

УДК 678.07, 629.12

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УСЛУГ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА В ПОДДЕРЖКУ РАЗВИТИЯ В РФ СУДОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кордонец Сергей Михайлович¹, главный специалист-эксперт отдела разработки и совершенствования Правил

e-mail: kordonets.sm@rs-class.org

Кутейников Михаил Анатольевич¹, доктор технических наук, помощник по научно-технической деятельности

e-mail: kuteynikov.ma@rs-class.org

¹ ФАУ «Российский морской регистр судоходства», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена существующая нормативная база, которой руководствуется Регистр при наблюдении за конструкциями/изделиями из ПКМ, принципы осуществления наблюдения, объекты наблюдения. Уделено внимание вопросам развития и совершенствования Правил Регистра, рассмотрены международные нормы, регулирующие применение ПКМ в судостроении и тенденции к их изменению. Также приведена информация о построенных, рассматриваемых и строящихся судах из ПКМ на класс Регистра.

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, ПКМ, Правила Регистра, корпуса судов из ПКМ.

DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF THE RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING SERVICES TO SUPPORT GROWTH OF CONSTRUCTION OF SHIPS FROM FIBER-REINFORSED PLASTICS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Sergei M. Kordonets¹, Principal Specialist-expert Rules Development Department

Michail A. Kuteynikov¹, Doctor of Technical Sciences, Assistant, Scientific and Technical Activity

¹ RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. This article presents the existing normative base of the Register for supervision for constructions/products made of FRP, the principles of surveillance, and the objects of supervision. Attention is paid to the development and improvement of the Registr's Rules. International standards concerning application of FRP in shipbuilding and trends towards their change are considered. Information is also provided on the ships made of FRP and ships under consideration and construction to the Register class.

Keywords: fiber-reinforced plastics, FRP, Register's Rules, hulls made of FRP.

Обзор требований Правил РС к полимерным композиционным материалам (ПКМ)

Российский морской регистр судоходства (Регистр) оценивает и подтверждает соответствие материалов, изделий и компонентов судов требованиям Правил РС. Правила Регистра базируются на международных нормативных документах таких как Конвенции (СОЛАС 74 [3], МАРПОЛ 73/78 и др.), документах Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) и собственных «национальных» требованиях. Требования к конструкциям из ПКМ в Правилах Регистра – это требования, разработанные на основании отечественного опыта и научных исследований.

Необходимо отметить, что наблюдение за изготовлением конструкций из ПКМ отличается от наблюдения за конструкциями из стали, где наблюдение, как и производство, осуществляется в два этапа – изготовление материала и изготовление конструкции. В случае с конструкциями из ПКМ материал и конструкция формируется в один этап.

Основные требования к конструкциям и изделиям из ПКМ находятся в следующих Правилах:

- Правила классификации и постройки морских судов (Правила РС/К) [1]:

Часть XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов»;

Гл.6 «Пластмассы и материалы органического происхождения»;

Части XIII «Материалы».

- Сборник Правил по контейнерам [2]:

Часть VIII «Съемные цистерны с сосудом из полимерных композиционных материалов».

Перечень изделий из ПКМ, на которые распространяется нормативная база Регистра следующий:

Корпуса судов и шлюпок из ПКМ;

Надстройки из ПКМ для судов с металлическими корпусами;

Трубы и фасонные части из полимерных материалов для судовых трубопроводов;

Панели из трудно горючего ПКМ для внутренней отделки судовых помещений;

Полимерные подкладки для установки главных и вспомогательных механизмов, судового оборудования (chock fast);

Стрелы судовых кранов из ПКМ;

ПКМ для изготовления дейдвудных подшипников и подшипников баллера руля [8];

Гребные валы (центральные секции) и муфты из ПКМ;

Судовые двери из ПКМ непроницаемые при воздействии моря;

Переходные мостики из ПКМ для нефтеналивных судов;

Сосуды из ПКМ для контейнеров-цистерн, перевозящих опасные грузы;

Запорная арматура трубопроводов для опасных грузов (контейнеры-цистерны).

Часть XVI Правил РС/К существует с 70-х годов прошлого века. Прежнее название «Конструкция и прочность судов и шлюпок из стеклопластика». Учитывая развитие технологий производства конструкций из ПКМ, в 2015-2018гг часть была существенно переработана. Новая версия «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов» — это результат научно-исследовательской работы, которую выполнил Крыловский государственный научный центр. Новые требования учитывают современные материалы, применяемые в ПКМ, и технологии формирования корпуса. Кроме того, на основании полученного опыта применения и отзывов конструкторских бюро, в часть XVI вносились изменения в 2022-2024 гг.

