

УДК 691.618.92:693.554-486

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОВОЛОКНА
В КОМПОЗИТАХ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**USE OF FIBERGLASS
IN COMPOSITES OF CONSTRUCTION APPOINTMENT**

Ю.А. ЩЕПОЧКИНА
YU.A. SHCHEROSHKINA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru

В работе рассматривается зарубежный опыт использования стекловолокна и арматуры на его основе. Приведены основные типы стеклянных волокон и свойства стеклопластиковой арматуры.

The work examines the foreign experience of the use of fiberglass and fiberglass-based reinforcement. The principal types of glass fibers and properties of the fiberglass reinforcement are specified.

Ключевые слова: стекловолокно, стеклопластиковая арматура.

Keywords: fiberglass, fiberglass reinforcement.

Непрерывное волокно, получаемое из расплавленного стекла, имеющее гладкую поверхность и цилиндрическую форму на всем протяжении, получило широкое распространение во всем мире. Из него изготавливаются изделия в виде нитей, лент, тканей и нетканых материалов. Большое значение имеют стекловолокна и

изделия на их основе как высокопрочные армирующие материалы для строительных композитов. Идея использования стекловолокна для армирования бетонных конструкций была впервые сформулирована А.К. Бутовым в 1941 г., а в 50-х годах прошлого столетия определились три способа армирования: дисперсное армирова-

ние; создание сплошных стеклопластиковых обоев на поверхности; сосредоточенное армирование стеклопластиковой арматурой [1]. Первые применения стекловолокнистых композитов в строительстве показали, что этот материал характеризуется высокой стойкостью к коррозии при разных условиях окружающей среды, что имеет значительное влияние на безопасность и надежность использования объектов. В последние десятилетия неметаллическое армирование с применением стеклянных волокон в строительных конструкциях стало альтернативой для арматурной стали. В настоящее время широко используется дисперсное армирование бетона стекловолокном (реже – синтетическими волокнами) и его армирование стеклопластиковой арматурой [1], [2]. Стеклянные волокна являются наиболее часто используемыми для

армирования композитных материалов. Их широкое применение обусловлено не только хорошими механическими свойствами, но и низкой ценой по сравнению с металлом.

Обратимся к зарубежному опыту [3...6] применения стекловолокна в строительных композитах. В промышленно развитых европейских странах, например, в Польше, один килограмм стеклянных волокон стоит около 12 zł, что составляет примерно 2,8 евро.

Выделяют четыре типа стеклянных волокон: E, M, R, S. Наиболее часто применяются композиты на основе полимеров, армированных стеклянными волокнами типа E, произведенными из алюмоборосиликатного стекла. Волокна типа S имеют лучшие показатели свойств, но более высокую цену. В табл. 1 представлены основные свойства стекловолокна.

Т а б л и ц а 1

Тип стеклянного волокна	Диаметр, мкм	Объемная плотность, г/см ³	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа
E	5...9	2,54	1350...3500	60...70
M	8...10	2,89	не нормируется	124
R	10	2,50	4750	83
S	16	2,49	4900	87

Композитные материалы складываются, по меньшей мере, из двух разных компонентов, что влечет за собой создание неоднородной структуры. Стекловолокна очень хорошо сочетаются с полимерами, что дает возможность усиления композита на междофазовых границах полимер-стекло. Эти свойства используются при изготовлении армирующих прутков из стеклянных волокон. Методы производства композитных прутков из стекловолокна ориентированы на параллельное размещение волокон и их прочное соединение с матрицей. Волокна могут занимать 40...70% объема прутков. Особенностью технологии изготовления стеклопластиковой арматуры, получаемой в виде прутка круглого сечения (рис. 1), является непрерывность процесса, предусматривающего пропитку стекложгута раствором полимерного связующего (наиболее широко распространена эпоксидная смола),

удаление инертных растворителей, придание материалу профиля до завершения процесса полимеризации связующего и изготовление монолитного и прочного стеклопластикового прутка.



Рис. 1

Технология предусматривает также спиральную обвивку "сырой" заготовки прута крученой нитью из стекловолокна, пропитанной связующим, причем при обмотке нить натягивается с усилием, благодаря чему она вдавливается в тело прута. Прут при этом приобретает периодический профиль, который в дальнейшем обеспечивает надежное сцепление арматуры с бетоном.

