

К НАЗНАЧЕНИЮ РАСЧЁТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

А.М. Горб, С.А. Пушкарёв, ООО «КОНКРИТ ИНЖИНИРИНГ», Москва, Россия.

Рост объёмов производства неметаллической композитной арматуры и настойчивые предложения производителей по её повсеместному использованию в качестве альтернативы металлической, обуславливает необходимость проведения объективного анализа и сравнения данных типов армирующих материалов. В статье рассмотрен вопрос назначения расчётного сопротивления на растяжение композитной арматуры при выполнении прочностных расчётов элементов строительных конструкций.

Ключевые слова: Неметаллическая арматура, стеклопластиковая арматура, базальтопластиковая арматура, композитная арматура, композитобетонные конструкции, прочность при растяжении, модуль упругости, коррозионная стойкость.

CONCERNING DESIGN STRENGTH OF THE FRP BARS FOR STRUCTURAL CONCRETE REINFORCEMENT

A.M. Gorb, S.A. Pushkarev, "CONCRETE ENGINEERING" LLC, Moscow, Russia.

An increase in the production volume of non-metallic composite reinforcement (FRP bars) and a lot of persistent manufacturer's proposals for FRP widespread application as an alternative to steel bars, leads necessity of the evident analysis and comparison of these types of reinforcement. The article deals with the practical design characteristics (such as tensile strength) of FRP bars reinforcement during the calculations of structural elements of reinforced concrete in civil, geotechnical and transport construction.

Keywords: Неметаллическая арматура, стеклопластиковая арматура, базальтопластиковая арматура, композитная арматура, композитобетонные конструкции, прочность при растяжении, модуль упругости, коррозионная стойкость.

Композитная арматура представляет собой гетерогенную систему, состоящую из ориентированного композитного материала и полимерного связующего. Основой композитной арматуры как изделия является материал, который формируется из композитного волокна (базальтового, стеклянного, арамидного, углеродного, комбинированного) и связующего - термореактивной синтетической смолы. Ввиду высокой стоимости, композитная арматура из углеродного и арамидного волокна распространения не получила, в связи с чем, далее в настоящей статье речь пойдёт об арматуре из базальтового и стеклянного волокна (ровинга).

Общеизвестно, что серьёзным недостатком композитной арматуры, затрудняющим её массовое внедрение в практику строительства, является низкое значение модуля упругости. Согласно данным табл. 4 [1] модули упругости стеклокомпозитной (АСК) и базальтокомпозитной арматуры (АБК) составляют 50 ГПа, что существенно ниже модуля упругости стальной арматуры, равного 200 ГПа. В 4 раза более низкий модуль упругости композитной арматуры в сравнении со стальной приводит, как минимум, к значительному увеличению деформативности

и снижению трещиностойкости армобетонной конструкции при расчетах по второй группе предельных состояний, что отражено в действующей нормативной документации и подтверждается рядом экспериментальных исследований.

В рекламных материалах предприятий-изготовителей композитной арматуры содержатся таблицы альтернативной замены стальной арматуры на композитную. Данная замена абсолютно недопустима и должна быть исключена из рассмотрения, поскольку данные, представленные в таких таблицах, являются необоснованными и ошибочными.

Основным аргументом для такой замены производители композитной арматуры считают предположение, что «расчётное сопротивление разрыву стеклопластиковой арматуры превышает аналогичные показатели стальной арматуры в 3 раза». При этом, в качестве сравнения (вероятно для контраста) производители, в большинстве случаев, приводят стальную арматуру класса АШ, которая в последнее время практически не применяется, подавляющее большинство конструкций изготавливается из арматуры класса А500.

При расчёте конструкции по первой группе предельных состояний в качестве основной характеристики арматуры принимается расчётное сопротивление арматуры растяжению, но никак не её сопротивление разрыву (большинство производителей композитной арматуры ссылаются именно на данную характеристику, которая к расчётам конструкций не имеет никакого отношения и может представлять интерес только при выполнении сравнительных исследований). При анализе эффективности различных типов арматуры необходимо сравнивать расчётные сопротивления растяжению, а не показатели прочности на разрыв.

