

УДК 629.122

DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.124>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА И ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО РЕЧНОГО РЕГИСТРА В ОТНОШЕНИИ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Д.А. Галочкин

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

В.С. Колодяжный

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. Представлены результаты сопоставительного анализа требований Правил Морского и Речного Регистров к конструктивной противопожарной защите (горючим материалам) судов смешанного плавания. Целью исследования является сопоставление уровня стандарта безопасности, заложенного в Правилах этих классификационных обществ для судов смешанного плавания, эксплуатирующихся в схожих районах и условиях плавания. В качестве метода исследования применялся попутный анализ требований и подходов этих классификационных обществ, а также международных и национальных нормативных документов, на основе которых они разработаны. Показано, что подход по классификации материалов по результатам их испытаний, приведенный в Правилах Речного и Морского Регистров, в целом одинаков, но имеют место принципиальные отличия в части методик испытаний материалов и критериев оценки их результатов (испытания на горючесть, распространение пламени, воспламеняемость, токсичность продуктов горения, дымообразующую способность). Приведены результаты сопоставительного анализа и обозначены направления по совершенствованию и гармонизации нормативно-технической базы к судам смешанного плавания в отношении методик испытаний материалов и критериев оценки их результатов. Приведенные в статье материалы могут использоваться при подготовке требований Правил Российского Речного Регистра, а также применяться проектными организациями при разработке технической документации (анализе соответствия требованиям Правил), необходимой при переходе судна в класс Речного или Морского Регистров.

Ключевые слова: Российский Речной Регистр, Российский морской регистр судоходства, Кодекс ПИО, суда смешанного плавания, конструктивная противопожарная защита, горючие материалы, испытания на негорючесть, испытания на токсичность

Введение

Не секрет, что требования Правил любого Классификационного общества в максимальной степени учитывают условия эксплуатации. Однако полагается достаточно очевидным, что при схожих, порой одинаковых районах и условиях эксплуатации судов смешанного плавания с классом Российского Речного Регистра (далее — РРР) и Российского морского Регистра судоходства (далее — РМРС) уровень стандарта безопасности в части конструктивной противопожарной защиты, заложенный в Правилах этих Классификационных обществ, должен быть близок. Как представляется, последствия для экипажа, перевозимого груза и судна в целом от пожара в слабой степени зависят от класса судна и районов его эксплуатации [1, 2].

Под конструктивной противопожарной защитой согласно Правилам РРР (подпункт 7 пункта 1.2.1 части III Правил классификации и постройки судов (далее —

ПКПС)) и РМРС (пункт 1.2.1 части VI Правил классификации и постройки морских судов (далее — ПКПС)) в общем случае понимается комплекс средств конструктивной защиты, ориентированных на:

- предотвращение опасности возникновения пожара (в частности, сведение к минимуму применения горючих материалов, регламентируется допускаемая масса горючих материалов на 1 м² площади палубы);

- ограничение распространения огня и дыма по судну (в случае возникновения пожара очаг возгорания должен быть локализован за счет применения противопожарных, огнезадерживающих конструкций типа А, В и т. п.);

- обеспечение условий для безопасной эвакуации людей из судовых помещений и с судна, а также для тушения пожара (если два предыдущих мероприятия в совокупности с активной противопожарной защитой не позволяют обеспечить уровень защиты для обеспечения живучести судна, то необходимо обеспечить безопасную эвакуацию людей и покидание судна) [3, 4].

В рамках настоящей статьи приведены результаты сопоставительного анализа в отношении требований к материалам, используемым для изготовления перегородок, обрешетников, изоляции, зашивки, декоративной отделки, мебели и т. п. (далее — материалы).

Классификация материалов по результатам их испытаний

Анализ требований Правил РРР и РМРС, проведенный на первом этапе, показал, что материалы по результатам испытаний классифицируются по определенным свойствам, в зависимости от которых допускается (не допускается) их применение в различных судовых помещениях (жилых, служебных (в том числе кладовых для хранения горючих материалов), хозяйственных, насосных, машинных, постах управления и т. п.). Результаты анализа требований Правил РРР и РМРС показали, что в целом подход к классификации материалов по результатам их испытаний одинаков. Исключение составляет классификация материалов по критерию дымообразования (требования по определению этого показателя Речным Регистром не предъявляются).

