

*Ведюшенко Илья Витальевич*  
*Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и*  
*транспорта»*

*Дальневосточный Федеральный университет*

*Россия, г. Владивосток*

*Непомнящий Даниил Ильич*

*Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и*  
*транспорта»*

*Дальневосточный Федеральный университет*

*Россия, г. Владивосток*

*Радченко Данил Игоревич*

*Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и*  
*транспорта»*

*Дальневосточный Федеральный университет*

*Россия, г. Владивосток*

*Шевцов Сергей Александрович*

*Студент 2 курса магистратуры, департамент «Морской техники и*  
*транспорта»*

*Дальневосточный Федеральный университет*

*Россия, г. Владивосток*

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУДОВ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА**

*Аннотация. Текст посвящен описанию технологии изготовления корпуса судна из стеклопластика. В нем рассматриваются материалы, применяемые для создания корпуса, способы формирования обшивки, типы набора и особенности изготовления оснастки.*

**Ключевые слова:** *Стеклопластик, стекломат, корпус судна, набор корпуса, стеклонаполнители.*

**Annotation.** *The text is devoted to the description of the manufacturing technology of the fiberglass hull. It examines the materials used to create the hull, methods of forming the skin, types of kit and features of the manufacture of tooling.*

**Keywords:** *Fiberglass, glass wool, vessel hull, hull kit, glass fillers.*

## **Введение**

Современное судостроение активно использует стеклопластик в качестве основного материала для изготовления корпусов. Его преимущества перед традиционными материалами, такими как металл и дерево, заключаются в высокой прочности, легкости, коррозионной стойкости и относительной дешевизне.

В данной статье мы рассмотрим технологию изготовления корпуса судна из стеклопластика, применяемую при индивидуальном методе. Мы подробно изучим материалы, используемые для создания корпуса, различные способы формирования обшивки и типы набора, а также особенности изготовления оснастки.

## **Суда из стеклопластика**

В качестве основного материала, используемого для изготовления корпуса судна, применяют стеклопластик на основе ненасыщенных полиэфирных смол холодного отверждения марки. В качестве армирующего материала применяются различные сорта стеклотканей и стекломата. Введение армирующих, т. е. усиливающих, материалов на основе стеклянного волокна придает полиэфирным смолам весьма высокую прочность. Для того чтобы вызвать отверждение полиэфирной смолы, необходимо активизировать процесс полимеризации. Для этого применяют инициаторы. Для осуществления полимеризации полиэфирной смолы без подогрева добавляют ускорители (выбираемые в зависимости от введенного инициатора).

Инициаторы и ускорители вводят по отдельности при тщательном размешивании каждой добавки. [5, 6]

Наружная обшивка пластмассового судна, в отличие от обшивки из металла и дерева, изготавливается монолитной методом формования из необходимого числа слоев стеклоткани, стекломата или стеклорогожки.

Изготовление наружных слоев обшивки из стеклоткани обусловлено двумя соображениями: обеспечением более высокой прочности внешних слоев при работе на изгиб и улучшением внешнего вида наружных поверхностей.

Определяющими факторами при выборе того или иного типа обшивки служат, с одной стороны, необходимая прочность, а с другой стороны - трудоемкость изготовления корпуса. Большое влияние оказывает и стоимость материала, которая входит значительной составляющей в стоимость изготовления корпуса. Увеличение толщины обшивки в местах, где это необходимо по конструктивным соображениям, производится увеличением числа слоев стеклонаполнителя, укладываемых в это место при формовании. В наружный декоративный слой вводят пигменты, при помощи которых производится окраска наружной обшивки в необходимый цвет. [2]

Однослойная обшивка из стеклопластика находит широкое применение при длинах судна до 15—20 м.

### **Набор судна**

Набор, применяемый на судах с пластмассовым корпусом, весьма разнообразен по конструкции. При индивидуальном методе изготовления наиболее рациональны следующие типы набора:

- 1) набор Т-образной формы (рис. 1);
- 2) набор П-образной формы с наполнителем из пенопласта (рис. 2);
- 3) смешанный набор.

