

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 411.004.01 НА БАЗЕ
Федерального государственного унитарного предприятия «Крыловский
государственный научный центр»

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24.06.2016 г. № 6/02

О присуждении Колеснику Алексею Михайловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование влияния технологических факторов на прочность и устойчивость прочных корпусов подводной техники» по специальностям 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика» и 05.08.04 – «Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства» принята к защите 15 апреля 2016 г. Протокол заседания № 4/01 диссертационного совета Д 411.004.01 на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Крыловский государственный научный центр», 196158, г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44, сайт <http://krylov-center.ru>, утвержденного приказом № 310/НК от 09 июня 2014 г. Министерства образования и науки РФ.

Соискатель Колесник Алексей Михайлович 1988 года рождения. В 2011 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» по направлению «Прикладная механика».

В настоящее время является научным сотрудником 3-го отделения (отделение прочности и надежности конструкций) ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Диссертационная работа «Исследование влияния технологических факторов на прочность и устойчивость прочных корпусов подводной техники» выполнена во ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

Научный руководитель – Рябов Виталий Михайлович, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники, ФГУП «Крыловский государственный научный центр» главный научный сотрудник.

Научный консультант – Рябенский Леонид Матвеевич, кандидат технических наук.

Официальные оппоненты:

Ильин Алексей Витальевич, доктор технических наук, доцент, зам. генерального директора ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» им. акад. И.В. Горынина». Почтовый адрес: 191015, Санкт-Петербург, ул.Шпалерная, д. 49.

Новиков Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, главный конструктор по корпусу, СПМБМ «Малахит». Почтовый адрес: 196135, Санкт-Петербург, ул. Фрунзе, д. 18.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию, отметив ее актуальность, новизну и практическую значимость.

Ведущая организация Акционерное общество «Центральное конструкторское бюро морской техники «Рубин» (АО «ЦКБ МТ «Рубин»), г. Санкт-Петербург, в своём положительном отзыве, подписанного главным конструктором по корпусу - заместителем главного инженера **Макаровым Михаилом Владимировичем**, начальником отдела прочности, к.т.н., **Кравец Анной Борисовной**, и утвержденном генеральным директором АО «ЦКБ МТ «Рубин», д.т.н., **Вильнитом Игорем Владимировичем** указала, что диссертационная работа Колесника Алексея Михайловича является актуальной и обладает практической ценностью.

В отзывах официальных оппонентов и ведущей организации отмечена актуальность диссертационного исследования и практическая значимость разработанных методов оценки влияния технологических процессов холодного формообразования, сопровождающихся возникновением остаточных технологических напряжений и деградацией механических свойств корпусных материалов, на значения предельной статической прочности концевых переборок двоякой кривизны и подкрепленных цилиндрических (конических) оболочек прочного корпуса, учитывая возможные начальные отклонения от идеальной формы.

В отзывах официальных оппонентов и ведущей организации указывается, что диссертационная работа Колесника А.М. по ее актуальности, целостности, полученным научным и практическим результатам квалифицируется как решение важной задачи в области создания объектов подводной техники, разработки новых методов расчета прочностных характеристик корпуса и корпусных конструкций с учетом влияния используемых при их изготовлении перспективных ресурсосберегающих методов, совершенствования технологических процессов и технологического оборудования, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика» и 05.08.04 –

«Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертационного исследования, из них 5 работ в личном авторстве, доля автора в остальных – 50%, а также 2 акта о внедрении результатов диссертации. Подана заявка на изобретение № 2015138514 от 09.09.2015 г. В изданиях, определяемых Перечнем ВАК РФ, опубликовано 7 статей.