Результаты анализа классификации материалов по результатам их испытаний согласно требованиям РРР и РМРС для удобства приведены на рис. 1.

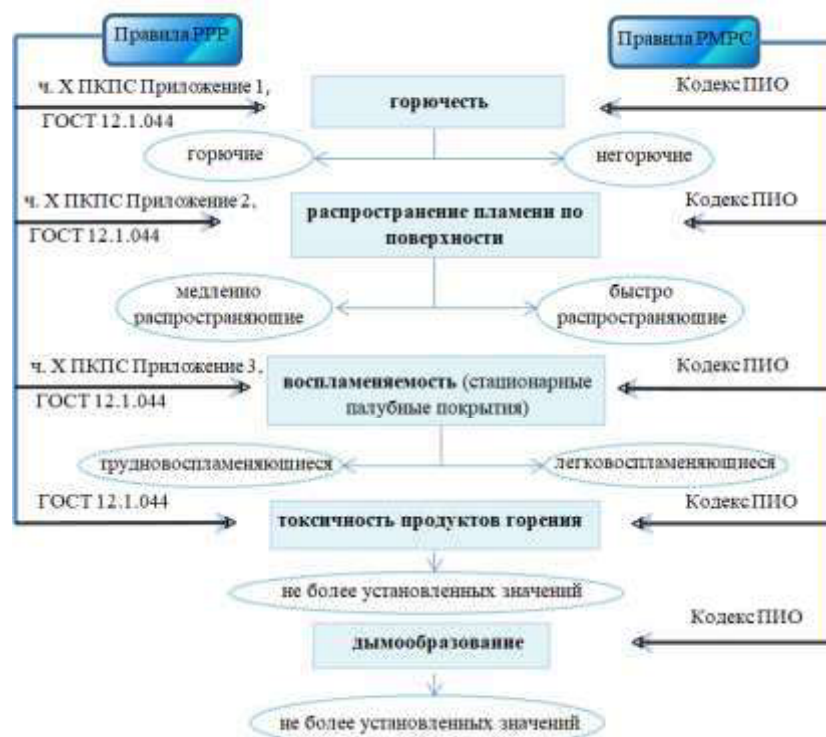


Рис. 1 – Классификация материалов в соответствии с требованиями РРР и РМРС

Однако, несмотря на схожесть подходов в части классификации материалов по результатам их испытаний, в рамках первого этапа анализа было отмечено принципиальное отличие. А именно: как известно, требования РМРС в максимальной степени гармонизированы с унифицированными требованиями, интерпретациями и рекомендациями Международной ассоциации классификационных обществ (далее — МАКО), резолюциями Международной морской организации (ИМО) [5]. По всей видимости, по этой причине в тексте требований Правил РМРС указаны соответствующие ссылки на Международный кодекс по применению процедур испытания на огнестойкость (далее — Кодекс ПИО) в части объема и методов испытаний материалов.

В свою очередь, требования Правил РРР в максимальной степени учитывают условия эксплуатации судов на внутренних водных путях Российской Федерации и базируются на требованиях отечественной законодательной и отраслевой нормативной базы [2]. Соответственно, и в тексте требований Правил РРР приведены ссылки на национальные стандарты, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (далее — ТР ТПБ).

В этой связи становится актуальным вопрос о сопоставлении методик испытаний материалов, а также критериев оценки их результатов.

Сопоставление методик испытаний и критериев оценки их результатов

Как отмечалось выше, в Правилах РМРС непосредственно методики испытаний материалов не приведены, в тексте требований указаны соответствующие ссылки на применение методик, изложенных в Кодексе ПИО. Требования Кодекса ПИО в значительной степени детализованы и помимо непосредственно самих методик испытаний включают в себя область и сферу применения, требования к испытательным лабораториям, указания по оформлению документов (протоколов) и объему испытаний

при одобрении типа материала (или эпизодического одобрения), положения о равноценных заменах, дополнительные требования к различным типам судов, например, пассажирским (требования к занавесям, мягкой мебели и т. п.) [6]. Следует отметить, что по объему требований Кодекс ПИО не уступает требованиям части VI ПКПМС.

