

Рисунок 2 – Развитие прогибов опытных балок при нагружении

Результаты проведенных исследований показали, что усиление растянутой зоны деревянных балок композитными материалами в виде сеток или стержнями оказывает влияние на несущую способность и жесткость изгибаемых деревянных элементов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щуко, В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: учеб. пособие / В.Ю. Щуко, С.И. Рошина. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 128 с.
2. Цветинский, И.И. Работа армированных клееных балок с различными материалами армирования и их расположением / А.Р. Волик, И.И. Цветинский // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2006. – № 9. – С. 21–25.
3. Цветинский, И.И. Влияние расположения армированных клеевых швов на напряженно-деформированное состояние изгибаемых клееслощатых балок / И.И. Цветинский // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – № 3. – 2006. – С. 51-52.
4. Волик, А.Р. Усиление деревянных конструкций тканью производства компании ОАО «Гродно химволокно» / А.Р. Волик, Д.А. Сафонов // Актуальные проблемы механики в современном строительстве: сборник научных статей. – Пенза: ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», 2014. – С. 47-52.

УДК 695.175.3

Волик А.Р., Каскенов П.П.

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Массовое применение композитной арматуры ограничено отсутствием данных прочностных и деформационных характеристик композитной арматуры. Представлен анализ механических свойств стеклопластиковой арматуры.

Композитная стеклопластиковая арматура становится все более распространенным материалом в промышленности. Одним из наиболее актуальных направлений является использование такой арматуры вместо металлических аналогов в конструкциях из бетона с армированием ненапряженного и преднапряженного типов. Характеристики композитных материалов, отвечающие наибо-

лее высоким современным требованиям, позволяют использовать их во всех сферах строительства – при проектировании, для проведения ремонтных, реставрационных работ, укрепления дорожного полотна, при создании бетонных хранилищ и емкостей для химических производств [1].

История использования композитных материалов начинается после Второй мировой войны с учетом бурного развития химической промышленности. Аэрокосмическая промышленность широко оценила преимущества высокой прочности и легкости композитных материалов, а во время холодной войны достижения аэрокосмической и оборонной промышленности привели к еще большему распространению композитов [2].

В середине XX века интерес к композитным материалам возник в связи с рядом обстоятельств:

- расширилось применение армированных бетонных конструкций в ответственных сооружениях, эксплуатируемых в сильноагрессивных средах, где трудно было обеспечить коррозионную стойкость стальной арматуры;
- возникла необходимость обеспечения антимагнитных и диэлектрических свойств некоторых изделий и сооружений;
- ограниченность запаса руд, пригодных для удовлетворения непрерывно растущих потребностей в стали и всегда дефицитных легирующих присадках.

В настоящее время композитные материалы, используемые в строительных конструкциях, можно классифицировать следующим образом:

- волокна
 - а) цельные;
 - б) рубленые (фибры);
- сетки, холсты, ленты;
- арматура периодического профиля – стеклопластиковая, базальтовая, углеродистая.

Композитная арматура состоит из армирующих элементов и матрицы. В качестве армирующих элементов используются непрерывные высокопрочные волокна, заключенные в объеме полимерной матрицей. По виду используемых волокон (рис. 1) выпускаются следующие композитные арматуры [3]:

- стеклокомпозитная;
- базальтокомпозитная;
- углекомпозитная;
- арамидокомпозитная;
- комбинированная композитная.

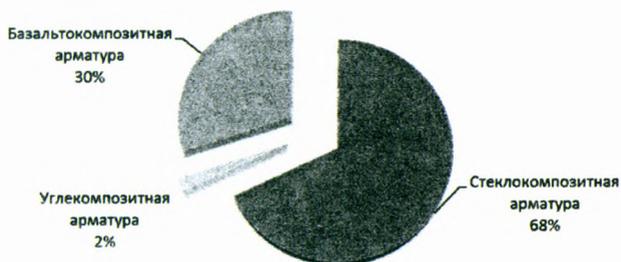


Рисунок 1 – Распределение композитных материалов по типу волокна

Исследования в Американском институте бетона (ACI) показали (таблица 1), что предел прочности на растяжение у композитной арматуры значительно выше, чем у металлической.