Часть XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов» распространяется на следующее:

- водоизмещающие суда L – 15 – 70 м;



- высокоскоростных водоизмещающих судов (с числом Фруда в пределах $Fr_v \approx 1.0 - 2,5$);
- шлюпки и катера L 4,5 — 15 м (с числом Фруда $Fr_v < 2,5$);
- судовые надстройки из ПКМ.

Секции Научно-Технического Совета Регистра как инструмент внесения изменений в Правила РС

Технологии изготовления конструкций из ПКМ относятся к новым. Технологии постоянно совершенствуются и очевидно, что нормативные документы нуждаются в оперативном обновлении. Секции Научно-Технического Совета (НТС) Регистра являются одним из инструментов учета новых материалов и технологий в нормативных документах Регистра, а также площадкой для разрешения вопросов, связанных с их внедрением. Секции НТС Регистра также служат для получения обратной связи от отрасли.

Для целей совершенствования нормативной базы, связанной с требованиями к конструкциям и изделиям из ПКМ, подходящими являются следующие секции:

- Секция НТС «Высокоскоростные, прогулочные суда, яхты, маломерные и спортивно-парусные суда». Данная секция поставлена на первое место, т.к. целевое и наиболее массовое применение ПКМ именно в малом судостроении. В составе секции представители КБ, судостроителей, поставщиков имеющие богатый опыт проектирования и постройки судов из ПКМ. В круг ведения секции, кроме прочего, входит рассмотрение и выработка рекомендаций в отношении выносимых на обсуждение проектов изменений и дополнений к Правилам Регистра, связанным с постройкой высокоскоростных, прогулочных, спортивных парусных судов, маломерных судов, яхт, маломерных судов и части XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов» Правил РС/К.

Одним из основных направлений работы, на сегодняшний день, является: разработка Правил РС по малым пассажирским судам.

- Секция НТС «Материалы и сварка». Данная секция рассматривает вопросы по применению всех материалов в судостроении в том числе и ПКМ. Рассматриваются вопросы нормирования физико-механических характеристик, технологий изготовления, методик испытаний. На данной секции прошли рассмотрения НИР в результате которых были внедрены требования в Правила РС к стрелам судовых кранов из ПКМ, гребным валам (центральные секции) и муфтам из ПКМ. Была рассмотрена НИР по перспективному направлению по применению ПКМ при изготовлении емкостей для хранения сжиженного природного газа [9].

Секция НТС «Противопожарная защита». Данная секция включена в список в связи с тем, что одним из важных вопросов, который нуждается в регулировании, является горючесть ПКМ. На секции рассматриваются вопросы методик противопожарных испытаний конструкций и изделий из ПКМ, альтернативные решения в области применения систем пожарной безопасности на судах из ПКМ.

Результаты работы секций направлены на следующее:

- Рассмотрение и принятия решений по сравнительно простым вопросам с дальнейшим оперативным учетом в Правилах Регистра.

- По более сложным вопросам, которые нуждаются в изучении, секциями НТС могут быть приняты решения о необходимости выполнения Научно-исследовательской работ. Результаты таких работ также в дальнейшем будут внедрены в Правила Регистра.

- Вопросы, рассматриваемые на секциях, находят свое отражение в статьях научно-технического сборника Регистра. Журнал охватывает полный спектр вопросов в области судостроения и судоходства, морской техники для освоения шельфа, современных



технологий в морской индустрии, охраны окружающей среды и обеспечения безопасности на море. Журналу присвоена категория ВАК РФ К2. Предусмотрены статьи по следующим специальностям научных работников номенклатуры ВАК: 2.5.17 Теория корабля и строительная механика; 2.5.18 Проектирование и конструкция судов; 2.5.20 Судовые энергетические установки и их элементы; 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов.

Направление развития нормативной базы для решения вопроса обеспечения противопожарной безопасности судов из ПКМ как одного из факторов, сдерживающих их широкое распространение в морском секторе

Если рассматривать некоторые типы судов, таких как высокоскоростные, пассажирские которые могут быть востребованы для постройки из ПКМ, то необходимо учитывать нормы противопожарной безопасности, требуемой Международной морской организацией (ИМО) и, в частности, такие конструкции должны отвечать Международному кодексу по применению процедур испытаний на огнестойкость, 2010 (Кодекс ПИО) [4].

