чистоту решений, независимость от иностранных производителей и 100% импортозамещение в отрасли.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

В рассматриваемой диссертации критически проанализированы состояние и теоретические положения предшествующих исследователей по применению систем биологической очистки сточных вод на морских судах и морских объектах, изложенные в 131 отечественных и 14 зарубежных источниках.

Изучение выводов, научных результатов и основных положений диссертации позволило установить, что соискатель достаточно ясно владеет вопросом и четко излагает необходимость доказательств правильности своих научных результатов и выводов. Автором корректно использованы апробированные опытом теории, методики, уравнения, а также применены авторский метод создания новых технических решений в области очистки и обеззараживания сточных вод на основе использования структуры международной патентной классификации и новая методика расчета

типоразмерного ряда установок с анаэробно-аноксидно-оксидной обработкой сточных вод.

Обоснованность и достоверность результатов исследований, выводов и рекомендаций достигается корректным обоснованием начальных и граничных условий, принятых в ходе исследования, и результатами сравнения расчетных и фактических значений параметров технических средств и методов.

#### **4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации**

Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- возможности применения методики расчета типоразмерного ряда установок с анаэробно-аноксидно-оксидной обработкой сточных вод, с отстойником-ферментатором и мембранны-биологическим реактором на базе модели, принятой для опытного образца для установок производительностью 2,5; 5; 10; 20; 50 и 100  $\text{м}^3/\text{сутки}$ , который охватил бы потребность оффшорных сооружений, судов их обслуживающих, транспортных судов и судов технического флота;
- возможности применения метода создания новых технических решений в области очистки и обеззараживания сточных вод на основе использования структуры международной патентной классификации для поиска и применения разработанных технических решений по новому назначению, что позволит получить решения на уровне изобретений и полезных моделей, что позволяет обеспечить патентную чистоту решений, независимость от иностранных производителей и обеспечить 100% импортозамещение в отрасли;
- возможности использования технологии мембранны-биологической очистки сточных вод в сочетании с глубокой биологической очисткой по

трехзонной схеме анаэробно-аноксидно-оксидной обработке на оффшорных сооружениях, включая нефтегазодобывающие платформы, отгрузочные терминалы, ПБУ, а также некоторые типы судов с учетом их автономности и условий эксплуатации, включая арктические районы и «закрытые» моря, в условиях, требующих консервации очистных сооружений и при отрицательных температурах;

- возможности эффективного применения метода обеззараживания сточных вод путем ее облучения с помощью бесконтактных источников генерации УФИ и электросорбционных устройств;
- полученные результаты уже сегодня использованы в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» для разработки и принятия решений по реконструкции канализационных очистных сооружений пос. Молодежный, разработки и опытно-промышленных испытаний на Северной станции аэрации установки очистки сточных вод малой производительности. На заседании 01 декабря 2016 Российского научно-технического общества судостроителей им. Акад. А.Н. Крылова рекомендованы к внедрению в судостроительной отрасли.

## **5. Критические замечания и недостатки**

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее высокий научный уровень, достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, стоит отметить ряд замечаний.

- 5.1. Неясно, чем отличаются технологические решения по очистке "серых" и "черных" сточных вод?
- 5.2. Как организован выпуск очищенных сточных вод от стационарных платформ на шельфе?
- 5.3. Какие патенты получены автором при выполнении диссертационного исследования с использованием предложенного алгоритма технических решений и нового подкласса МПК?

5.4. На рис. 4.3 диссертации значения коэффициентов детерминации на кривых 1 и 3 равны 0,1 и 0,3. Могут ли они служить достоверной базой для выводов о значениях удельной скорости окисления и периода аэрации?

5.5. Обозначив разницу между анолитом из раствора хлорида натрия и морской воды, неясно технологическое решение, что рекомендует автор?

Однако, отмеченные недостатки носят рекомендательный характер, не относятся к главному содержанию работы и не существенно влияют на общую оценку работы. Предложенные рекомендации могут быть учтены автором в дальнейших научных исследованиях.

В целом, работа выполнена на высоком профессиональном уровне и хорошо оформлена, имеет широкую перспективу для внедрения как для очистки сточных вод, так и создание охраноспособных технических решений по разработанному алгоритму поиска.

## **6. Выводы и рекомендации**

В целом, диссертационная работа является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основе выполненных автором обобщений, теоретических, расчетных и экспериментальных исследований решена научная задача, имеющая значение для развития соответствующей отрасли знаний, посвященная разработке технических конструкций и методов очистки и обеззараживания сточных вод на морских объектах в Арктике.

Автором по теме диссертации опубликовано 23 печатных работы, в которых отражены основные положения диссертационной работы. Из них 17 опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах по перечню ВАК РФ, в которых рекомендуется публикация материалов и результатов диссертаций, в том числе 9 патентов на изобретения и 2 патента на полезные модели.

Диссертация выполнена на современном научном уровне и представляет собой завершенную самостоятельную научно-квалификационную работу, оформлена четко структурировано и аккуратно. Представленные материалы изложены в логической последовательности.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Стиль изложения способствует пониманию диссертации и позволяет объективно оценить личный вклад автора и полученные результаты исследования.

В ходе проведения своих научных исследований, автор показал себя профессионально подготовленным специалистом в области водоснабжения, канализации, строительных систем охраны водных ресурсов.

Результаты диссертационной работы вносят значительный вклад в развитие теории и практики в области водоснабжения, канализации, строительных систем охраны водных ресурсов.

### **Заключение**

В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать их как п. 3 "Методы очистки природных и сточных вод, технологические схемы и конструкции используемых сооружений, установок, аппаратов и механизмов" и п. 5 «Методы обеззараживания и кондиционирования природных и сточных вод, обеспечивающие санитарно-гигиенические, токсикологические и эпидемиологические требования, технологические схемы и конструкции используемых сооружений, установок и аппаратов» паспорта специальности 05.23.04 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Содержание опубликованных статей и автореферата соответствует основным идеям и материалам диссертации.

Вышеизложенный материал дает основание считать, что диссертационная работа Мурашева Сергея Владимировича по содержанию, форме, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов, в достаточной степени аргументированных, отвечает требованиям п.9. «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г . №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

За решение задачи по разработке технических конструкций и методов очистки и обеззараживания сточных вод на морских объектах в Арктике, имеющей важное значение в области водоснабжения, канализации, строительных систем охраны водных ресурсов, Мурашев Сергей Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов.

Официальный оппонент, профессор кафедры  
«Водоснабжение и водоотведение»

Академии строительства и архитектуры  
ФГБОУ ВО «Донской государственный  
технический университет», (г. Ростов)  
доктор технических наук,  
профессор

Серпокрылов Николай Сергеевич

«18» сентября 2017

ФГБОУ ВО «Донской государственный  
технический университет», (г. Ростов)  
344000, ЮФО, Ростовская область,  
г.Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая,162,  
д. 162, корпус 4, аудитория 4208  
e-mail: spu-63.2.1@donstu.ru  
8(863) 20-19-087

"Подпись проф. Серпокрылова Н. С. заверяю"  
Заместитель директора по науке  
Академии строительства и архитектуры ДГТУ  
Профессор



А. И. Шуйский