

*А. В. Ерофеев**

КОМПОЗИТНАЯ АРМАТУРА

Под композитной арматурой (рис. 1) понимаются неметаллические стержни из стеклянных или базальтовых волокон, пропитанные термореактивными или термопластичными полимерными связующими, на отвержденной поверхности которых выполняются поперечные или спиральные ребра. Арматура, изготовленная из стеклянных волокон, получила название стеклопластиковой, а из базальтовых – базальтопластиковой.

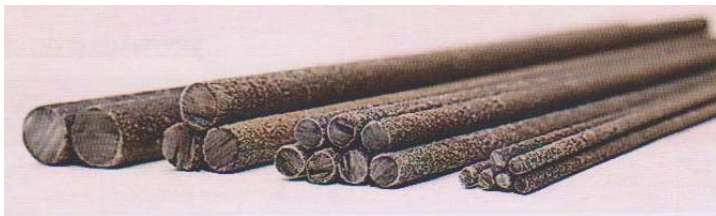


Рис. 1. Композитная арматура

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2013 г. в рамках Восьмой научной студенческой конференции «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ В. П. Ярцева.

Композитная арматура, выпускаемая диаметром от 3 до 16 мм и длиной до 12 м, предназначена для замены металлической арматуры, над которой она имеет ряд конкретных преимуществ. Данные преимущества видны при сравнительном анализе основных свойств арматуры, приведенных в табл. 1.

Из таблицы 1 видно, что прочность композитной арматуры в 3 раза выше прочности стальной. Композитная арматура в отличие от стальной не намагничивается и не проводит электричество. По своим теплофизическим свойствам она также выгодно отличается от стальной. Высокая коррозионная и химическая стойкость позволяет применять композитную арматуру в агрессивных условиях эксплуатации, где применение стальной арматуры является не целесообразным. Еще одним преимуществом композитной арматуры является то, что она в 9 раз легче стальной арматуры.

Из таблицы 2 видно, что для восприятия нагрузок диаметр стальной должен быть выше, чем диаметр композитной арматуры. А учитывая массу погонного метра арматуры видно, что количество погонных метров в тонне композитной арматуры на порядок выше.

1. Сравнительная характеристика основных свойств арматуры

Технические характеристики	Стеклопластиковая арматура	Базальтопластиковая арматура	Стальная арматура класса III (A400C)
Прочность на растяжение, МПа	1200	1300	380
Теплопроводность, Вт/м ³ С	<0,57	<0,47	52
Плотность, г/см ³	2,0	2,02	7,9
Модуль упругости, ГПа	55	71	210
Коррозионная и химическая стойкость	Высокая	Очень высокая	Низкая
Электропроводность	Не проводит электричество	Не проводит электричество	Проводит электричество
Намагничивание	Не намагничивается	Не намагничивается	Намагничивается
Огнестойкость, °С	до 180	до 280	до 650

2. Таблица заменяемости стальной арматуры класса III (A400C) композитной арматурой

Стальная арматура класса III (A400C)			Композитная арматура		
Вес, кг/п.м.	Диаметр, мм	Количество п.м. в тонне	Вес, кг/п.м.	Диаметр, мм	Количество п.м. в тонне
0,22	6	4545	0,02	4	50 000
0,40	8	2530	0,06	6	16 667
0,89	12	1126	0,1	8	10 000
1,21	14	826	0,16	10	6250
1,58	16	633	0,22	12	4545
2,00	18	500	0,31	14	3225
2,47	20	405	0,4	16	2500

Технология производства композитной арматуры объединена одной технологической линией (рис. 2) и не отличается высокой сложностью. На первом этапе ровинг из нескольких десятков бухт подается через специальные отверстия в зону подогрева нитей (рис. 2, а). На втором этапе нити поступают в ванну пропитки (рис. 2, б), где и пропитываются связующим. На выходе ванны фильеры отжимают излишки смолы и формируют стержень (рис. 2, в). Далее следует процесс окончательного формирования цилиндрического стержня арматуры путем намотки ниток (рис. 2, з). На следующем этапе производства по поверхности стержня равномерно распределяют гранулы песка (рис. 2, д), излишки которого удаляют потоком воздуха. Далее в печи круглого сечения, длина которой достигает 8 м, происходит процесс полимеризации смолы (рис. 2, е). На последнем этапе стержень арматуры остывает и отрезается.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что производство композитной арматуры является экономически целесообразным, а замена ею стальной арматуры экономит до 50% стоимости. Однако, несмотря на это существуют причины, сдерживающие производство и распространение композитной арматуры. Главной причиной является то, что нет данных по изменению свойств арматуры в реальных условиях эксплуатации. Отсутствие таких данных не позволяет четко очертить область применения композитной арматуры.



a)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Технология производства композитной арматуры:

a – зона подачи и подогрева нитей ровинга; *б* – пропитка нитей ровинга;
в – зона отжима смолы и формирования стержня; *г* – намотка нитей на стержень; *д* – посыпка стержня песком; *е* – полимеризационная печь

В настоящее время в качестве полимерного связующего чаще всего используют дорогостоящую эпоксидную смолу марки ЭД20. Однако при проведении ряда теоретических и практических изысканий представляется возможным снижение себестоимости композитной арматуры при сохранении свойств за счет замены эпоксидной смолы

на более дешевое связующее или многокомпонентную смесь смол. В случае снижения прочностных или иных характеристик композитной арматуры в связующее могут быть добавлены наночастицы.

Таким образом, поиск и патентирование новой рецептуры позволит снизить себестоимость композитной арматуры, а проведение полномасштабных исследований, направленных на изучение работы композитной арматуры в реальных условиях эксплуатации, позволят расширить область ее применения.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»