

УТВЕРЖДАЮ

проректор по научной работе

д.т.н.,


Д.В. Никущенко

« 018 » 2019г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ)» по диссертационной работе Петрова Алексея Анатольевича, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Разработка методов расчета предельной и усталостной прочности стальных конструкций морской техники, эксплуатируемой при низких температурах» выполнена на кафедре конструкции и технической эксплуатации судов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» (СПбГМТУ).

Петров А.А. в 2013 году окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» по направлению 180100 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

С августа 2013 г. по август 2018 г. Петров А.А. был прикреплен к кафедре конструкции и технической эксплуатации судов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № Сп-ОД-25/18 выдана 06 ноября 2018 г. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет».

Научный руководитель – Крыжевич Геннадий Брониславович, д.т.н., профессор кафедры строительной механики корабля ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», начальник сектора прочности и конструкции высокоскоростных судов и технических средств освоения шельфа ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

1. Соответствие содержания и названия диссертации заявленной специальности.

Область исследований, представленных в диссертационной работе, относится к вопросам оценки прочности конструкций морских сооружений, работающих в низких температурах, и учету снижения пластических свойств судостроительных сталей при понижении температуры эксплуатации, т.е. к разработке методов строительной механики корабля.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.08.01 «Теория корабля и строительная механика» в части:

– 1.9. Математическое описание параметров напряженно-деформированного состояния конструкций корпуса корабля или другого морского инженерного сооружения, прогнозирование этих параметров в реальных условиях эксплуатации; разработка и развитие численных методов исследования прочности и надежности конструкций;

– 2.7. Прочность корабля и морских сооружений – вопросы о способах обеспечения прочности и надежности корпуса и отдельных конструкций в условиях строительства, эксплуатации, ремонта, вывода из строя и утилизации.

2. Актуальность работы.

При эксплуатации судов и нефтегазовых платформ в условиях низких температур воздуха (ниже минус 40 °С) прочность конструкций испытывает негативное влияние двух факторов: снижение пластических свойств сталей и наличие различных конструктивных концентраторов напряжений. Однако в общепризнанных методах оценки прочности судовых конструкций совместное влияние этих факторов в явном виде не учитывается, есть лишь дополнительные требования к испытаниям материалов, из которых такие конструкции изготавливаются. Как показывает практика и результаты исследований отечественных и зарубежных специалистов, эти требования зачастую невыполнимы для листовых конструкций толщиной более 40 мм при температуре испытаний ниже минус 40 °С, при этом отсутствуют методы количественной оценки запаса прочности той или иной конструкции, для которой при испытании материала были получены отрицательные результаты. С учетом стратегического и экономического интереса РФ в арктическом регионе, новые методы расчета низкотемпературной прочности конструкций морской техники способны предоставить ряд конкурентных преимуществ отечественным судостроительным и металлургическим предприятиям, что подтверждает актуальность и практическую значимость работы.

3. Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов и степень достоверности проведенных исследований

Решение поставленных в диссертационной работе задач получено лично автором. Экспериментальные исследования проводились автором при участии специалистов ФГУП «Крыловский государственный научный центр». В ходе работы над диссертацией автор лично:

- сформулировал и экспериментально обосновал новые интегральные критерии предельной прочности сварных конструкций морской техники, учитывающие взаимное влияние пониженной температуры и концентрации напряжений на снижение пластических свойств материала;
- разработал численный метод расчета статической прочности конструкций, основанный на новых критериях хрупкого и вязкого разрушения материала в условиях низких температур;
- на основе экспериментальных данных выявил особенности усталостной низкотемпературной прочности и предложил способы учета этих особенностей при аналитическом описании деформационных и силовых критериев усталостных разрушений;
- обосновал корректность использования в расчетах усталостной прочности предложенных математических моделей усталостного разрушения конструкций при низких температурах.

Таким образом, представленная к защите диссертация является самостоятельной творческой работой автора.

Достоверность разработанных и предложенных автором математических моделей и методов расчетов обеспечена использованием строгих положений механики сплошной среды, линейной механики разрушения, строительной механики, применением современных численных методов, сравнением результатов экспериментов с аналитическими решениями и результатами численного моделирования.

