

УДК 627.777.2

А. А. Кошурина, М. С. Крашенинников, Р. А. Дорофеев, В. Е. Обрезкова

АНАЛИЗ И ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Показана потребность в специальных материалах для спасательной техники, предназначенной для Арктической зоны. Проанализированы основные требования к материалам, обоснована возможность использования существующих материалов в конструкции спасательных средств. Предложена концепция устройства корпуса универсального спасательного средства в виде сэндвич панели. Сформулировано послойное устройство сэндвич панели. Выбран предварительный перечень материалов, применимых для каждого слоя сэндвич панели.

Ключевые слова: сэндвич панель, универсальное спасательное средство, современные материалы, требования, комбинирование.

В настоящее время идет активное освоение нефтегазовых месторождений арктического шельфа. Реализация проектов по добыче месторождений, предусмотренных стратегией развития арктического региона, приводит к увеличению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на добывающих платформах.

Спасение персонала нефтегазовых платформ на арктическом шельфе в случае аварии невозможно с помощью традиционных спасательных средств. Их применение ограничено наличием ледяного покрова, сложной ледово-навигационной обстановкой, суровыми природно-климатическими условиями, коротким сезоном открытой воды.

При проектировании универсального спасательного средства нового поколения должны быть использованы передовые достижения науки и техники. Его технические характеристики должны не только соответствовать действующим нормативным документам, но также и опережать их.

Основными нормативными документами для коллективных спасательных средств, эксплуатируемых на акватории, являются: Конвенция СОЛАС-74, Конвенция САР, Правила морского регистра судоходства РФ, ГОСТ 52638-2006 Средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Общие технические требования. В соответствии с требованиями нормативных документов, материалы корпуса спасательного средства должны обеспечивать выполнение следующих требований:

- способность выдерживать пребывание в зоне непрерывно горящей нефти (1200°C) продолжительностью не менее 8 мин;
- при нахождении в пятне горящей нефти температура внутри спасательного средства на уровне головы сидящего человека не должна превышать 60°C. Желаемое значение температуры от +22 до +30°C;
- материалы должны быть стойкими к гниению и коррозии, не подвергаться химическому воздействию соленой морской воды, нефти и нефтепродуктов или грибков;
- корпус должен быть жестким, состоящим из негорючего или не поддерживающего горения материала, который при тепловом воздействии не выделяет вредных отравляющих веществ;
- материалы должны обладать хорошими теплоизоляционными свойствами для снижения тепловых потерь при обогреве салона спасательного средства. Температуру воздуха за бортом следует принять равной минус 60°C;
- наружный слой корпуса должен обладать водоотталкивающими свойствами, не накапливать в себе воду, чтобы при покидании пятна горящей нефти и охлаждении корпуса поверхностный слой не разрушился;

- материалы должны обладать повышенной стойкостью к ударам, вибрации, истиранию, а также быть устойчивыми к короблению (одновременный нагрев до 1200°C и охлаждение корпуса холодной забортной водой 0-4°C);
- материалы корпуса должны снижать шумовую нагрузку на человека;
- материалы корпуса должны выдерживать длительное хранение при температуре воздуха от -60 до +65°C, а также не терять своих качеств при воздействии солнечных лучей;
- цвет наружного покрытия должен быть ярким, хорошо различимым и способствовать обнаружению спасательного средства на расстоянии (цвет – от оранжевого до красного).

В настоящее время в строительстве коллективных спасательных средств используются такие современные материалы, как углепластики и стеклопластики. Это полимерные композиционные материалы, армированные стеклянными и углеродными волокнами. Они обладают достаточно высокой прочностью, низкой теплопроводностью и высокими электроизоляционными свойствами, но эти материалы не предназначены для эксплуатации в условиях Арктики. Для создания такого материала необходимы новые конструктивные решения.

Выполнение всех этих требований возможно за счет комбинирования известных материалов в виде сэндвич панели (рис. 1). Слои при этом выполняют определенные функции и расположены последовательно.

