

Влияние влажности на свойства стеклопластиковой арматуры

Новик А.Н., Половинко А.С.

(Научный руководитель – Хотько А.А.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

В современной мировой практике композитная неметаллическая арматура находит все большее применение наряду с традиционной металлической. Несмотря на то, что в строительстве этот вид арматуры известен еще с конца 60-х годов XX-го века, композитная арматура – относительно новый вид строительных материалов на рынке Республики Беларусь. [1]

За последние десятилетия неметаллическая арматура, как строительный материал, претерпела значительные изменения не только в плане своих физико-механических и эксплуатационных показателей, но и в технологиях изготовления и областях применения в строительстве. За это время в мире в области применения бетонных конструкций с композитной арматурой проводились научные исследования, разрабатывались новые технологии, происходила трансформация данного строительного материала в совершенно новый высококачественный продукт.[2] Революционные технологии позволили создать новые линейки разноплановых полимерных композитных материалов, и с начала 90-х годов XX-го века композитная арматура стала широко применяться для армирования АКП-бетонных конструкций различного назначения.

Композитная арматура является диэлектриком, немагнитна, имеет низкую теплопроводность, обладает радиопрозрачностью, поэтому применять её целесообразно, прежде всего, в тех областях и конструкциях, в которых композитная арматура имеет экономическое и конструктивное преимущество перед стальной арматурой [4].

Композитная арматура производится в виде стержней (обычно круглого сечения) со спиральной рельефностью, реже с песчаной посыпкой, практически любой длины на основе стеклянных (АСК – стеклопластиковая арматура), базальтовых (АБК – базальтопластиковая арматура) волокон, или на основе других компонентов (карбон, арамид), пропитанных химически стойким полимером.[7] Рассматриваемые стержни, как правило, состоят из силового сердечни-

ка, представляющего собой композитный материал с осевым расположением волокнистой арматуры, склеенной между собой полимерной матрицей [5].

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 [6].

Одним из недостатков стеклопластиковой арматуры относительно стальной арматуры является присущая стеклопластиковой арматуре капиллярная гидродеструкция. Суть этого свойства стеклопластиковой арматуры заключается в том, что происходит разрушение стеклянных волокон арматуры поверхностным натяжением воды на соединении двух сред вода-воздух. Проникание растворов агрессивных реагентов к основному рабочему материалу стеклопластиковой арматуры, т.е. к стеклянному волокну, через полимер происходит по имеющимся в нем трещинам, порам и каналам, а также за счет диффузии реагента через полимер. За период диффузии происходит заполнение его микродефектов на поверхности стеклянного волокна и наблюдается активное снижение прочности арматуры за счет расклинивающего эффекта жидкости в трещинах на поверхности стеклянного волокна. В этот период происходит химическое поражение волокна в процессе его взаимодействия с агрессивной средой [6].

В процессе изготовления и эксплуатации бетонные конструкции со стеклопластиковой арматурой могут находиться в различных температурных и влажностных условиях. Например, при изготовлении таких конструкций для сокращения сроков твердения бетонов используется пропаривание. При этом арматура подвергается совместному воздействию высоких температур и влаги.

Одним из основоположников изучения свойств и создания технологии изготовления неметаллической композитной арматуры являлся белорусский учёный Николай Прохорович Фролов, который возглавлял исследования стеклопластиковой арматуры на протяжении почти 20 лет в Институте строительства и архитектуры (ИСИА) Госстроя БССР.

Особое внимание Фроловым Н.П. уделялось изучению химической стойкости и долговечности стекловолокна и арматуры в различных агрессивных средах. Было установлено, что стеклопластиковая арматура в зависимости от температуры пара способна значительно снижать прочность. Было предложено пропаривать конструкции со стеклопластиковой арматурой при низких температурах пара, например при 60°C, при этом необходимо снижать расчетное сопротивление арматуры на 10%.

За счет повышения плотности структуры можно значительно снизить водопоглощение арматуры и, как следствие, повысить ее химическую стойкость. Соотношение связующего и стеклянных волокон значительно отличается у различных производителей. Содержание связующего в стеклопластиковой арматуре (СПА) на технологической линии регулируется плоской отжимной фильерой, которая установлена при выходе ленты из ванны со связующим. От количества связующего в значительной степени зависят прочностные характеристики арматуры и ее водопоглощение. Исследователями установлено, что при содержании связующего 19-20% СПА обладает наиболее высокой прочностью и низким водопоглощением [3].

Производимая в Беларуси и импортируемая в нашу республику композитная арматура имеет большой разброс в физико-механических характеристиках, исходных материалах (сырье) и геометрических характеристиках.

С целью определения влияния влажности на прочностные свойства композитной арматуры производства ОАО «Минпласт», г. Минск, нами были проведены сравнительные испытания стеклопластиковой арматуры на разрыв после выдерживания в нормальных условиях и в горячей воде с температурой около 60°C в течение 24 суток.

Подготовленные образцы стеклопластиковой арматуры перед испытанием погружались и выдерживались в течение 24 суток в воду, температура которой поддерживалась на уровне $60 \pm 10^\circ\text{C}$ (рисунок 1) Вторая партия арматуры находилась в естественных условиях (нормальная влажность и комнатная температура). После воздействия агрессивной среды образцы извлекались из воды и выдерживались на воздухе не менее 24 ч, после чего испытывались на прочность при разрыве (рисунок 2, рисунок 3).

