

The use of polymeric structural materials in shipbuilding
Krasilnikova O.¹, Kolchurin A.² (Russian Federation)
Применение полимерных конструкционных материалов
в судостроении

Красильникова О. А.¹, Кольчурин А. И.² (Российская Федерация)

¹Красильникова Ольга Алексеевна / Krasilnikova Olga – кандидат технических наук, доцент;

²Кольчурин Антон Иванович / Kolchurin Anton – студент,

кафедра кораблестроения,

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, г. Комсомольск-на-Амуре

Аннотация: стеклопластик – один из востребованных конструкционных материалов, применяемых в судостроении и судоремонте. В работе рассмотрены основные преимущества применения стеклопластика перед традиционными судостроительными материалами.

Abstract: fibreglass – one of the demanded constructional materials applied in shipbuilding and ship repair. In work the basic advantages of application of fibreglass before traditional ship-building materials are considered.

Ключевые слова: судостроение, традиционные судостроительные материалы, конструкционные полимерные материалы, стеклопластик.

Keywords: the shipbuilding, traditional ship-building materials, constructional polymeric materials, fibreglass.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) уже давно вытеснили стандартные материалы и технологии во многих отраслях промышленности [1]. Считается, что ПКМ – это материалами XXI века, однако в действительности человечество их начало использовать еще в XIX веке [2]. В настоящее время наблюдается стремительный рост различных модификаций ПКМ и новых технологий производства из них изделий.

Современная судостроительная промышленность – один из крупнейших потребителей синтетических полимерных материалов, причем области их применения очень разнообразны, а перспективы использования практически неограниченны. Полимеры применяют для изготовления корпусов судов и корпусных конструкций, в производстве деталей судовых механизмов, приборов и аппаратуры, для окраски судов, отделки помещений и их тепло-, звуко- и виброизоляции и др. Благодаря использованию полимерных материалов значительно улучшаются технические и эксплуатационные характеристики судов, повышаются их надежность и долговечность, сокращается продолжительность и снижается трудоемкость постройки.

Среди конструкционных полимерных материалов наибольшее значение в судостроении имеют стеклопластики. Это объясняется их высокими механическими свойствами, достаточно хорошей термостойкостью, устойчивостью к коррозии и к старению, сравнительной легкостью переработки в изделия самых сложных форм, простотой и удобством эксплуатации и ремонта.

Сравнительный анализ свойств стеклопластика и материалов-заменителей представлен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные физико-механические и теплофизические свойства стеклопластика и материалов-заменителей

Характеристики	Стеклопластики	Базальт о- пластик и	П ВХ	Алюмини й	Ста ль	Дере во
Плотность, г/см ³	0,4-2,0	1,5-2,0	1, 4	2,7	7,8	0,5- 0,6
Разрушающие напряжения при сжатии (растяжении), МПа	410-1180	420- 1200	41 -48	80-430	410 -480	20,8- 87,8
Разрушающие напряжения при изгибе, МПа	690-1240	800	80 -110	275	400	48,5- 68,0
Модуль упругости при растяжении, ГПа	21-41	70	2, 8	70	210	8,7- 10,3
Модуль упругости при изгибе, ГПа	21-41	70	2, 8	70	210	8,7- 10,3

Коэффициент линейного расширения, $\times 10^6$ °C	5-14	5-14	57 -75	22-23	11-14	-
Коэффициент теплопроводности, Вт/м °C	0,25-0,30	0,25	0, 15- 0,16	140-190	46	0,26- 0,28

Для изготовления корпусов судов и корпусных конструкций используют, главным образом, полиэфирные стеклопластики холодного отверждения. В тех случаях, когда требуются материалы с особо высокими прочностными характеристиками (например, для корпусов глубоководных аппаратов), применяют эпоксидные стеклопластики. Использование в судостроении стеклопластиков на основе феноло-альдегидных, карбамидных, фурановых и кремнийорганических смол затруднено из-за необходимости формования изделий при высоких температурах (больше 170 °C) и давлениях (2,5 – 10 Мн/м²).

Одно из наиболее важных преимуществ стеклопластиков перед традиционными судостроительными материалами (деревом, сталью, алюминий-магниево-магниевыми сплавами) – высокая удельная прочность, благодаря чему уменьшена масса судовых конструкций.

Корпуса и корпусные конструкции из стеклопластиков изготавливают главным образом тремя методами:

- контактное формование;
- напыление;
- прессование.

Основное достоинство метода контактного формования, наиболее распространенного в судостроении, – простота. Этот метод позволяет изготавливать корпуса сравнительно крупных судов (длиной до 50 м и водоизмещением до 300 т). Имеются также разработки для постройки судов длиной более 60 м и водоизмещением до 1000 т.

Корпуса крупных судов изготавливают преимущественно из монолитного стеклопластика. Трехслойные конструкции (в качестве заполнителя между двумя слоями стеклопластика применяют пенопласты и сотопласты) при изготовлении таких судов себя не оправдали. Стремление получить максимальный выигрыш в массе обусловило использование трехслойных конструкций для постройки судов на подводных крыльях и воздушной подушке. Такие конструкции широко применяют для изготовления переборок, секций палуб, надстроек и других деталей (они легче монолитных из стеклопластика на 20 %, а металлических — в 1,5 раза). Из трехслойных конструкций, заполненных пенополиуретаном, изготавливают также спасательные шлюпки. Этот заполнитель, помимо облегчения корпуса, обеспечивает необходимую непотопляемость судна. Введение в связующее для стеклопластика антипиренов или использование самозатухающих связующих позволяет изготавливать спасательные шлюпки для танкерного флота, они могут преодолевать водные пространства с горящими на поверхности нефтепродуктами.

Стеклопластиковая трехслойная надстройка по сравнению с надстройкой из алюминиевого сплава имеет ряд преимуществ, а именно:

- обеспечивает снижение массы конструкции на 50 - 60 % по сравнению со стальной и на 10 - 15% по сравнению с алюминиевой. Большая жесткость конструкции;
- экономия на теплоизоляции, за счет низкой теплопроводности трехслойной конструкции;
- отсутствие коррозии и более низкие расходы на эксплуатацию;
- повышение остойчивости корабля и увеличение пожаробезопасности корпуса по сравнению с алюминиевым.

Таким образом, использование и перспективы применения полимерных материалов в судостроении и судоремонте практически неограниченны.

Литература

1. Гуняев Г. М., Чурсова Л. В., Комарова О. А. и др. Конструкционные полимерные угленанокомпозиты – новое направление материаловедения // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2011. № 12. С.2-9
2. Баженов С. Л., Берлин А. А., Кульков А. А., Ошмян В. Г. Полимерные композиционные материалы. Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2010. 352 с.