

Влияние технологии изготовления на свойства стеклопластиковой арматуры

Ладных И.А.

(Научный руководитель – Хотько А.А.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

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 [1,3,4,5].

Благодаря своим физико-механическим характеристикам и техническим преимуществам стеклопластиковая арматура является значимой альтернативой стальной арматуре, как обладающая сочетанием высокой прочности и коррозионной стойкости. Стеклопластиковая арматура активно применяется в виде гибких связей для трёхслойных железобетонных, кирпичных и других штучных конструкций, монолитных железобетонных стен с кирпичной облицовкой.

Однако при наличии данных преимуществ существует ряд недостатков:

1. Низкий модуль упругости.
2. Низкая огнестойкость изделий, армированных композитной арматурой.
3. Невозможность изготовления гнутых арматурных изделий и сложность в изготовлении предварительно напряженных конструкций.
4. Значительно более высокая стоимость.

Причем следует отметить, что указанные недостатки имеют различные количественные значения у разных производителей стекло-

пластиковой арматуры. Причиной этого в первую очередь являются некоторые организационные трудности:

- не существует единых требований на уровне государственных или международных стандартов, к механическим свойствам, методам контроля и правилам изготовления и использования арматуры;

- в виду принципиального отличия диаграммы, деформирования композитной арматуры, от стальной, не существует понимание по назначению расчётных характеристик. Как правило, расчётные характеристики, либо не известны вовсе, либо указываются производителем, на основании индивидуальных соображений;

- не стандартизированы методики расчёта композитобетонных конструкций;

- недостаточно изучен опыт эксплуатации изделий с композитной арматурой, во многих случаях неверное позиционирование по области применения;

- не используется единая методика для контроля механических свойств композитной арматуры;

- не нормированы требования, и ни как не контролируются характеристики сцепления стеклопластиковой арматуры с бетоном.

При проведении исследования строительного рынка следует отметить, что производители ищут решения технических недостатков стеклопластиковой арматуры. Тем не менее, разница свойств стеклопластиковой арматуры различных производителей до сих пор очевидна. Так производители в разных странах предлагают различные температурные пороги работы стеклопластиковой арматуры (Республика Беларусь – -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$, Китай – -80°C до $+120^{\circ}\text{C}$). Периодический профиль, наносимый на поверхность стержней, отличается очень значительно, что сказывается на их сцеплении с бетоном. Так же показатели коэффициентов теплопроводности, относительного удлинения имеют различные данные.

Технологический процесс изготовления стеклопластиковой арматуры состоит из относительно большого числа последовательных операций. Каждая из этих операций, несомненно, влияет на свойства конечного продукта. К числу таких операций следует отнести равномерное натяжение стекложгута, принудительную запрессовку полимера в тонкие ленты из стеклянного волокна, удаление части летучих компонентов до начала процесса полимеризации, повыше-

ние плотности структуры стержня путем многоступенчатого горячего формования, дополнительное уплотнение стержня спиральной обмоткой (обеспечивающей периодический профиль арматурным стержням) и обеспечение плавного температурного режима полимеризации связующего [1,4,5].

За счет повышения плотности структуры значительно снижается водопоглощение арматуры и, как следствие, повышается ее химическая стойкость. Повышение прочности и модуля упругости арматуры в технологическом процессе достигается также за счет повышения числа стеклянных волокон и устранения их неоднородности. Вид стеклянного волокна, в качестве которого в основном используется непрерывное стандартное алюмоборосиликатное волокно, оказывает также одно из основных влияний на свойства стеклопластиковой арматуры. Чем тоньше стеклянное волокно, тем выше его прочность и стоимость. Физические свойства силикатных волокон, т.е. диэлектрические, термические, а также их химическая стойкость при воздействии различных реагентов определяются химическим составом стекла.

Содержание связующего в стеклопластиковой арматуре 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% стеклопластиковая арматура обладает наиболее высокой прочностью и низким водопоглощением. Как известно, именно различный процент содержания связующего приводит к различным температурным порогам использования стеклопластиковой арматуры [1].

С повышением температуры прочность арматуры снижается. Это явление можно объяснить проявлением пластических свойств связующего, за счет чего более активно сказывается неоднородность стеклянных волокон [1,2,3].

Учеными исследовалось также влияние процесса пропаривания на прочность стеклопластиковой арматуры. При этом установлено, что стеклопластиковая арматура в зависимости от температуры пара способна значительно снижать прочность.

Были проведены испытания бетонных конструкций со стеклопластиковой арматурой на огнестойкость. При этом изучалось поведение арматуры в среде бетона в условиях пожара. Предел огнестойкости армированных бетонных конструкций наступает, как правило, в результате потери или несущей способности за счет понижения предела прочности растянутой арматуры в процессе нагревания до критической температуры, при которой сопротивление арматуры снижается до значения рабочих напряжений. Все испытанные стеклопластбетонные конструкции разрушались хрупко с разрывом арматуры при средней температуре в растянутой рабочей арматуре 100⁰С. Хрупкое и мгновенное разрушение балок произошло уже через 13...18 мин [1].

Выполненный обзор исследований позволяет сделать вывод о необходимости разработки нормативной документации, регламентирующей физико-механические свойства стеклопластиковой арматуры, методы испытания арматуры, правила проектирования стеклопластбетонных конструкций. Разработка такой документации позволит не только полноправно использовать стеклопластиковую арматуру, но и получать этот продукт с более качественными характеристиками, с учетом обоснованного похода к технологии изготовления композитной арматуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов, Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции / Н.П. Фролов. – Москва: Стройиздат, 1980. – 104с.
2. Залого В.Ф. Исследования прочности по наклонным сечениям стеклопластбетонных и железобетонных балок без поперечного армирования / В.Ф. Залого. – Минск, 1971.
3. SMP. Американский журнал, 2010.
4. Materials engineering forums. Fiber-Glass-Reinforced plastics for corrosion resistance. – London, 1973.
5. Katalog techniczny. Zbrojenie kompozytowe typu HFR. – Poznan, 2010.