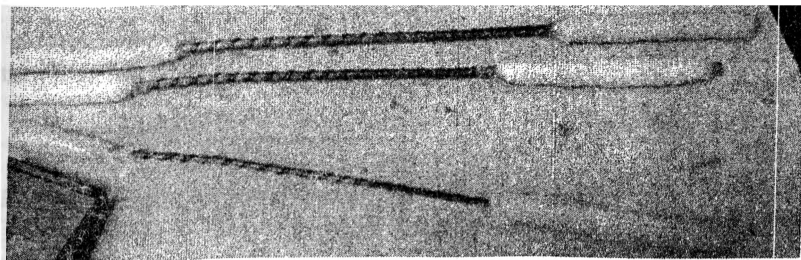


Рисунок 1. Образцы, выдержанные в воде в течение 24 суток

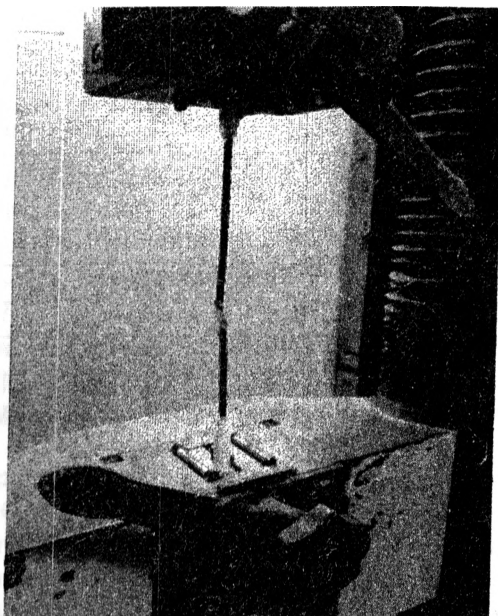


Рисунок 2. Внешний вид арматуры в процессе испытания

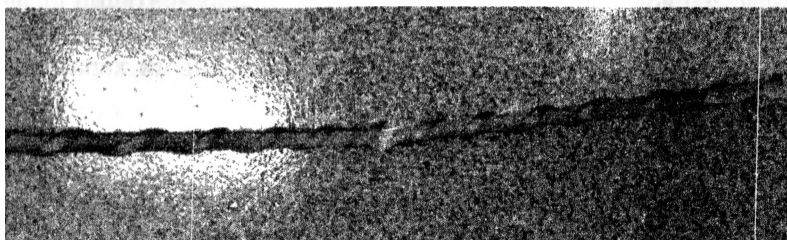


Рисунок 3. Внешний вид арматуры после испытания

Данные о результатах опыта сведены в таблицы.

Таблица 1

Образцы, выдержанные в воде в течение 24 суток

Образец	D, мм	Характер разрушения	σ_{max} в момент разрушения, МПа
1	6	В зажимах	945,4
2	6	Оплётка	1218,5
3	4	В зажимах	1087,3
4	4	В середине	1174,6

Таблица 2

Обычные образцы, не подверженные действию воды

Образец	D, мм	Характер разрушения	σ_{max} в момент разрушения, МПа
1	6	Оплётка	1176,5
2	6	В середине	1310,9
3	4	В зажимах	801,6
4	4	В зажимах	873,0

Выполненный обзор исследований позволяет сделать вывод о том, что воздействие влаги с температурой +60°C в течение 24 суток не оказывает значительно влияния на прочностные свойства стеклопластиковой арматуры производства ОАО «Минпласт», г. Минск. Кроме того, данные опыта свидетельствуют о некачественной связи оплётки с основным стержнем, особенно при больших диаметрах арматуры, что требует разработки нормативной документации, регламентирующей физико-механические свойства стеклопластиковой арматуры. Разработка такой документации позволит не только полноправно использовать стеклопластиковую арматуру, но и получать этот продукт с более качественными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Композитная неметаллическая арматура, прошлое, настоящее и будущее // Белорусская строительная газета. – 2011. – 01.07.
3. Степанова, В.Ф. Опыт применения неметаллической арматуры в конструкциях мостов на автомобильных дорогах / В.Ф. Степанова // Ассоциация «Неметаллическая композитная арматура» [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа:
4. Николаев, Е. Применение композитных материалов в строительстве в мире. Потенциал роста в России / Е. Николаев // ООО «Гален» [Электронный ресурс] – 2011.
5. Неметаллическая арматура: опыт разработки и применения неметаллической арматуры в СССР и за рубежом // Технологической группы «ЭКИПАЖ» (Украина, Харьков) [Электронный ресурс] – 2009. – Режим доступа.
6. Хотько, А.А. Опыт и проблемы эффективного применения стеклопластиковой арматуры при армировании стеклопластбетонных конструкций / А.А. Хотько // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства: Сб. научно-технических статей – Минск, 2012. – с. 140-147.
7. Лешкевич, О.Н. Перспективы применения композитной арматуры. / О.Н. Лешкевич // Третий международный симпозиум «Проблемы современного бетона и железобетона» – Минск, 2011.