В Правилах РРР, напротив, методики испытаний материалов приведены, помимо этого в тексте требований приведены ссылки на выполнение требований национальных стандартов, в том числе в части методик испытаний, требований ТР ТПБ. Анализ методик, приведенных в Правилах РРР и национальных стандартах, на которые в тексте Правил Речного Регистра есть ссылки, показал, что несмотря на некоторые расхождения (например, в количестве образцов и их размерах), в целом методики в достаточной степени гармонизированы между собой.

В отношении требований ТР ТПБ следует отметить следующее. Согласно статье 1 указанного Технического регламента требования, приведенные в нем, применяются, в том числе к пожарно-технической продукции [7]. Как представляется, по этой причине в тексте требований Правил РРР (1.1.2 ч. III ПКПС) в отношении средств пожаротушения (огнетушащие вещества, пожарное оборудование, огнетушители и т. п.), средства индивидуальной защиты (например, аварийные дыхательные устройства) приведена ссылка на обязательное выполнение требований указанного Технического регламента [3].

Несмотря на то, что требования ТР ТПБ напрямую не распространяются на материалы, применяемые на судах, представляется целесообразным сопоставить не только требования РРР и РМРС, но и требования ТР ТПБ в отношении испытаний и применения материалов в части их взаимосвязки. Не секрет, что нередко поставщиком отделочных материалов являются зарубежные компании [8]. При этом эти материалы подвергаются испытаниям на соответствие национальным стандартам, потому как приведены в Перечне продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия требованиям ТР ТПБ и зачастую поставляются с документами, подтверждающими их соответствие указанному Техническому Регламенту.

Пожарная опасность строительных материалов согласно требованиям ТР ТПБ характеризуется следующими свойствами [7]:

- горючесть (негорючие (НГ), слабогорючие (Г1), умеренногорючие (Г2), нормальногорючие (Г3), сильногорючие (Г4));
- воспламеняемость (трудновоспламеняемые (В1), умеренновоспламеняемые (В2), легковоспламеняемые (В3));
- способность распространения пламени по поверхности (нераспространяющие (РП1), слабораспространяющие (РП2), умереннораспространяющие (РП3), сильнораспространяющие (РП4));
- дымообразующая способность (с малой дымообразующей способностью (Д1), с умеренной дымообразующей способностью (Д2), с высокой дымообразующей способностью (Д3));
- токсичность продуктов горения (малоопасные (Т1), умеренноопасные (Т2), высокоопасные (Т3), чрезвычайноопасные (Т4)).

Строительным материалам присваивается класс, с учетом которого его применение может быть допущено в том или ином помещении. Классы пожарной опасности показаны в таблице [7].

Таблица

Классы пожарной опасности строительных материалов

Свойства пожарной опасности	Класс пожарной опасности					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г2	Г4
Воспламеняемость	-	В1	В1	В2	В2	В3
Дымообразующая способность	-	Д1	Д3	Д3	Д3	Д3

Токсичность продуктов горения	-	T1	T2	T2	T3	T4
Распространение пламени по поверхности для покрытия полов	-	РП1	РП1	РП1	РП2	РП4

Результаты сопоставительного анализа требований перечисленных выше нормативных документов в части методик испытаний материалов и критериев оценки их результатов сводятся к следующему:

1. Горючесть

Классификация материалов по критерию горючести одинаковы как по требованиям РРР (Приложение 1 ч. Х ПКПС, ГОСТ 12.1.044), РМРС (Кодекс ПИО), так и ТР ТПБ с той лишь разницей, что согласно последнему определяется группа горючести (Г1 - Г4), а в соответствии с требованиями Речного и Морского Регистров группа горючести не определяется, материалы классифицируются как негорючие либо горючие [3, 4, 6, 7, 9, 10].

Методики проведения испытаний по Правилам РМРС (Кодекс ПИО) и РРР, а также критерии их оценки достаточно близки, однако их допускаемые значения различны.

Так, материалы признаются негорючими, если при испытаниях не наблюдалось: повышения средней температуры в печи и на поверхности образца более чем на 50 °С по Правилам РРР и 30 °С согласно требованиям РМРС (Кодекс ПИО) [2, 6]. Требования РМРС более «жесткие».

2. Распространение пламени

Как было показано ранее в табл. 1, согласно ТР ТПБ для установления класса пожарной опасности материалов определение характеристик распространения пламени не требуется.

