



«УТВЕРЖДАЮ»

директор Института машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН

доктор технических наук, профессор
В.А. Глазунов

«05» 09 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской Академии Наук на диссертационную работу Петрова Алексея Анатольевича «Разработка методов расчета предельной и усталостной прочности стальных конструкций морской техники, эксплуатируемой при низких температурах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 – Теория корабля и строительная механика.

Актуальность темы. Развитие Арктики является задачей, прямо или косвенно отраженной в ряде документов системы государственного стратегического планирования РФ. Для разведки и освоения углеводородных месторождений Арктического шельфа РФ, равно как и для увеличения грузопотока по трассам Северного морского пути, необходимо создание современных, высокотехнологичных и надежных морских сооружений, способных работать в условиях Крайнего Севера при низких климатических температурах. На сегодняшний день спрос на такие морские объекты достаточно высок, при этом одним из стимулирующих факторов для его поддержания является уменьшение стоимости их постройки. В этой связи важна разработка новых научно обоснованных методов расчета прочности конструкций, способствующих более рациональному проектированию, что подтверждает актуальность рассматриваемой диссертационной работы.

Для достижения цели, сформулированной в работе, соискателем поставлено четыре основные задачи, последовательно решаемые в ходе исследования. Стоит отметить, что их решение достигается за счет рационального сочетания аналитических и экспериментальных данных, а также компьютерного

моделирования, что обеспечивает соответствие диссертации современному научно-техническому уровню.

Цели и задачи диссертационной работы. Целью настоящей работы является разработка методов расчета низкотемпературной предельной и усталостной прочности конструкций морской техники, основанных на критериях прочности, которые обеспечивают достоверность расчетов для создания рациональных конструкций, эксплуатируемых при низких климатических температурах.

Структура и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, изложена на 166 страницах. Структура диссертации и содержание выводов логично отражает последовательность решения поставленных соискателем задач.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи исследования, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит анализ существующих подходов к обеспечению низкотемпературной прочности объектов морской техники, в результате которого определены основные недостатки методик, принятых в отечественном и мировом судостроении.

Вторая глава посвящена разработке критериев статического разрушения конструкций при низкой температуре. В этой главе последовательно обоснован переход от известных локальных критериев разрушения к интегральным критериям, приведены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность предложенных критериев.

Третья глава содержит описание численного метода расчета статической прочности, основанного на применении сформулированных во второй главе критериев разрушения. Также в этой главе приведен пример компьютерного моделирования испытания на прочность секции сварного форштевня арктического судна. Результаты моделирования сопоставлены с результатами выполненных впоследствии экспериментов, демонстрируя эффективность моделирования.

В четвертой главе приведены методы расчета параметров деформационных

и силовых критериев усталостного разрушения с учетом температурного фактора, экспериментальные данные, подтверждающие их эффективность, а также предлагается метод расчета низкотемпературной усталостной прочности стальных конструкций.

В заключении представлены основные результаты работы и определены дальнейшие направления исследований.

Автореферат в должной мере отражает содержание диссертации и позволяет понять и оценить полученные результаты.

Научная новизна полученных результатов. Научная новизна рассматриваемой работы состоит в разработке методов расчета предельной и усталостной прочности стальных конструкций морской техники в условиях низких температурах.

Сформулированы новые интегральные критерии вязкого и хрупкого разрушения, учитывающие одновременное влияние совместного действия низкой температуры и концентрации напряжений на снижение пластического ресурса конструкции.

Предложен численный метод расчета предельной прочности, позволяющий дать количественную оценку запаса прочности конструкции при заданной температуре эксплуатации.

Разработаны новые математические модели усталостного разрушения, учитывающие зависимость усталостной прочности от температуры. Предложен метод расчета низкотемпературной усталостной прочности, учитывающий ускоренное развитие усталостных повреждений в малоцикловой области.

Достоверность полученных результатов определяется грамотным и корректным использованием основных положений строительной механики, механики сплошной среды, механики разрушения и усталостной прочности, а также численного моделирования. Следует отметить хорошее согласование результатов экспериментов с результатами компьютерного моделирования.