На основе каталогов европейских производителей (фирмы Armastek, H-BAU TECHNIK, FIBERNOX V-ROD) свойства основных типов прутков (диаметр 12 мм) на основе стеклянного волокна сопоставимы со свойствами стали арматурной класса А III (табл. 2 – свойства стеклопластиковой арматуры).

Т а б л и ц а 2

Показатель качества, единица измерения	Материал	
	прут из стали А III	прут на основе стекловолокна
Прочность на растяжение, МПа	440...550	1000 и выше
Модуль упругости, ГПа	200	55...65
Удлинение при растяжении, %	10...25	1,51...2,2
Объемная плотность, г/см ³	7,85	2,2

Представленная в табл. 2 информация указывает на значительную разницу прочностных свойств прутков из стали и стеклопластиковой арматуры. Согласно исследованиям [6] прочность прутков стеклопластиковой арматуры на растяжение находится в пределах 765...1267 МПа и почти двукратно превышает этот показатель для арматурных сталей.

Во многих случаях композитные прутки могут с успехом заменить традиционную арматуру в самых разнообразных строительных конструкциях. Мировой опыт применения прутков со стеклянным волокном подтверждает, что прутки могут быть альтернативой для стали как по технологическим характеристикам, так и по финансовым показателям. Заинтересованность в применении стеклопластиковой арматуры связана главным образом с возможностью ее использования в агрессивных средах, где традиционно используемая сталь подвергается коррозии. Воздействие солей, кислот и других агрессивных сред на прутки, изготовленные на основе стекловолокна, незначительно. В связи с этим использование арматуры на основе стекловолокна выгодно в дорожных плитах, элементах тротуаров, разнообразных бетонных ограждениях, промышленных площадках. Возможно ее применение в портовом строительстве, строительстве каналов, элементах укрепления

берегов водоемов. Стекловолокно и арматура на его основе являются изоляторами электрического тока, что позволяет использовать их на энергетических объектах, железнодорожных и трамвайных путях. Эти положительные качества стекловолокна и стеклопластиковой арматуры определяют наиболее целесообразные области их использования – несущие коррозионностойкие и электроизолирующие бетонные конструкции.

ВЫВОДЫ

Стеклопластиковой арматурой нельзя повсеместно заменить стальную арматуру, она эффективна только при создании конструкций, в которых используются полезные свойства стекловолокна, выгодно отличающие арматуру на его основе от стальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1980.
2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №4. С. 11...17.
3. Jarabo R., Fuente E., Savastano H., Negro C. Effect of Sepiolite on mechanical and physical properties of fiber cement // ACI Materials Journal.

Journal of the American Concrete Institute an international technical society — Vol. 111, №4, July-August 2014. P. 355...362.

4. Błażejowski W., Czaplński T., Etek G. Metoda homogenizacji w modelowaniu materiałów kompozytowych wzmocnionych włóknem ciągłym ułożonym według wzorów mozaikowych // Przetwórstwo tworzyw. – №6, 2014. S. 482...488.

5. Trwałość budynków i budowli / Pod.red. T. Błaszczynskiego. – Wrocław: Dolnośląskie wydawnictwo edukacyjne, 2012.

6. Jarek B., Kubik A. Zastosowanie prętów zbrojeniowych z włókna szklanego (GRFP) w budownictwie // Przegląd budowlany. – №12, 2015. S. 21...26.

REFERENCES

1. Frolov N.P. Stekloplastikovaja armatura i stekloplastbetonnye konstrukcii. – M.: Strojizdat, 1980.

2. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potencjala Ivanovskoj oblasti na rynku tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo

klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №4. S. 11...17.

3. Jarabo R., Fuente E., Savastano H., Negro C. Effect of Sepiolite on mechanical and physical properties of fiber cement // ACI Materials Journal. Journal of the American Concrete Institute an international technical society — Vol. 111, №4, July-August 2014. P.355...362.

4. Błażejowski W., Czaplński T., Etek G. Metoda homogenizacji w modelowaniu materiałów kompozytowych wzmocnionych włóknem ciągłym ułożonym według wzorów mozaikowych // Przetwórstwo tworzyw. – №6, 2014. S. 482...488.

5. Trwałość budynków i budowli / Pod.red. T. Błaszczynskiego. – Wrocław: Dolnośląskie wydawnictwo edukacyjne, 2012.

6. Jarek B., Kubik A. Zastosowanie prętów zbrojeniowych z włókna szklanego (GRFP) w budownictwie // Przegląd budowlany. – №12, 2015. S. 21...26.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов. Поступила 28.11.16.