Методики проведения испытаний по Правилам РМРС и РРР основаны на одинаковых принципах, образцы подвергаются воздействию поля излучения теплового потока, в процессе которого происходит измерение времени воспламенения, распространения пламени и его затухания, и других параметров. Однако критерии оценки результатов различны. Согласно Правилам РРР степень распространения пламени по поверхности характеризуется индексом I (безразмерной величиной), определяемой [3]:

$$I = [0,115\beta(t_{\max} - t_0)(\tau_{\max} - \tau_0) \times (1 + 0,2I) \sum_{i=1}^n \tau_i^{-1} / \tau_0]^{-0,5},$$

где τ_0 — время до воспламенения верхнего (нулевого) участка поверхности при постоянно горящем запальном пламени, с;

$\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_i$ — время, в течение которого фронт пламени проходит конкретный участок поверхности образца, с (i — число участков, по которым распространилось пламя);

l — расстояние, на которое распространилось пламя за время опыта, мм;

t_{\max} — максимальная температура дымовых газов, °С;

τ_{\max} — время от начала опыта до достижения максимальной температуры, с.

β — коэффициент;

t_0 — температура дымовых газов при испытании негорючего образца хризотилцементной плиты.

В свою очередь, в соответствии с требованиями РМРС (Кодекс ПИО) в качестве критерия используется среднее значение поверхностной воспламеняемости, включающее конкретные допускаемые значения характеристик [6]:

CFE — критический поток при затухании, кВт/м²;

Q_{sb} — теплота для устойчивого горения, МДж/м²;

Q_t — общее тепловыделение, МДж;

Q_p — пиковая скорость отведения, кВт.

Ввиду этого сопоставление уровней требований РРР и РМРС без проведения лабораторных испытаний и сопоставления их результатов не представляется возможным.

3. Воспламеняемость

Классификация материалов в соответствии с требованиями РРР, РМРС, ТР ТПБ по критерию воспламеняемости в целом одинаковы. Однако следует отметить следующий нюанс. Согласно требованиям и Правилам РРР и РМРС испытаниям на воспламеняемость подвергаются только стационарные палубные покрытия, тогда как в соответствии с ТР ТПБ — все материалы. Что касается методики испытаний и критериев оценки их результатов, то они различны. Для оценки воспламеняемости палубных покрытий по Правилам РМРС применяется та же методика и критерии, что и при испытаниях на распространение пламени, но с иными допускаемыми значениями. По Правилам РРР материал палубного покрытия следует считать трудновоспламеняющимся, если у образцов не наблюдается горения пламенем продолжительностью более 10 с после прекращения воздействия пламени запальной горелки [3].

4. Токсичность продуктов горения

Методика испытаний по определению токсичности продуктов горения в Правилах Речного Регистра не приведена, однако указано, что отделочные покрытия при горении не должны выделять токсичных газов в опасных концентрациях (класс опасности — не выше умеренно опасного (Т2) по ГОСТ 12.1.044) [3]. Таким образом, подход в отношении классификации материалов по результатам их испытаний, используемый в Правилах РРР и ТР ТПБ единообразный.

Методика испытаний материалов, приведенная в Правилах РМРС (Кодекс ПИО), отлична от методики по ГОСТ 12.1.044.

По РМРС в процессе испытаний определяется значение максимальной концентрации газа, которая не должна превышать [6, 11]:

СО — 1450 млн⁻¹;

НСI, HF, HBr — 600 млн⁻¹;

NO_x — 350 млн⁻¹;

HCN — 140 млн⁻¹;

SO₂ — 120 млн⁻¹.

По ГОСТ 12.1.044 показатель токсичности продуктов горения определяется как отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором возникающие при горении газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных [9].

5. Дымообразующая способность

В Правилах Речного Регистра требования к дымообразующей способности при оценке материалов не предъявляются.

Критерии оценки результатов и методы испытаний по ТР ТПБ и Правилам РМРС (Кодекс ПИО) достаточно близки [6, 7, 9, 12]. В качестве критерия используется коэффициент дымообразования (удельная оптическая плотность дыма), который определяется по формуле [6, 7]:

$$D_{\text{max}} = \frac{V}{AL} \ln \frac{T_0}{T_{\text{min}}},$$

где

V — объем камеры;

A — площадь образца, подвергаемая воздействию;

L — длина пути луча света;

T₀, T_{min} — значения начального и конечного светопропускания.