4. Новизна и практическая значимость.

Научная новизна заключается в следующем:

- Сформулированы новые интегральные критерии хрупкого и вязкого разрушения конструкций при низкой температуре, обеспечивающие повышенный уровень точности прогнозирования нарушения целостности конструктивных элементов;
- Впервые предложен численный метод расчета низкотемпературной статической прочности конструкций;
- Разработаны новые способы расчета параметров деформационных и силовых критериев усталостного разрушения с учетом температурного

фактора, адаптированные для расчета усталостной прочности стальных конструкций при низких температурах;

– Предложен метод расчета усталостной прочности стальных конструкций, эксплуатирующихся в низкотемпературных условиях.

Практическая значимость заключается в следующем:

– Результаты работы использованы Российским морским регистром судоходства при корректировке Правил классификации и постройки морских судов в 2017 году в части применения сварных форштевней на судах ледовых классов Arc5-Arc7.

– Созданные математические модели хрупкого и вязкого разрушения конструкций позволяют оценить запас прочности реальных конструкций, работающих в низких температурах, при формально неудовлетворительных результатах испытаний материалов, из которых они изготовлены.

– Численный метод расчета низкотемпературной прочности позволяет точнее определять предельные нагрузки, приводящие к нарушению целостности конструктивных элементов объектов морской техники.

– Результаты исследования и выполненных экспериментов показывают, что при оценке усталостной прочности конструкций, работающих при низких температурах, следует уделять особое внимание малоцикловой усталости, т.к. при числе циклов нагружения менее 10^4 - 10^5 усталостная прочность при низких температурах снижается по сравнению с прочностью при комнатной температуре, а при больших циклах нагружения – увеличивается.

5. Ценность научных работ соискателя ученой степени.

Ценность научных работ соискателя заключается в том, что в них поставлена и решена важная задача учета одновременного влияния низкой температуры и концентрации напряжений на снижение пластического ресурса материала. На сегодняшний день в существующих правилах классификационных обществ и международных стандартах методы расчетов прочности стальных конструкций не отличаются для обычных и низких температур, что отрицательно влияет на развитие методов оптимизации конструкций.

Научные работы соискателя развивают новое направление в решении известной проблемы сертификации перспективных толстолистовых арктических сталей. Использование результатов, полученных автором, может найти применение при корректировке существующих нормативных требований к материалам, используемым при постройке морских объектов для арктического шельфа РФ.

Основные положения диссертационного исследований и авторские разработки создают новую научную основу для поиска рациональных конструктивных решений и снижения материалоемкости арктических морских объектов, что, в свою очередь, может способствовать дальнейшему развитию отечественных судостроительных предприятий, а также снижению издержек на разведку и освоение углеводородных месторождений в Арктике.

6. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Основные результаты исследований, выполненных по теме диссертационной работы, опубликованы в 11 научных работах (доля авторства от 33% до 100%), из которых 7 опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Перечнем рецензируемых научных изданий ВАК РФ:

1. Крыжевич Г. Б., Петров А. А. Исследование применимости сварных штевней взамен литых на ледоколах и судах ледового плавания // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2017. Т. 9. № 1. С. 132-142.
2. Петров А. А. Техническое обоснование возможности применения сварных штевней на ледоколах и судах ледового плавания // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2017. № 46/47. С. 45-51.
3. Петров А. А., Лебехов И. А. Программный комплекс автоматизации расчетов по полярным правилам и выбора рациональных конструктивных решений // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. Спец. вып. 1. С. 137-141.
4. Петров А. А., Лебехов И. А. Идрисова С. А. Создание программного обеспечения для разработки судовой эксплуатационной документации на суда ледового плавания // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. Спец. вып. 2. С. 25-32.
5. Петров А. А., Черейский И. З., Идрисова С. А. Технические аспекты разработки «Наставления по эксплуатации судна в полярных водах» и анализ необходимости контроля его содержания // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2018. № 50/51. С. 6-13.
6. Крыжевич Г. Б., Петров А. А. Критерий вязкого разрушения конструкций морской техники // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 1. № 1(39). С. 30-37.

