

Отзыв

официального оппонента на диссертацию
Бураковского Павла Евгеньевича на тему
«Методы расчёта прочности и рекомендации по
проектированию судов флота рыбной промышленности при
обеспечении их безопасности в экстремальных условиях
эксплуатации», представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук
по специальностям: 05.08.01 «Теория корабля и строительная
механика»; 05.08.03 «Проектирование и конструкция судов»

Актуальность темы диссертации

Диссертация посвящена разработке методов расчёта прочности судовых корпусных конструкций в экстремальных условиях эксплуатации и рекомендациям по проектированию конструкций для обеспечения их прочности и надёжности, повышения безопасности мореплавания посредством рационального конструирования, подкрепления при повреждениях, а также модернизации.

В работе охвачены основные типы экстремальных ситуаций, в которые попадают суда флота рыбной промышленности в процессе эксплуатации. Статистические данные свидетельствуют о том, что сложные погодные условия создают значительные проблемы с обеспечением безопасности судов. Повторяющиеся случаи гибели или бесследного исчезновения судов в штормовых условиях свидетельствуют о том, что их конструкции не в полной мере отвечают реальным условиям эксплуатации. Следовательно, необходимо выявлять скрытые эффекты взаимодействия судна с внешней средой в таких условиях и на основании этого совершенствовать их конструкции, разрабатывать рекомендации по проектированию судов с целью обеспечения безопасности мореплавания.

Характерной особенностью промысловых судов, существенно влияющей на их безопасность, является более высокая повреждаемость корпусных конструкций по сравнению с судами других типов. Данное обстоятельство обусловлено спецификой работы промысловых судов, которым приходится осуществлять швартовку в открытом море на волнении, лов рыбы в условиях сложной ледовой обстановки, а иногда и входить в ледовые поля для борьбы с обледенением. В таких условиях корпуса судов подвергаются действию интенсивных локально распределённых нагрузок, приводящих к возникновению остаточных деформаций обшивки и набора. Поэтому для оценки риска разрушения корпусных конструкций и разработки эффективных схем их подкрепления необходимо располагать методами расчёта элементов корпуса при восприятии таких нагрузок. При этом должны учитываться особенности поведения конструкции при действии интенсивных локально распределённых нагрузок и обеспечиваться минимально возможные затраты вычислительных мощностей. Это даст возможность их

использования в бортовых интеллектуальных системах контроля эксплуатационной прочности, которые могут способствовать существенному повышению безопасности мореплавания.

Значительное число судов гибнет из-за столкновений и посадок на мель. Снизить ущерб от таких аварий можно путём модернизации конструкций носовых оконечностей судов и за счёт реализации днищевой конструктивной защиты. Кроме того, необходимо располагать математическим аппаратом, позволяющим оценивать риск столкновений и посадок на мель в том или ином районе Мирового океана. Это даст возможность выбирать наиболее безопасный маршрут и режим движения судна, особенно при реализации данных моделей в бортовых интеллектуальных системах, обоснованно принимать решения о модернизации корпусных конструкций для снижения последствий навигационных аварий.

С учётом вышеизложенного можно констатировать, что тема исследования является актуальной.

Научная новизна

Научная новизна и основные результаты работы заключаются в следующих положениях:

– разработаны рекомендации по обеспечению безопасности мореплавания на основе математической модели взаимодействия судна с внешней средой в условиях захвата волной его носовой оконечности и модели оценки риска встречи судов с аномальными волнами, включающие обоснование выбора профиля седловатости палубы и новые принципы нормирования общей прочности в экстремальных условиях эксплуатации, а также комплекс не имеющих аналогов в мировой практике конструктивных решений;

– создана методика оценки риска разрушения судовых пластин при действии многократных интенсивных локально распределённых нагрузок, основанная на анализе их деформирования под действием контактных эксплуатационных нагрузок с падающей и переменной в процессе нагружения интенсивностью, а также алгоритме прогнозирования прогибов при случайном эксплуатационном нагружении;

– разработана методика учёта большой физической и геометрической нелинейности при деформировании элементов стержневых систем, включающая методы расчёта нелинейного упруго-пластического деформирования локально нагруженных балок, лежащих на нелинейных упруго-пластических основаниях с переменными характеристиками жёсткости;

– предложена методика оценки риска разрушения балок и бортовых перекрытий судовых корпусов и методика расчёта их упруго-пластического деформирования интенсивными локально распределёнными нагрузками с учетом особенностей взаимодействия составных элементов бортовых перекрытий, в том числе в запредельном состоянии, на основании оценки

распорных характеристик балочных конструкций судовых перекрытий (шпангоутов и стрингеров);

– дано научное обоснование схем модернизации корпуса и разработан комплекс новых конструктивных решений, снижающих риск разрушения бортовых конструкций, на основе повышения их несущей способности путем подкрепления;

– даны рекомендации по модернизации корпуса, повышающие безопасность мореплавания за счет ограничения последствий навигационных аварий, с использованием методики проектирования элементов конструктивной защиты и математических моделей оценки вероятности столкновений и посадки судов на мель.

Практическая значимость

Практическая значимость состоит в разработке и внедрении методов и методик проектирования для снижения повреждаемости и повышения безопасности мореплавания с применением новых конструктивных решений.

