

Особенности применения стеклопластиковой арматуры при армировании стеклопластбетонных конструкций

Гусак Н. Ю.

(Научный руководитель – Хотько А.А.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Одним из проявлений поиска новых эффективных материалов и технологий в строительной отрасли стало расширение применения неметаллической композитной арматуры при строительстве зданий и сооружений. Несмотря на то, что этот вид арматуры известен еще с 70-х годов 20 века, композитная арматура – относительно новый вид строительных материалов на рынке Республики Беларусь. В ближайшем зарубежье эта продукция уже успела себя зарекомендовать и широко используется при армировании стеклопластбетонных конструкций. Обладая рядом преимуществ перед стальной арматурой, стеклопластиковая арматура призвана занять свою определенную нишу и в строительной отрасли Республики Беларусь. Однако, ее внедрение наталкивается на определенные трудности и противоречия, приводящие к ошибкам при проектировании конструкций, содержащих композитную арматуру.

Стеклопластиковая арматура представляет собой гетерогенную систему, состоящую из ориентированных стеклянных волокон и полимерного связующего. Высокопрочное стеклянное волокно в стеклопластиковой арматуре почти полностью воспринимает воздействие растягивающих усилий. Поэтому, свойства арматуры, в известной степени, «копируют» свойства стеклянного волокна. Полимерное связующее в стеклопластиковой арматуре выполняет роль клеящей среды, объединяющей отдельные волокна в монолитный стержень и обеспечивающей совместную их работу, а также защищает волокно от механических повреждений.

Одной из главных проблем внедрения стеклопластиковой арматуры является отсутствие нормативной базы по ее применению. Зачастую, производители и поставщики неметаллической арматуры дают свои собственные рекомендации по применению стеклопластиковой арматуры при армировании стеклопластбетонных конструкций, основываясь только на прочностных свойствах этого материала.

ла, не учитывая деформационных и других ее характеристик. Широко распространены графики равнопрочной замены стальной арматуры на стеклопластиковую, предлагающие уменьшение диаметра последней в 2 и более раза без соответствующего расчетного обоснования. Отсутствие нормативной методики расчета стеклопластбетонных конструкций, необоснованное принятие расчетных сопротивлений арматуры, значительный разброс физико-механических и геометрических характеристик арматуры различных производителей препятствуют грамотному подходу при проектировании стеклопластбетонных конструкций. В таблице 1 представлены отличительные особенности стальной и композитной арматуры «Лиана».

Свойства стеклопластиковой арматуры определяют ее применение в основном только в предварительно напряженных стеклопластбетонных конструкциях. Стеклопластиковую арматуру невозможно сваривать, создание равнопрочных соединений вызывает технологические затруднения. Кроме того, эта арматура не изгибается с небольшими радиусами загиба и имеет низкий модуль упругости.

При использовании натяжных устройств (домкратов, силовых установок) следует иметь в виду, что ввиду более низкого модуля упругости стеклопластиковой арматуры, чем стальной, удлинение ее в процессе натяжения значительно больше и может достигать 1-1,3 см на 1 м длины напрягаемого стержня. Поэтому натяжные станции при изготовлении конструкций со стеклопластиковой арматурой, особенно при стендовом способе производства работ, должны обеспечивать большие перемещения. Для натяжения стеклопластиковой арматуры не могут быть применены зажимы (захваты), используемые для предварительного натяжения стальной арматуры, так как прочность при обжатии в зажиме поперек волокон определяется прочностными характеристиками полимерного связующего, а не стеклянного волокна и поэтому значительно меньше временно-го сопротивления арматуры разрыву.

Таблица 1. Характеристики стальной и композитной арматуры «ЛИАНА»

Характеристика	Стальная арматура			Композитная арматура		
	Класс арматуры	Временное сопротивление, разрыву, f_t	Нормативное сопротивление	Класс арматуры	Временное сопротивление, разрыву, f_t	Принимаемое нормативное сопротивление
Прочностные характеристики при растяжении, МПа	S240	370	240	АНС	1250	1250
	S400	590	400			
	S500	600	500	АНБ	1450	1450
	S800	1030	800			
	S1200	1230	1200			
Относительное удлинение, ϵ_p , %	S240	25	АНС	2,2		
	S400	14				
	S500	6	АНБ	1,6		
	S800	7				
	S1200	6	АНБ ВМ	1,3		
Модуль упругости E_p , Н/мм ² (ГПа)	200000 (200)			АНС	60000 (60)	
				АНБ	90000 (90)	
				АНБ	До 200000 (200)	
				ВМ		
Плотность, г/см ³	7,8			1,9		
Коррозионная стойкость	Подвергается коррозии			Не подвергается коррозии		
Кoeffиц линейно температурдеформац $\alpha \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	1,3-1,5			0,5-0,9 (Бетон: 0,7-1,0)		
Кoeffициент теплопроводности Вт/(м*К)	46			0,35-0,5		
Электрические свойства	Электропроводна			Диэлектрик		
Магнитн свойства	Магнитопроводна			Диамagnetик		
Диапазон рабочих температур	По СНБ 5.03.01-02 "Бетонные и железобетонные конструкции"			От -70 до +100 °С		

На рисунках 1-3 показаны внешний вид композитной арматуры различных производителей.



Рисунок 1. Внешний вид композитной арматуры зарубежных производителей



Рисунок 2. Внешний вид стеклопластиковой арматуры производства РБ



Рисунок 3. Внешний вид базальтовой арматуры производства РБ

Нормативное сопротивление арматуры исследователями предлагается принимать по браковочному минимуму временного сопротивления. Расчетное сопротивление определяется как произведение нормативного сопротивления на коэффициенты длительной проч-

ности $m_{a,\Delta}=0,65$, условий изготовления $m_{a,t}$ и условий эксплуатации конструкций $m_{a,k}$.

Повышенная деформативность стеклопластиковой арматуры предопределяет некоторые особенности ее совместной работы с бетоном в конструкциях. В процессе исследований изгибаемых элементов установлено, что до появления трещин работа предварительно напряженных конструкций со стеклопластиковой арматурой аналогична и полностью подчинена закономерностям, используемым для расчета железобетонных предварительно напряженных конструкций. Однако после появления трещин повышенная деформативность арматуры сказывается на работе конструкций. В этом случае метод расчета железобетонных конструкций может быть использован для расчета стеклопластбетонных элементов с уточнениями и дополнениями, учитывающими специфические особенности арматуры.

Таким образом, для полноправного использования неметаллической арматуры в РБ необходима разработка нормативной документации, регламентирующей ее физико-механические свойства, методы испытания арматуры, правила проектирования стеклопластбетонных конструкций, и основанной на экспериментально-теоретических исследованиях работы таких конструкций, исследованиях совместной работы стеклопластиковой арматуры с бетоном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов, Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции / Н.П. Фролов. – Москва: Стройиздат, 1980. - 104с.