Таблица 1 – Механические и деформационные характеристики арматуры [2]

	Стальная арматура	Стеклопластиковая арматура	Углеродистая арматура
Условный предел текучести (МПа)	276..517	–	–
Предел прочности на растяжение (МПа)	483..690	483..1600	600..3690
Модуль упругости (ГПа)	200	35..51	120..580

В США и странах западной Европы испытания композитной арматуры проводят по стандартам ASTM и ISO [4-7] при помощи универсальных испытательных машин (например, Instron серий 5900 [8] или 3300 [9] с датчиком нагрузки и пневматическими клиновыми или боковыми захватами). При испытании композитов [10] было обнаружено, что ориентация волокон в композите оказывает сильное влияние на механические свойства и поведение материала во время испытания, поэтому необходима точная центровка образца.

При испытаниях на растяжение полос стеклопластиковых волокон в соответствии с ASTM D3039 [6] образцы (рис. 2) подготавливаются с выступающими концами с пластиковыми накладками, что позволяет осуществить безопасный захват образца и способствует тому, что разрушения происходят в пределах измерительной базы. В данном испытании используют пристыжной экстензометр.

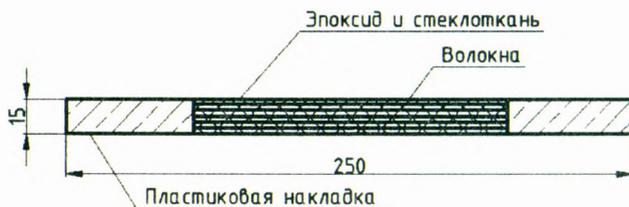


Рисунок 2 – Полоса стеклопластиковых волокон

В Российской Федерации в 2014 году был введен ГОСТ 31938-2012 [11], в соответствии с которым предлагается метод испытания композитной арматуры на осевое растяжение, который устанавливает следующие требования к испытанию композитной арматуры:

- разрушение опытного образца должно происходить в пределах рабочего участка;
- за рабочий участок принята часть образца, которая находится между испытательными муфтами, предназначенными для зажима образцов захватами испытательной машины;
- влияние на процесс разрушения образца касательных и радиальных растягивающих напряжений, возникающих в переходной зоне от испытательной муфты к стержню, не учитывается.

Длину испытательных муфт (рис. 3) следует принимать из условий, чтобы разрыв образца происходил в пределах длины рабочего без проскальзывания в испытательных муфтах. Длину рабочего участка следует принимать не менее $40d$ стержня (табл.2).

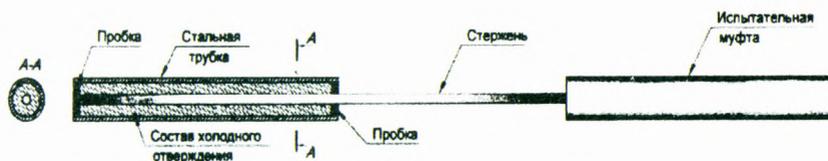


Рисунок 3 – Вид типового опытного образца по ГОСТ 31938-2012 [11]

Таблица 2 – Размеры опытных образцов и испытательных муфт, мм

Номинальный диаметр АКП	Испытательная муфта		
	Внешний диаметр	Минимальная длина	Толщина стенки
От 4 до 10	35	300	От 3 до 5
От 12 до 16	42	350	
От 18 до 22	48	450	
От 22 до 30	60	500	

В процессе экспериментальных исследований прочности и деформативности образцов стеклопластиковой арматуры было установлено [12], что разрушение их начинается, как правило, с разрыва оплечочной нити, образующей периодический профиль поперечного сечения, затем следует разрыв отдельных волокон в поверхностном слое, после чего происходит более интенсивное разрушение волокон по периметру стержня с распространением к его центру, при этом рост нагрузки прекращается и наступает разрыв стержня с образованием «метелки».