Практическая значимость. При оценке прочности инженерных конструкций, предназначенных для коммерческого использования, какими является большинство объектов морской техники, должна быть решена задача

обеспечения надежности конструкции при снижении затрат на ее создание и эксплуатацию. Предлагаемые автором методы расчета низкотемпературной статической и усталостной прочности направлены на решение этой задачи. Кроме того, на этапе проектирования морского объекта важно учесть реальные условия его эксплуатации, если эти условия могут повлиять на его надежность. Как следует из полученных в работе результатов, в ряде случаев игнорирование влияния низких климатических температур может привести к неблагоприятным последствиям. Безусловно, предлагаемые автором методы будут способствовать повышению уровня безопасности объектов морской инфраструктуры. Результаты работы могут быть использованы проектно-конструкторскими бюро для создания перспективных морских платформ и ледоколов.

Оценка диссертации. Диссертация написана достаточно подробно и хорошо иллюстрирована схемами и графиками. По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В ходе исследования автор выстраивает взаимосвязь между экспериментальными, аналитическими и численными методами оценки прочности конструкций. Именно особенности этой взаимосвязи и способы её применения, по сути, являются главными достижениями автора. Было бы полезно акцентировать на этом внимание, например, представив методы расчета в виде отдельных алгоритмов или схем, четко выделяющих и классифицирующих каждый этап расчета.

2. На с. 9 и 41 диссертации автор отмечает важность проблемы торможения хрупкой трещины, распространяющейся с высокой скоростью в стали. Вместе с тем, в диссертационной работе решению этой проблеме не уделено влияние.

3. На графике рис. 1.11: опечатка в слове «порога».

4. Обсуждая интегральные критерии разрушения, автору следовало бы упомянуть работы известных в научном мире специалистов D. Taylor, L. Susmel, P. Lazzarin, G. Pluvinage и др., которые достигли значительных успехов в интегральных критериях применительно к прогнозированию статической и усталостной прочности при наличии трещин и концентраторов напряжений с использованием критического расстояния (аналога структурного элемента или

размера зоны предразрушения).

5. Последние годы в мировых научных центрах проблеме стеснения деформаций (жесткости напряженного состояния) в окрестности вершины трещины или концентратора напряжений уделяется значительное влияние. Автор решает проблему учета стеснения деформаций посредством введения в рассмотрение коэффициента снижения предельных пластических деформаций. Однако, следует отметить эффективность и других подходов, основанных на учете стеснения деформаций посредством таких параметров как несингулярные Т-напряжения, Q- и А- параметры и др. Почему автор остановился на выборе коэффициента снижения предельных пластических деформаций, не проанализировав эффективность других подходов для решения поставленных в работе задач?

Сделанные замечания не отражаются, однако, на положительном решении по диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Петрова Алексея Анатольевича является законченной научно-исследовательской работой, в которой на современном научно-техническом уровне решается задача создания новых методов расчета прочности морских сооружений, эксплуатируемых при низких климатических температурах. Основное содержание диссертации отражено в периодической печати и доложено на конференциях и семинарах.

Автореферат диссертации в целом правильно и полно отражает ее содержание.

Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Петров Алексей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук (по специальности 05.08.01 – Теория корабля и строительная механика) за разработку методов расчета предельной и усталостной прочности стальных конструкций морской техники, эксплуатируемой при низких температурах.

Работа обсуждена и одобрена на заседании научно-технического совета отдела «Прочность, живучесть и безопасность машин» Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН 16 сентября 2020 г. Протокол № 4/20.

Председатель Научно-технического совета, заведующий отделом «Прочность, живучесть и безопасность машин» ИМАШ РАН, 101000, Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4 доктор технических наук (01.02.06 - Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры), профессор +7 (499) 135-12-04, ygmatvienko@gmail.com



Матвиенко
Юрий Григорьевич

Ученый секретарь Научно-технического совета, научный сотрудник отдела «Прочность, живучесть и безопасность машин» ИМАШ РАН, кандидат технических наук (05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий) +7 (499) 135-52-11, chernovdv@inbox.ru



Чернов
Дмитрий Витальевич

Подписи Ю.Г. Матвиенко и Д.В. Чернова
заверяю

Матвиенко *Чернов*