ПКМ по своей природе является горючим или трудно горючим. Нормативная база ИМО ориентируется на традиционные суда из металла и на сегодняшний день не регламентирует применение корпусов судов целиком из ПКМ.

Единственным документом ИМО в отношении регулирования применения ПКМ в судостроении является «Руководство по применению полимерных композиционных материалов в элементах судовых конструкций. Вопросы пожарной безопасности» (MSC.1/Circ.1574), 2017г [6]. При этом документ не регламентирует применение ПКМ для корпусов судов, а лишь применение ПКМ в элементах конструкций, которые могут быть удалены без ущерба безопасности судна, т.е. речь идет исключительно о второстепенных конструкция (обшивка, кожухи, внутренняя отделка и т.п.). Из документов ИМО следует, что признание судов целиком из ПКМ сводится к альтернативным решениям, которые должны рассматриваться Администрациями флагов [7].

2024-2026гг. ИМО в плановом порядке пересматривает документ MSC.1/Circ.1574.

Представители Регистра по поручения Минтранса в качестве представителей РФ участвует в работе по пересмотру. Один из вопросов который обсуждается в ИМО и который возник в рамках работы над документом – необходимость включения в документ конструкций из ПКМ участвующих в общей прочности, т.е. корпусов судов полностью из ПКМ. Как отмечается в документах ИМО по данному вопросу: «В настоящий момент по-прежнему не допускается постройка судов полностью из ПКМ поскольку MSC.1/Circ.1574 не в полной мере учитывают риски прогрессирующего разрушения конструкции из-за пожара». Представители РФ выступают за включение в документ MSC.1/Circ.1574 корпусов судов из ПКМ, а не ограничиваться только второстепенными конструкциями. При этом в ИМО отмечается, что, если будет принято решение включать в документ MSC.1/Circ.1574 корпуса судов из ПКМ, то необходимо будет пересматривать Кодекс ПИО, т.к. методики испытаний в последнем не учитывают особенности поведения конструкций из ПКМ при пожаре. В частности, к таким особенностям можно отнести на порядок меньшую по сравнению с металлическими конструкциями теплопроводность (особенно у трехслойных конструкций).

Необходимо отметить, что в мировом морском сообществе просматривается тенденция к тому, что применения ПКМ для конструкций корпуса будет «легализована» в документах ИМО. При этом в ИМО уже прорабатываются предложения внесения дополнений к методикам испытаний на огнестойкость в Кодекс ПИО. Так, например, предлагается применять ПКМ с негорючей изоляцией, а в методиках противопожарных испытаний применять принцип недостижения температуры тепловой деформации (ТТД) для



конкретного ПКМ, определяемой в соответствии с требованиями стандарта ИСО 75-1:2020 [10].

В отношении шлюпок из ПКМ, ситуация с противопожарными испытаниями не стоит так остро, как для судов. ИМО применяет упрощенный метод испытаний на огнестойкость, так называемый «прожиг горелкой» в соответствии с документом MSC/Circ.1006 «Руководство по процедурам испытаний на огнестойкость при приемке огнезащитных материалов для изготовления спасательных шлюпок», 2001г [5]. Необходимо отметить, что подбор соответствующих материалов для шлюпок, удовлетворяющих MSC/Circ.1006, по имеющемуся в Регистре опыту, не вызывает затруднений у производителей.

В отношении упрощения подходов к противопожарным испытаниям, для целей поддержания развития композитного судостроения Регистром были введены следующие изменения в части требований к противопожарной защите, перекликающиеся с предложениями в ИМО:

Правила классификации и постройки прогулочных судов, 2024г. [11], Часть X «Противопожарная защита», п. 2.3.6, третий абзац:

«Изоляция изготовленных из ПКМ конструкций должна быть такой, чтобы в любой момент огневого воздействия при стандартном испытании на огнестойкость температура на стороне огневого воздействия и на противоположной огневому воздействию стороне оставалась ниже температуры тепловой деформации (ТТД), определяемой в соответствии с требованиями стандарта ИСО 75-1:2020 «Пластмассы. Определение температуры прогиба под нагрузкой. Часть 1. Общий метод испытания».

Возможности по взаимодействию с отраслью в поддержку развития судостроения, новые услуги, отраслевой консалтинг

Для возможности внедрения в нормативную базу Регистра новых технологий и материалов, к которым относятся ПКМ, и в которых имеется потребность в индустрии, существуют следующие возможности:

1. Научно-исследовательские работы, заказанные Регистром. Темы работ формируются ежегодно на основании предложений индустрии, предложений Секции НТС Регистра и собственных предложений Регистра.