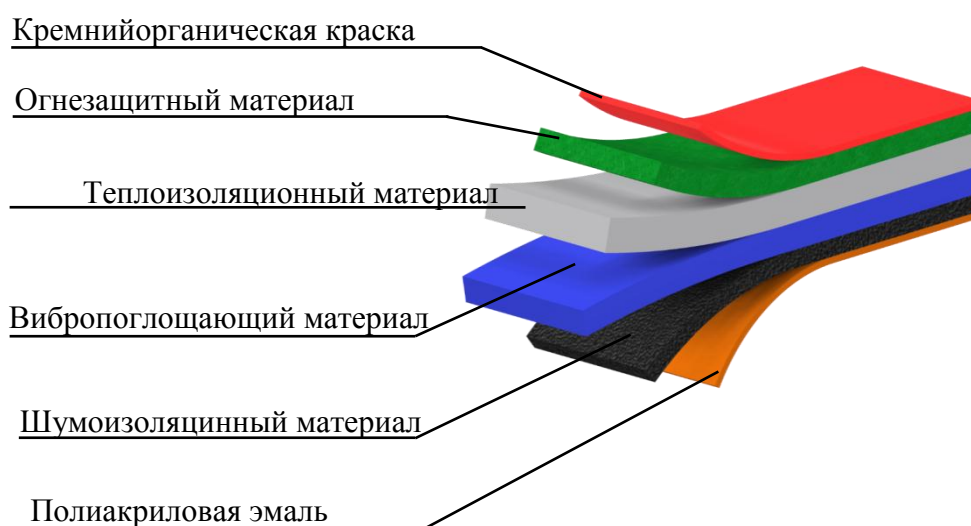


Рис. 1. Предлагаемая схема сэндвич панели

Наружный слой покрыт кремнийорганической краской. Кремнийорганическим материалам присущ ряд специальных свойств, которые позволяют применять их для защиты металлических, бетонных, железобетонных и других поверхностей, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды и больших температурных перепадов. Поверхности, обработанные кремнийорганическими материалами, не подвержены коррозии, приобретают повышенную термо- и влагостойкость, морозо- и светостойкость.

Кремнийорганическая краска имеет ряд преимуществ перед другими органическими покрытиями:

- стойкость к воздействию атмосферных факторов;
- стойкость к ультра-фиолетовому излучению;
- воздухопроницаемость;
- отличные гидрофобные свойства;
- пониженная горючесть;

- покрытия, на которые нанесена кремнийорганическая краска, защищают конструкции от разрушающих воздействий при очень высоких температурах;
- внешний вид покрытий сохраняет свой первоначальный вид в течение многих лет;
- по атмосферостойкости кремнийорганическая краска превосходит все известные покрытия на органической основе.

Таким образом, краска выгодно отличается от аналогичных по классу материалов рядом важных параметров и низкой ценой. Стойкость кремнийорганики проверена многолетней эксплуатацией в экстремально тяжелых условиях.

Следующий слой это вермикулитовая плита – уникальный конструкционный негорючий материал, изготовленный методом горячего прессования из композиции на основе вспученного вермикулита, жидкого стекла и неорганических целевых добавок (рис. 2). Будучи экологически чистым огнезащитным материалом, в условиях пожара не выделяет токсичных и других вредных для здоровья человека и окружающей среды веществ.

Вермикулитовая плита выдерживает температурное воздействие ($+1200^{\circ}\text{C}$), гидрофобна, пригодна для облицовки металлом, имеет низкую плотность.



Рис. 2. Образцы вермикулитовых плит

Теплоизоляционный материал ТЗМК (рис. 3). В настоящее время для теплозащиты транспортных систем разрабатываются волокнистые теплоизоляционные материалы на основе оксидов кремния и алюминия. ТЗМК обладают: стойкостью к воздействию высоких температур в диапазоне от -150 до $+1250^{\circ}\text{C}$; стойкостью к тепловым ударам и температурным перепадам; низкой плотностью, соответствующими прочностными и упругими характеристиками.

Листовой вибропоглощающий материал ВТП-2В состоит из слоя листового материала, адгезионного слоя из модифицированного поливинилацетата и армирующего слоя алюминиевой фольги, усиленной стеклосеткой. Материал ВТП-2В предназначен для работы в интервале температур от -60 до $+80^{\circ}\text{C}$ и рекомендуется для применения в качестве покрытий панелей фюзеляжа в местах повышенной виброакустической нагрузки [2].

Разработанный вибропоглощающий материал ВТП-2В имеет водопоглощение $<2\%$, является грибоустойким, не вызывает коррозии алюминиевых сплавов и приклеивается с помощью клеев холодного отверждения.