7. Крыжевич Г. Б., Петров А. А. Учет температурного фактора в расчетах усталостной долговечности конструкций морской техники // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 1. № 2(40). С. 11-19.

Работы 6 и 7 опубликованы в издании, включенном в международную реферативную базу данных Web of Science. Опубликованные научные работы полностью отражают содержание диссертации.

Основные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих научно-технических конференциях:

1. Международная конференция по судостроению и океанотехнике NAOE-2016, 6-8 июля 2016 г., Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ».
2. Научно-техническая конференция по строительной механике корабля памяти Ю. А. Шиманского, 14-15 декабря 2016 г., Санкт-Петербург, ФГУП «Крыловский государственный научный центр».
3. Девятая международная конференция «Военно-морской флот и судостроение в современных условиях», 29-30 июня 2017 г. Санкт-Петербург, ФГУП «Крыловский государственный научный центр».
4. Четырнадцатая конференция пользователей CADFEM / ANSYS, 31 октября – 2 ноября 2017 г., Санкт-Петербург.
5. Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Научно-технологическое развитие судостроения (НТРС-2017)», 16-17 ноября 2017 г., Санкт-Петербург, ФГУП «Крыловский государственный научный центр».
6. Всероссийская научно-техническая конференция по строительной механике корабля, посвященная памяти профессора В. А. Постнова, 13-14 декабря 2017 г., Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО «СПбГМТУ».

В соавторстве (50%) получены 1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 Свидетельство о государственной регистрации базы данных

7. Рекомендации по использованию полученных результатов и выводов

Результаты работы могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях судостроительной и металлургической промышленности (ФГУП «Крыловский государственный научный центр», АО «ЦНИИМФ», НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», АО «ЦКБ МТ «Рубин», АО «ЦКБ «Коралл», ПАО «ЦКБ «Айсберг», ФАУ «Российский морской регистр судоходства», и др.) при:

- проектировании морских нефтегазовых платформ, ледоколов и судов ледового плавания;
- испытаниях материалов для постройки объектов морской техники;
- разработке и изучении свойств новых арктических сталей.

8. Отсутствие заимствований без ссылок на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов.

Использованные результаты других авторов приведены с соответствующими ссылками. Заимствования без ссылок отсутствуют.

Выводы

1. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, в которой разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать, как решение научной задачи по разработке эффективных методов расчета низкотемпературной прочности объектов морской инфраструктуры, имеющей значение для развития судостроения. Предложенные автором научно обоснованные методы расчетов прочности арктических объектов способствуют повышению конкурентоспособности отечественных судостроительных и металлургических предприятий.
2. Диссертационная работа написана ясным и грамотным языком, имеет внутреннее единство. Суть исследования изложена логично и аргументировано. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.08.01 «Теория корабля и строительная механика» в части:
 - 1.9. Математическое описание параметров напряженно-деформированного состояния конструкций корпуса корабля или другого морского инженерного сооружения, прогнозирование этих параметров в реальных условиях эксплуатации; разработка и развитие численных методов исследования прочности и надежности конструкций;
 - 2.7. Прочность корабля и морских сооружений – вопросы о способах обеспечения прочности и надежности корпуса и отдельных конструкций в условиях строительства, эксплуатации, ремонта, вывода из строя и утилизации.
3. Диссертация соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, ред. от 01.10.2018).

4. Диссертация «Разработка методов расчета предельной и усталостной прочности стальных конструкций морской техники, эксплуатируемой при низких температурах» Петрова Алексея Анатольевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 «Теория корабля и строительная механика».

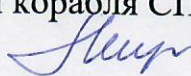
Заключение принято на расширенном заседании кафедры строительной механики корабля СПбГМТУ открытым голосованием. На заседании присутствовало 11 человек из них 3 доктора технических наук. Результаты голосования: «за» - 11 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол № 05/19-2018/2019 от «27» июня 2019 г.

Профессор, заведующий кафедрой
строительной механики корабля СПбГМТУ,
д.т.н., профессор



Родионов А.А.

Доцент, кафедры
строительной механики корабля СПбГМТУ,
к.т.н.



Миронов М.Ю.