Набор этих типов можно изготавливать без применения специальной технологической оснастки, что значительно снижает стоимость работ.

Соединение всех видов набора с обшивкой происходит в процессе формования корпуса. [1]

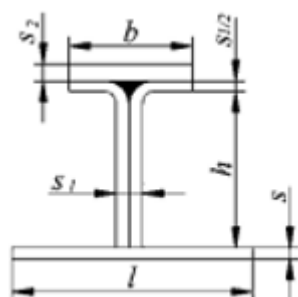


Рисунок 1. Т-образные балки набора

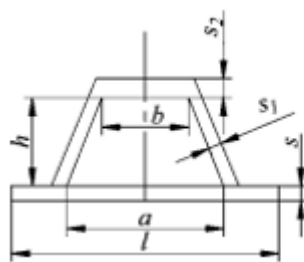


Рисунок 2. П-образные балки набора

$$\begin{aligned} a &= (1,4 \dots 2,0)h; \\ b &= (0,7 \dots 1,0)h; \\ S_1 &= (\frac{1}{30} \dots \frac{1}{15})h; \\ S_2 &= 3 S_1; \\ F &= b S_2; \end{aligned}$$

### Изготовление оснастки

Для изготовления из стеклопластика корпуса судна и его отдельных элементов необходимо использовать специальную оснастку, включающую матрицу корпуса, матрицу палубы, матрицу для банок и шаблоны для изготовления переборок. Готовую матрицу и шаблоны необходимо подготовить к формованию корпуса или других деталей. Поверхность матриц необходимо тщательно зашпаклевать и отполировать. Толщина матрицы из стеклопластика должна быть не менее 3—5 мм. Деревянную матрицу необходимо хранить при постоянной температуре и влажности во избежание изменения ее размеров (коробления).

Матрицу палубы можно изготовить из листа фанеры, если палуба имеет несложную форму. Аналогично изготавливают матрицу для банок и шаблоны для набора и переборок. Шаблоны необходимо сделать с припусками по краям 30—40 мм. Для возможности снятия матрицы с болвана, а также извлечения изготовленного корпуса катера из матрицы, последнюю, как правило, изготавливают с разъемом по ДП. [4]

### Изготовление корпуса в матрице

При постройке судна индивидуальным методом могут быть применены четыре способа:

- 1) формование корпуса в матрице;

2) формование корпуса на болване, габариты корпуса в этом случае увеличиваются на две толщины обшивки;

3) формование корпуса с использованием в качестве матрицы близко поставленного и укрепленного набора;

4) формирование корпуса по распечатанной 3D модели. [3]

### **Заключение**

Статья представляет собой подробный обзор технологии изготовления корпусов судов из стеклопластика с акцентом на индивидуальный метод.

В материале подробно рассматриваются такие вопросы как:

- преимущества стеклопластика;
- материалы, используемые при изготовлении корпуса;
- различные способы формирования обшивки;
- типы набора;
- особенности изготовления оснастки;
- способы изготовления корпуса в матрице.

В целом, статья предоставляет ценную информацию для специалистов в области судостроения, желающих ознакомиться с технологией изготовления судов из стеклопластика.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Правила классификации и постройки морских судов, часть XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов». Российский морской регистр судоходства. СПб.: Транспорт, 2023. – 168 с.

2. РМРС правила классификации и постройки морских судов (часть XIII материалы).

3. Потрохов Михаил Алексеевич, Молодой ученый №29 (476) июль 2023 г. «Применение полимерных композиционных материалов в отечественном военном судостроении».

4. РМРС руководство по техническому наблюдению за постройкой судов.

5. ГОСТ 19170-2001, межгосударственный стандарт. Стекловолокно. Ткань конструкционного назначения. Технические условия.

6. ГОСТ 27952-2017. Межгосударственный стандарт. Смолы полиэфирные ненасыщенные. Технические условия.