Заключение

Проанализировав полученные результаты сопоставления в отношении судов смешанного плавания с классом PPP и РМРС можно сделать следующие выводы:

- подход по классификации материалов по результатам их испытаний, приведенный в Правилах PPP и РМРС, в целом одинаков;

- методики испытаний материалов и критерии оценки их результатов, приведенные в Правилах PPP и РМРС в части сравнения уровней безопасности, в большинстве случаев не позволяют получить сопоставимые результаты без проведения лабораторных исследований. Иными словами, к примеру, согласно Правилам PPP материал может считаться медленно распространяющим пламя по результатам испытаний и допускаться для применения в определенных судовых помещениях, а согласно требованиям Правил РМРС этот же материал будет классифицирован как быстро распространяющий пламя;

- требования ТР ПБ и Правил Речного Регистра в достаточной степени согласованы между собой. Объем испытаний, обозначенный в ТР ПБ, превышает объем испытаний согласно Правилам Речного Регистра, но достаточен для подтверждения выполнения требований Правил (с учетом определения индекса распространения пламени согласно статье 13 ТР ПБ). С учетом изложенного, Речным Регистром может быть рассмотрена возможность использования на судах с классом PPP материалов с декларациями и сертификатами соответствия продукции требованиям ТР ПБ. При этом должно быть подтверждено проведение испытания на горючесть (ГОСТ 12.1.044), токсичность (ГОСТ 12.1.044), определение значения индекса распространения пламени (ГОСТ 12.1.044), а класс пожарной опасности должен быть не ниже КМ3 (см. табл. 1). В отношении стационарных палубных покрытий класс пожарной опасности должен быть не ниже КМ2.

Таким образом, несмотря на то, что суда смешанного плавания, состоящие на классификационном учете PPP и РМРС, эксплуатируются при схожих, порой одинаковых районах и условиях плавания, имеются отличия в части требований к испытаниям материалов и критериям их оценки.

Это обстоятельство должно учитываться проектными организациями в особой степени при разработке технической документации (анализе соответствия требованиям Правил), необходимой при переходе судна в класс этих Классификационных обществ, а также специалистами PPP и РМРС в части совершенствования и гармонизации требований к судам смешанного плавания.

Список литературы:

1. Борисов А. М., Гири С. Н., Пряничников К. Н. Сравнительный анализ требований Правил Российского морского Регистра судоходства и Правил Российского Речного Регистра к конструкции и прочности судов смешанного плавания классов «R3-RSN» и «M-CIP 3,5». / Вестник ВГАВТ. Вып. 59. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019. – С. 27-41.
2. Ефремов, Н. А. Правила Российского Речного Регистра в сопоставлении с европейскими предписаниями для судов внутреннего плавания / Н. А. Ефремов. – М.: Наука, 2011. – 235 с.
3. Российский Речной Регистр. Правила (в 5-и томах). – Правила классификации и постройки судов (ПКПС). – М.: Российский Речной Регистр, 2019 – 1506 с.
4. ФАУ «Российский морской регистр судоходства». Правила классификации и постройки морских судов. Санкт-Петербург, 2019 г.
5. Classification societies – what, why and how?, 2011 – 16 с. URL <http://www.iacs.org.uk/media/3785/iacs-class-what-why-how.pdf>.

6. Resolution MSC.307(88). International code for application of fire test procedures, 2010 – 210 с. URL: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MSC.307\(88\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.307(88).pdf)
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 N123-ФЗ. Доступ из справ.правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Фасхутдинов Р. Нам стоит поискать свою нишу в мировом судостроении //www.Korabel.ru.- 2020.- Вып.1 (47). - С.120 - 125.
9. ГОСТ 12.1.044. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.правовой системы «КонсультантПлюс».
10. ISO 1182. Fire tests — Building materials — Non-combustibility test.
11. ISO 19702 Guidance for sampling and analysis of toxic gases and vapours in fire effluents using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy.
12. ISO 5659-2. Plastics. Smoke generation. Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RUSSIAN MARITIME SHIPPING REGISTER REQUIREMENTS AND THE RUSSIAN RIVER REGISTER REQUIREMENTS FOR COMBUSTIBLE MATERIALS