Наиболее значимые опубликованные работы по теме диссертации:

1. Колесник А.М., Фрумен А.И «Исследование напряженно - деформированного состояния и чувствительности к начальным несовершенствам концевых переборок корпуса подводного аппарата» //Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, № 53, 2010 г. (автор - 50%);

2. Колесник А.М. «Исследование влияния одиночных вмятин обшивки на цилиндрической оболочке, подкрепленной шпангоутом». Журнал «Морские интеллектуальные технологии» № 1 (15), 2012 г. (автор - 100%);

3. Шитов А.И., Колесник А.М. «Предельные эпюры напряжений при образовании пластических шарниров в цилиндрических оболочках подводной техники» //Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, Том: 6 № 71, 2012 г. (автор - 50%);

4. Колесник А.М. «К оценке влияния холодного пластического деформирования на значения критических нагрузок оболочечных конструкций подводной морской техники» //Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, № 75 (359), 2013 г. (автор - 100%);

5. Колесник А.М., Рябенский Л.М. «Моделирование технологического процесса локального холодного пластического деформирования заготовок оболочечных конструкций двойкой кривизны» //Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова № 83 (367), 2014 г. (автор - 50%);

6. Колесник А.М., Рябенский Л.М. «Моделирование технологического процесса стыковки блоков прочных корпусов подводных технических средств и определение допустимых амплитуд несовпадения их срединных поверхностей». Журнал «Судостроение» № 1, 2014 г. (автор - 50%);

7. Колесник А.М., Рябенский Л.М. «Анализ напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций двойкой кривизны, изготовленных методом холодного локального пластического деформирования». Журнал «Судостроение» № 3, 2015 г. (автор - 50%).

Акты внедрения результатов кандидатской диссертации:

1. Акт внедрения результатов научных исследований и разработок, кандидатской диссертации А.М. Колесника 10.06.2016 г. (СЧ ОКР

«Проведение комплекса испытаний и исследований немагнитных высокопрочных коррозионностойких азотистых сталей», шифр «Барьер-К» по договору № 217-32/12/770-2012 от 15.03.2012 г. и НИР «Перспектива-3», государственный контракт № 9411.1007400.09.074 от 21.08.2009 г. ФГУП «Крыловский государственный научный центр».

2. Акт внедрения результатов научных исследований и разработок, кандидатской диссертации А.М. Колесника от 10.06.2016 г. (ОКР «Оболочка» по договору № 81-32/12/53470 от 21.03.2012 г. в рамках государственного контракта № 11411.1007400.09.075 от 23.09.2011 г.) АО «Центр технологии судостроения и судоремонта».

Отзывы на диссертацию и автореферат поступили от 9 организаций: АО «ЦКБ «Лазурит» (г. Нижний Новгород), НИИ КиВ ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева» (г. Нижний Новгород), ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет, АО «Адмиралтейские верфи», АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», АО «ПО «Севмаш» (г. Северодвинск), АО «НИПТБ «Онега» (г. Северодвинск), ОАО «Концерн «МПО – Гидроприбор».

В отзывах отмечается актуальность диссертационной работы, научная новизна полученных результатов и хороший научный уровень работы, а также практическая ценность для судостроительной отрасли. **Все отзывы положительные.**

По содержанию автореферата сделаны замечания, основными из которых являются следующие:

1. В диссертации, судя по автореферату, не рассматривался вопрос целесообразности при использовании при использовании метода ПЛД проведения термообработки, что предусматривается РД5Р.ЛКИБ.3210-324-2010;

2. Следует обратить внимание на тот факт, что значительное уменьшение условного предела текучести почти в 2 раза (стр. автореферата 19) вызвало незначительное изменение отношения $P_{кр}/P'_{кр}$ (рис. 20 автореферата);

3. Из текста автореферата непонятно могут ли разработанные автором программы оценки несущей способности оболочечных конструкций учитывать фактические построечные начальные отклонения от теоретической формы;

4. Недостаточно разъяснено положение о неуравновешенности остаточных напряжений в исходном состоянии при оценке критической нагрузки «сверху» и «снизу»;