Специалисты строительной области в Республике Беларусь в последние годы все больше внимания уделяют вопросу композитной арматуры, перенимая опыт специалистов из Российской Федерации, США и стран западной Европы.

На данный момент неметаллическую арматуру в Республике Беларусь производят следующие предприятия:

- ОАО «Полоцк-Стекловолокно» производит стеклопластиковую арматуру следующих видов: с оплечочной нитью – СПА-6; с периодическим профилем – СПА-7.5.

- ООО «МонолитПласт» (г. Борисов) производит стеклопластиковую арматуру «АСПЭТ» (арматура стеклопластиковая из полиэтилентерефталата), налажено производство арматуры диаметрами 4, 8, 10 мм с прочностью на растяжение 255 МПа и 4, 8, 10 мм с прочностью на растяжение 510 МПа.

- Научно-производственная компания «Бизнес-Континент» (г. Брест) производит стеклопластиковую и базальтовую арматуру диаметрами от 4 до 28 мм.

- ООО «Композит-Урочье» производит арматуру следующих видов: арматура стеклопластиковая диаметром от 4 мм до 14 мм; арматура базальтопластиковая диаметром 6 мм и 8 мм; сетки из композитной арматуры.

- Планируется организация производства стеклопластиковой арматуры на территории СЭЗ «Гомель-Ратон» – предусмотрено освоение выпуска стеклопластиковой арматуры марок АКП СП 4, АКП СП 6, АКП СП 8, АКП СП 10, АКП СП 12, АКП СП 14 [13].

В настоящий момент нормативная база по изготовлению и применению композитной арматуры в Республике Беларусь представлена следующими документами:

- СТБ 1103-98 «Арматура стеклопластиковая. Технические условия», где описаны технические характеристики арматуры, её маркировка, упаковка, правила приёмки и методы контроля, который распространяется на арматуру стеклопластиковую диаметром только 6 мм, предназначенную для армирования предварительно напряженных бетонных конструкций.

- СТР-01-2011 «Применение стеклопластиковой (неметаллической) арматуры», где приведена обзорная информация о стеклопластиковой арматуре, рассмотрены отличительные особенности от металлической арматуры, рассмотрены особенности применения.

- ТУ ВУ 691148.143.001-2011 «Арматура из стеклоармированного вторичного полиэтилентерефталата» [13].

Также ведется разработка государственного стандарта «Изделия профильные композитные полимерные для армирования строительных материалов конструкций. Методы определения физико-механических характеристик».

Для определения механических свойств стеклопластиковой арматуры в лаборатории Гродненского государственного университета имени Янки Купалы были проведены испытания стеклопластиковой арматуры (рис. 4).

УДК 693.22

Галалюк А.В.

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приведена методика оценки прочности при сжатии каменной кладки перпендикулярно и параллельно к плоскости горизонтальных растворных швов на образцах треугольных призмах, вырезанных из тела кладки. Выполнено сопоставление результатов определения прочности кладки на образцах – призмах с результатами испытаний стандартных образцов.

Основной целью выполнения работ при обследовании зданий и сооружений является получение информации, необходимой для оценки технического состояния и несущей способности строительных конструкций. От степени достоверности полученной информации зависит правильность выводов о пригодности конструкций к эксплуатации, а также правильность и экономичность проектных решений по их ремонту и усилению. Для каменных конструкций одной из важнейших характеристик, по которой производится оценка их эксплуатационной пригодности, является прочность каменной кладки при сжатии.

Прочность при сжатии каменной кладки можно определить в результате испытаний как отдельных элементов каменной кладки с последующим определением прочности по аналитическим зависимостям, приведенным в нормативных документах, так и при испытаниях отобранных образцов – кернов, столбов – вырезанных из существующих конструкций, или непосредственно испытание массива кладки методом «Flat-Jack-Tests»[3].

В каждом представленном выше методе имеются свои достоинства и недостатки. Так, например, отдельные испытания кладочных элементов и раствора не