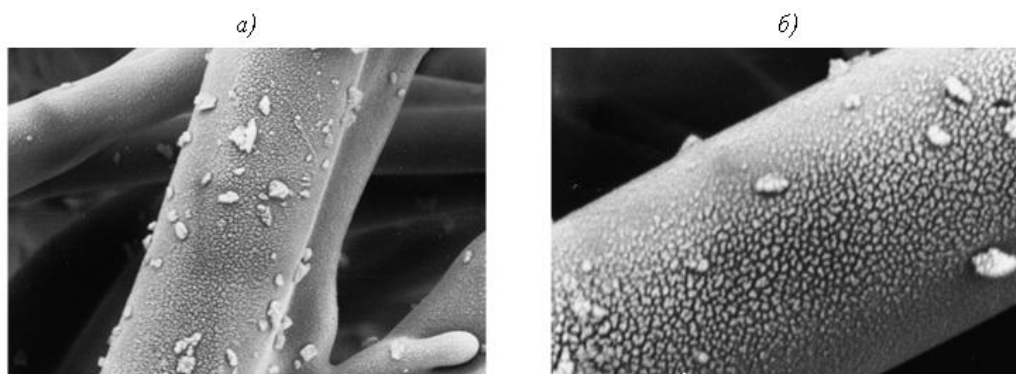


Рис. 3. Микроструктура поверхности волокон в пористом теплозащитном материале ТЗМК:

$a - \times 10000$; $b - \times 20000$



Рис. 4. Образец вибропоглощающего материала ВТП-2В

Жидкая керамическая теплоизоляция RE-THERM – это теплоизоляция, внешне напоминающая краску (рис. 5). Благодаря тому, что материалы имеют жидкую консистенцию, их можно наносить на поверхности любых форм и составов. RE-THERM наносятся окрасочными инструментами – кистью, валиком, пульверизатором высокого давления. Жидкая теплоизоляция RE-THERM, имеющая в своём составе акрил и силикон, обладает, помимо теплоизоляционных, еще и гидроизоляционными свойствами.



Рис. 5. Структурное строение ЖКТ RE-THERM

Покрyтия RE-THERM на 80% состоят из керамических микросфер диаметром 10-30 мкм и на 20% из смеси силиконовых микросфер, акрилового связующего и различных целевых добавок. Находящиеся во взвешенном состоянии в акриловой композиции силиконовые полые микросферы (диаметром от 50-80 мкм) оказываются «облепленными» полыми керамическими микросферами с разреженным воздухом внутри (диаметром 10-30 мкм). В результате образуется структура, составными частями которой являются кластеры. Керамические микросферы имеют большую отражательную способность, а силиконовые микросферы создают тончайшую прослойку между ними. Основной областью применения является транспорт (рефрижераторы, пассажирский транспорт, железнодорожные вагоны, морские и речные суда, авиатранспорт и т.д.).

Полиакриловая водоразбавляемая эмаль ВЭ-67. Имеет температуру эксплуатации от -60 до +80°C. Рекомендyется для окраски интерьера пассажирских транспортных средств, имеет высокие адгезию к различным подложкам (бетон, металлические поверхности), эластичность.

Эмаль экологически безопасна, так как не содержит органических растворителей. Превосходит водоразбавляемые материалы по сроку хранения, который практически неограничен, в том числе при отрицательных температурах.

Представленная в настоящей работе концепция послойной структуры корпуса является не окончательной и активно разрабатывается в рамках проекта по созданию универсального спасательного средства нового поколения. При этом важно отметить, что стоимость многослойного корпуса будет сопоставима со стоимостью корпусов аналогичной по вместимости спасательной шлюпки или будет незначительно ее превышать. Однако, в отличие от традиционных решений, представленный вариант позволит обеспечить возможность эффек-

тивной эксплуатации спасательных средств в тяжелых природно-климатических условиях Арктики.

Библиографический список

1. ГОСТ 52638-2006 Средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 2006.
2. Всероссийский институт авиационных материалов. [Электронный ресурс] http://viam.ru/vibration_absorbing_materials (свободный).

*Дата поступления
в редакцию 20.09.2014*

A.A. Kochurina, M.S. Krasheninnikov, R.A. Dorofeev, V.E. Obrezkova

ANALYSIS AND SELECTION OF MATERIALS FOR VERSATILE RESCUE TOOL BASED ON THE REQUIREMENTS AND OPERATING CONDITIONS

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeev

Purpose: The aim of this work is to create a brand new material which can be operated in conditions of the Far North.

Findings: In this work shows the need for special materials for rescue equipment designed for the Arctic zone. Analysis of the basic material requirements. The possibility of using existing materials in the design of the rescue funds.

Research limitations/implications: Formulated layered construction of the sandwich panel. Selected a preliminary list of materials, applicable for each layer of the sandwich panel.

Originality/value: The concept of the device housing versatile rescue tool in the form of a sandwich panel.

Key words: sandwich panel, universal salvage tool, advanced materials, requirements, combining.