2. Результаты работы Секций НТС Регистра (см. выше).

3. Совместная работа Регистра с организациями, заинтересованными во внедрении новых материалов и технологий в судостроение, направленная на создание соответствующих нормативов и внедрения их в Правила РС. Организации участвующие в таких работах, как правило, являются держателями и разработчиками данных инноваций. Такая совместная работа получила обозначением - JDP (Joint Develop Project). Вся работа в JDP ведется за счет собственных средств заинтересованных сторон.

С целью поддержки развития судостроения Регистр активно развивает новые направления деятельности по взаимодействию с отраслью. К таким новым направлениям относятся:

AIP (Approval in Principle) – услуга заключающаяся в принципиальном одобрении Регистром проект судна, технологий, методики инженерного анализа, опытно-конструкторские и научно-исследовательские разработки;

Инженерно-экспертный центр Регистра - оказывает консалтинговые услуги, сопровождение при получении Свидетельств Регистра, испытаний, подготовку технической документации.



Опыт технического наблюдения Регистра за постройкой судов из ПКМ и перспективные проекты

Суда с корпусом из ПКМ, на которых следует остановиться: «Грифон» и «Пионер-М».

Пассажирский катамаран «Грифон», проект 23290, длина 25м, символ класса: КМ⊕ [2] МНС, HSC passenger-A, корпус – углепластик, был построен на АО «Средне-невский судостроительный завод» в 2018г. Рассмотрение документации и наблюдение за постройкой данного проекта Регистром осуществлялось 2013-2018гг. Опыт наблюдения за данным проектом можно назвать переломным для Регистра в опыте со строительством судов из ПКМ, который послужил толчком к кардинальному пересмотру существующей части XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов» Правил РС/К.

Исследовательское судно, катамаран «Пионер-М», пр. 25700, длина 25м, символ класса: КМ ⊕ [2] R3-RSN AUT3-ICS catamaran, корпус – углепластик, был построен на АО «Средне-невский судостроительный завод». Рассмотрение документации и наблюдение за постройкой данного проекта Регистром осуществлялось 2020-2022гг. Корпус данного судна был спроектирован и построен уже по выпущенным к тому моменту новой части XVI Правил РС/К.

В настоящее время Регистром одобрен пр. SP15 высокоскоростного пассажирского судна из ПКМ, длина 15 м, символ класса: КМ⊕ [1] HSC passenger-A, Light craft. Рассматриваются проекты судов из ПКМ:

- M1950, длина 19м, символ класса: КМ⊕ [1] HSC passenger-A, Light ship;
- AMD1990 «Пеликан», длина 19м, символ класса: КМ⊕ [1] HSC passenger-A, Light ship.

Список литературы:

1. Правила классификации и постройки морских судов, 2025г., ФАУ «Российский морской регистр судоходства»;
2. Сборник Правил по контейнерам, 2025г., ФАУ «Российский морской регистр судоходства»;
3. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС/SOLAS 1974), ИМО;
4. Международный Кодекс по применению процедур испытаний на огнестойкость 2010 года (Кодекс ПИО 2010), резолюция MSC.307(88), ИМО;
5. Guidelines on fire test procedures for acceptance of fire-retardant materials for the construction of lifeboats, MSC/Circ.1006, 18.06.2001, ИМО;
6. Interim guidelines for use of fibre reinforced plastic (FRP) elements within ship structures: Fire safety issues, MSC.1/Circ.1574, 9.06.2017, ИМО;
7. Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments, MSC.1/Circ.1455, 24.06.2013, ИМО;
8. Ю.С. Болховитин, А.С. Гришин, А.Ю. Межевитинов, В.К. Ханухов. Использование новых синтетических материалов в судовых дейдвудных подшипниках// Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства № 64/65 декабрь 2021, 82 стр.;
9. В.В. Платонов, Н.Н. Федонюк, М.С. Бойко, С.А. Сотсков. Разработка Правил Регистра по применению полимерных композиционных материалов при изготовлении емкостей для хранения сжиженного природного газа// Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства № 75 август 2024, 33 стр.;
10. ИСО 75-1:2020 «Пластмассы. Определение температуры прогиба под нагрузкой. Часть 1. Общий метод испытания».



11. Правила классификации и постройки прогулочных судов, 2024г, ФАУ «Российский морской регистр судоходства».