Dmitrii A. Galochkin

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Vladislav S. Kolodyazhnyi

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Comparative analysis results applicable the requirements of the Russian Maritime Register of Shipping Rules and Russian River Register Rules to structural fire protection (combustible materials) of river-sea-going ships are presented. The study purpose is to compare the safety standard levels laid down in the Rules of these classification societies for river-sea-going ships operating in similar areas and navigation conditions. As a research method, we used a point-by-point analysis of the requirements and approaches of these classification societies, as well as international and national regulatory documents on the basis of which they were developed. It is shown that the approach to classifying materials based on their test results, given in the rules of the River and Sea Registers, is generally the same, but there are fundamental differences in methods of testing materials and criteria for evaluating their results (combustibility tests, flame spreading, flammability, combustion products toxicity, smoke-forming capacity). Comparative analysis results are presented and directions for improving and harmonizing the regulatory and technical framework for mixed navigation vessels in relation to methods of testing materials and criteria for evaluating their results are outlined. The information presented in this article can be used for developing the Russian River Register Rules requirements, and also by design engineering organizations for developing technical documentation (analysis of compliance with the Rules requirements) necessary for a vessel transfer into River or Sea Registers classes.

Keywords: Russian River Shipping Register, Russian Maritime Shipping Register, FTP Code, river-sea-going ships, structural fire protection, combustible materials, non-combustibility test, smoke and toxicity test

References:

1. Borisov A.M., Girin S.N., Prjanichnikov K.N. Comparative analysis of the Russian maritime register of shipping rules requirements and the Russian River Register rules requirements to the construction and strength of mixed river-sea-going ships (classes «R3-RSN» and «M-SP 3,5»). Vestnik VGUVT. Issue 59. Nizhny Novgorod, FGBOU VO VGUVT Publ., 2019. pp. 27–41.

2. Efremov N. A. Rules of the Russian River Register in comparison with the European regulations for inland navigation vessels./Moscow, Nauka Publ, 2011. 235 p.
3. Rossiiskii Rechnoi Registr. Pravila (v 5 tomakh). T 2, Pravila klassifikatsii i postroiki sudov (PKPS). Moscow, Rossiiskii Rechnoi Registr, 2019, 1506 p.
4. FAI «Russian Maritime Register of Shipping». Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships. Saint-Petersburg, 2019.
5. Classification societies – what, why and how?, 2011. 16 p. URL <http://www.iacs.org.uk/media/3785/iacs-class-what-why-how.pdf>.
6. Resolution MSC.307(88). International code for application of fire test procedures, 2010. 210 p. URL: [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-\(MSC\)/Documents/MS307\(88\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MS307(88).pdf)
7. Tekhnicheskii reglament o trebovaniiah pozarnoi bezopasnosti. Federalniy zakon ot 22.07.2008 N 123-FZ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (Accessed on: 17.04.2020).
8. Faskhutdinov R. Nam stoit poiskat svoiy nishu v mirovom sudjstroenii//www.Korabel.ru. 2020. Issue 1 (47). p.120 - 125.
9. GOST 12.1.044. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination. URL: <http://www.consultant.ru>.
10. ISO 1182 Fire tests — Building materials — Non-combustibility test.
11. ISO 19702 Guidance for sampling and analysis of toxic gases and vapours in fire effluents using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy.
12. ISO 5659-2 Plastics. Smoke generation. Part 2: Determination of optical density by a single-chamber test.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Галочкин Дмитрий Александрович, к.т.н., доцент кафедры «Проектирования и технологии постройки судов», Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: gal-dmitrii@yandex.ru

Dmitrii A. Galochkin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Design and shipbuilding technology», Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov str, Nizhny Novgorod, 603951, Russia.

Колодяжный Владислав Сергеевич, магистрант кафедры «Проектирования и технологии постройки судов», Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5. e-mail: kolyg13@mail.ru

Vladislav S. Kolodyazhnyi, undergraduate student of the Department of «Design and shipbuilding technology», Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov str., Nizhny Novgorod, 603951, Russia.

Статья поступила 29.10.2020 г.