Согласно нормативным данным [2] расчётное сопротивление растяжению стальной арматуры А500 составляет 435 МПа.

В недавно принятом ГОСТе на композитную полимерную арматуру [1] необходимые расчётные данные отсутствуют, приведены только значения предела прочности при растяжении, которые для стеклокомпозитной и базальтокомпозитной арматуры одинаковы и составляют 800 МПа. Следует отметить, что аналогичный показатель для арматуры А500 составляют 600 МПа. Данные характеристики для стальной арматуры гарантированы при её нагреве до 450°C. Для композитной арматуры предельная температура эксплуатации согласно табл. 3 [1] составляет не более 60°C, что исключает её применение в сборных железобетонных конструкциях, где температура пропаривания обычно составляет 80°C. Из этого можно предположить, что и при более низких температурах эксплуатации (соответствующих максимальным летним) её прочность будет снижена.

Существенным недостатком композитной арматуры является снижение её характеристик при воздействии щелочной среды бетона. Согласно табл. 3 [1] происходит снижение прочности арматуры при растяжении до 25% и прочности сцепления с бетоном до 10%. Таким образом, предел прочности при растяжении композитной арматуры в бетонной конструкции равен 600 МПа, что соответствует показателям стальной арматуры А500.

Как было отмечено выше, основной характеристикой арматуры при расчёте по прочности является расчётное сопротивление растяжению, которое, например, для арматуры класса А500 составляет 435 МПа. Для композитной арматуры рас-

чётное сопротивление растяжению определяется в зависимости от условий эксплуатации конструкции и длительности действующих нагрузок путём введения соответствующих корректирующих коэффициентов.

Расчётное сопротивление композитной арматуры растяжению, согласно своду правил [2], определяется с учётом коэффициента надёжности по материалу (равного 1,5), коэффициента, учитывающего условия эксплуатации конструкции (табл. 1) и коэффициента, учитывающего продолжительность действия нагрузки (табл. 2). В итоге, расчётное сопротивление растяжению (если за нормативное принять значение предела прочности на растяжение) составляет весьма и весьма скромные величины (табл. 3):

Табл. 1. Значение коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации конструкции

Условия эксплуатации конструкции	Вид полимерной композитной арматуры	
	АСК	АБК
Во внутренних помещениях	0,8	0,9
На открытом воздухе	0,7	0,8

Табл. 2. Значение коэффициентов, учитывающих длительность действия нагрузки

Вид нагрузки	Вид полимерной композитной арматуры	
	АСК	АБК
Кратковременная	1	1
Длительная	0,3	0,4

Табл. 3. Расчётные сопротивления растяжению полимерной композитной арматуры

Расчётное сопротивление растяжению, МПа			
Условия Эксплуатации	Действие нагрузки	АСК	АБК
Во внутренних Помещениях	Кратковременное	427	480
	Длительное	128	192
На открытом Воздухе	Кратковременное	373	427
	Длительное	112	170

Расчётное сопротивление сжатию в соответствии с требованиями норм [2] принято равным нулю.

Несмотря на относительно невысокие расчётные характеристики композитной полимерной арматуры, она находится вне конкуренции в той специфической области, где применение стальной арматуры ограничено или недопустимо. Применение композитной арматуры оправдано в конструкциях, работающих в усло-

виях воздействия агрессивных сред или блуждающих токов, в которых стальная арматура быстро выходит из строя вследствие коррозии.

Заключение.

Применение композитной полимерной арматуры целесообразно в конструкциях, имеющих специфические требования, например, по коррозионной стойкости.

Для большинства изгибаемых и сжатых элементов строительных конструкций применение композитной арматуры не оправдано ввиду невысоких значений модуля упругости и расчётного сопротивления растяжению.

Библиографический список

[1] ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. – М.: Стандартинформ, 2014. – 35 с.

[2] СП 63.13330.2012 СНиП Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». С изм. №1. – М.: Минстрой России, 2015. – 161.