5. Большая часть расчетных исследований связана с использованием моделей МКЭ. В силу, видимо, большого объема полученных результатов вне текста автореферата оказались практически любые подробности применения метода: типы и относительные размеры используемых конечных элементов, граничные условия, условия на контактных поверхностях (трение и т.п.) при моделировании штамповки, выбор мерности и фрагментирования задач при анализе несущей способности. Указаны лишь некоторые подробности для слоистой модели. С учетом защиты работы по специальности 05.08.01 хотелось бы также видеть использование гипотезы теории оболочек;

6. На стр. 18 автором сделан вывод о том, что оценку влияния технологической операции холодного последовательного деформирования элементов концевых переборок можно проводить, основываясь на результатах расчета задачи при единичном нажатии пуансона, что в общем случае неверно, поскольку на практике количество нажатий может достигать нескольких десятков, а напряжения и деформации сложным образом распределены как по толщине, так и по срединной поверхности листовой детали после гибки.

Во всех отзывах отмечается, что высказанные замечания не снижают научную и практическую ценность работы и не меняют ее положительной оценки. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным п. 9 «Положением о присуждении учёных степеней», (утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор, Колесник Алексей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.01 – «Теория корабля и строительная механика» и 05.08.04 – «Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства».

Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации.

Выбор в качестве ведущей организации АО «ЦКБ МТ «Рубин» обусловлен тем, что данная организация является крупнейшим в России многопрофильным конструкторским бюро морской техники, как в области создания объектов подводного кораблестроения, так и сложных технических объектов гражданского назначения. Это позволяет специалистам АО «ЦКБ

МТ «Рубин» объективно оценивать научную и практическую ценность диссертационной работы.

Официальными оппонентами выбраны и дали на это письменное согласие компетентные в судостроительной отрасли ученые:

доктор технических наук, доцент, Ильин Алексей Витальевич имеющий более 120 в соответствующей сфере исследований;

кандидат технических наук, доцент, Новиков Сергей Сергеевич, имеющий более 30 в соответствующей сфере исследований.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **предложена** совокупность зависимостей для определения радиуса рабочей поверхности пуансона, необходимого для формообразования элемента конструкции оболочки двоякой кривизны, методом последовательного локального деформирования;
- **установлен** характер распределения параметров напряженно-деформированного состояния сформированных лепестков концевых переборок подводных технических средств методом ПЛД для случая универсальной оснастки в виде конической матрицы и пуансона со сферической рабочей поверхностью;
- **определены** на основе экспериментальных данных значения поправочных коэффициентов к модифицированной диаграмме деформирования металлических материалов В.М. Рябова. Поправочные коэффициенты с модифицированной диаграммой полностью описывают поведение материала при смене знака нагружения в зависимости от величины предварительной пластической деформации обратного знака.
- **впервые разработана** методика оценки предельной статической прочности сферических оболочечных конструкций, изготовленных методом ПЛД в холодном состоянии. Разработанная методика позволяет учитывать характер изменения механических свойств материала после предварительного пластического деформирования и характер распределения остаточных технологических напряжений, а также варианты задания амплитуды и формы начальных отклонений от правильной формы конструкции;
- **впервые получены** по результатам численного эксперимента обобщенные кривые, позволяющие оценить с учетом технологической

наследственности значения действительных критических нагрузок сферических и подкрепленных цилиндрических (конических) оболочек в зависимости от амплитуды и вида начальной погиби. Отмеченное определяет возможность использования полученных результатов, как при проектировании, так и при аттестации оболочечных конструкций прочных корпусов ПТС, изготовленных в холодном состоянии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в следующем:

- решена прикладная задача для судостроительного производства по определению остаточного радиуса заготовок, изготовленных штамповкой в холодном состоянии методом ПЛД. Полученное решение обеспечивает высокое качество сферических оболочечных конструкций, и исключает изготовление дополнительной технологической оснастки или использование прокладок при доводке изделия;
- внедрение полученных результатов исследования в работах, связанных с проектированием и строительством перспективных объектов подводной морской техники, за счет обоснованного использования ресурсосберегающих технологий холодного формообразования и соответствующего применения материалов, для которых воздействие «горячих» технологий корпусообработки приводит к резкому ухудшению тех или иных эксплуатационных свойств конструкции;
- получены аналитические зависимости для расчета предельной статической прочности оболочечных конструкций, учитывающие влияние технологической наследственности при использовании методов холодного пластического формообразования. Указанные зависимости позволяют определить необходимые геометрические параметры оболочечной конструкции на стадии проектирования, что обеспечивает дальнейшую безопасную эксплуатацию подводного объекта.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается имеющимися актами внедрения, подтверждающими, что полученные результаты диссертационного исследования были внедрены в НИР и ОКР, выполнявшихся в ФГУП «Крыловский государственный научный центр», а также в АО «Центр

технологии судостроения и судоремонта». Полученные соискателем результаты в части совершенствования технологического процесса формообразования элементов конструкций двоякой кривизны методом ПЛД позволят обеспечить существенный экономический эффект.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением общепринятых основных положений теории упругости, теории пластичности, строительной механики, теории тонких оболочек, а также апробацией результатов работы путем обсуждения их на международных и всероссийских конференциях.

Верификация полученных соискателем результатов проведена на основе данных экспериментальных исследований, выполненных и предоставленных ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» в рамках работы «Проведение исследований и испытаний механических свойств металла сферическо-тороидальных штамповок концевых переборок, изготавливаемых методом локального холодного деформирования». Результаты теоретического исследования согласуются с данными натурного эксперимента, что свидетельствует о корректном и обоснованном выборе модели физической и геометрической нелинейности деформирования листовой заготовки из высокопрочного корпусного материала.

Результаты расчетов значений действительных критических нагрузок элементов основного корпуса без учета технологической наследственности, полученные с помощью разработанного программного обеспечения, были сопоставлены и показали надежную сходимость со значениями полученными другими авторами. Это подтверждает корректность разработанных математических моделей, в части расчета несущей способности изотропных оболочек нулевой и двоякой кривизны с наличием отклонений от правильной формы.

Личный вклад соискателя.

- разработан комплекс программ на основе встроенного в КЭ пакет ANSYS языка программирования APDL, позволяющий проводить многопараметрические расчеты математического имитационного моделирования холодной штамповки сферических лепестков и доньшек концевых переборок ПТС методом ПЛД;
- предложены аналитические зависимости, позволяющие описать поведение высокопрочного корпусного материала при смене знака нагружения в зависимости от величины предварительной пластической деформации;

- разработаны рекомендации по выполнению расчётов и нормированию прочности и устойчивости конструкций, изготовленных из азотсодержащей стали, в соответствии с которыми должны учитываться не механические свойства стали в состоянии поставки, а фактические механические свойства материала штамповки;
- усовершенствованы и разработаны методы расчета напряженного состояния и несущей способности оболочечных корпусных конструкций объектов подводной техники с учетом основных видов дефектов, обусловленных технологическими отклонениями и эксплуатационными повреждениями.
- получены аналитические зависимости, позволяющие определить значение действительного критического давления оболочечной конструкции, изготовленной методами холодного пластического деформирования. Предложенные аналитические зависимости учитывают деградацию механических свойств корпусного материала, остаточные технологические напряжения, а также отклонения от правильной формы по результатам сборочно-сварочных работ;
- предложены поправочные коэффициенты к действительной критической нагрузке при экспресс оценке влияния технологии холодного формообразования при использовании зависимостей «Правил Регистра...» редакции 2008 года.

На заседании 24 июня 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Колеснику Алексею Михайловичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 17 докторов наук, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 4 человека, проголосовали за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета Д 411.004.01, д.т.н., с.н.с.

В.Г. Хорошев

Учёный секретарь
диссертационного совета
Д 411.004.01, д.т.н., с.н.с.

Л.И. Вишнеvский