Результаты диссертационной работы внедрены и используются в практической деятельности Балтийской военно-морской базы при оценке технического состояния и ремонте корпусов кораблей и судов Балтийского флота, а также на судоремонтных предприятиях. Ряд научных результатов внедрён в практику научной работы НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени адмирала Н.Г. Кузнецова». Теоретические результаты работы и практические рекомендации по расчёту прочности и совершенствованию корпусных конструкций использованы в учебном процессе ВУЗов.

Публикации и апробация полученных результатов

Результаты исследования доложены на всероссийских и международных конференциях, в том числе проводившихся за рубежом. По материалам диссертации опубликовано 138 работ, в том числе 4 монографии, 38 статей в рецензируемых изданиях и в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, получено 34 патента на изобретение и 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается корректным использованием методов строительной механики корабля, теории корабля, теории подобия, математического моделирования, методов вычислительной математики, теории вероятностей и математической статистики, физического моделирования, прикладного программирования.

Результаты расчёта по разработанным в диссертации методикам согласуются с данными, полученными в ходе экспериментальных

исследований, со статистическими данными, а также с результатами расчёта с использованием численных методов.

Структура работы и оформление

Диссертация имеет хорошо продуманную структуру и состоит из 6 глав, введения, заключения, списка литературы и приложений. Ввиду комплексного характера рассматриваемого вопроса обеспечения безопасности судов в экстремальных условиях эксплуатации каждому фактору, представляющему наибольшую опасность для промысловых судов, посвящена отдельная глава или несколько глав.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, показана степень её разработанности, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, охарактеризованы методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу факторов, влияющих на безопасность эксплуатации судов флота рыбной промышленности. Показано, что существенную опасность представляют неблагоприятные погодные условия. Указаны особенности эксплуатации судов флота рыбной промышленности, ведущие к большим объёмам повреждений их бортовых перекрытий. Отмечен значительный вклад навигационных аварий в общую статистику гибели судов. Изложены подходы к оценке риска в морской индустрии, указаны пути повышения безопасности мореплавания (подкрепление и модернизация корпусных конструкций, разработка бортовых интеллектуальных систем контроля эксплуатационной прочности).

Вторая глава посвящена проблеме повышения безопасности судов в штормовых условиях. Выявлен новый механизм взаимодействия корпуса судна с внешней средой на встречном волнении, связанный с захватом волной носовой оконечности. Разработана математическая модель, позволяющая оценивать величины гидродинамических давлений на палубу. Исследована остойчивость судна в условиях захвата его носовой оконечности волной, изучены гидродинамические характеристики носовой оконечности и показано негативное влияние фальшборта на безопасность судна в такой ситуации. Даны рекомендации по проектированию судов (схема выбора седловатости палубы, схема нормирования общей прочности в экстремальных условиях эксплуатации) и предложены новые конструктивные решения, направленные на повышение безопасности мореплавания.

Третья, четвёртая и пятая главы посвящены вопросу обеспечения безопасности промысловых судов в условиях действия интенсивных локально распределённых нагрузок. В третьей главе рассмотрено поведение судовых пластин при восприятии таких нагрузок, уточнены их распорные характеристики. Исследовано деформирование пластин при многократном нагружении, выполнена оценка риска их разрушения. Четвёртая глава посвящена разработке методов расчёта и оценки риска разрушения балочных конструкций судового корпуса с учётом особенностей их деформирования

интенсивными локально распределёнными нагрузками. Показана роль бортовой обшивки в обеспечении несущей способности локально нагруженных шпангоутов, являющейся для них нелинейным упруго-пластическим основанием. Получены кусочно-аналитические решения нелинейных дифференциальных уравнений изгиба балок судового корпуса. Исследована работа балок судовых перекрытий в предельном состоянии с учётом их взаимодействия с обшивкой, выполнен анализ влияния сдвиговых эффектов и распределения нагрузки на деформирование конструкций. В пятой главе рассмотрены конструктивные мероприятия, позволяющие обеспечить безопасную эксплуатацию судов в условиях действия интенсивных локально распределённых нагрузок. Даны рекомендации по выбору параметров перекрёстных связей при подкреплении бортовых перекрытий, предложена методика выбора жёсткости промежуточного шпангоута. Разработан ряд новых конструктивных решений, направленных на повышение несущей способности бортовых перекрытий промысловых судов.

Шестая глава посвящена проблеме повышения безопасности мореплавания в условиях риска возникновения навигационных аварий. В ней представлены разработанные автором математические модели оценки риска посадки на мель и столкновения судов, схемы конструктивной днищевой защиты с методикой выбора параметров её элементов, а также новые конструкции бульбовых наделок, позволяющие снизить ущерб от столкновений судов.

Список литературы насчитывает 370 наименований. В приложениях помещено описание экспериментальных установок для изучения работы судовых пластин в условиях повторно-статического нагружения с переменным в процессе испытаний коэффициентом распора, а также вспомогательные функции и константы, используемые при расчётах по разработанным автором методикам.

Диссертация хорошо оформлена, написана понятным языком и содержит достаточное количество иллюстраций.

Автореферат

Содержание автореферата в полной мере отражает содержание диссертации.

Замечания

По результатам рассмотрения диссертации Бураковского П.Е. можно сделать ряд замечаний.

1. Как следует из рисунка 1.1 и рисунка 1.7, пожары и взрывы также относятся к наиболее частым причинам гибели судов, однако в диссертации вопросы повышения пожарной безопасности не рассматриваются вовсе, что вызвано, вероятно, тем обстоятельством, что объём диссертации и так весьма велик.

