

УДК 69.059

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ. ЕЁ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ



THE MAIN TYPES OF COMPOSITE REBAR. ITS ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Леонова Анна Николаевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры строительных конструкций,
Кубанский государственный
технологический университет
lan.75@mail.ru

Шевчук Екатерина Алексеевна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
shevchuk_ekaterina97@inbox.ru

Губская Кристина Вадимовна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
gubskaya1998@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды композитной арматуры, которые применяются на строительных площадках. Также дана информация о преимуществах и недостатках данного материала. Приведено сравнение стальной и композитной арматуры. В табличной форме описаны характеристики различных армирующих материалов и полимерных матриц, а также основные характеристики различных видов композитной арматуры. Приведена основная диаграмма деформирования композитных материалов в сравнении с основными арматурными сталями. Также дана информация о том, как работать с композитной арматурой и как определять её качество.

Ключевые слова: композитная арматура, стальная арматура, стекловолокно, базальтовое волокно, арамид, углеволокно.

Leonova Anna Nikolaevna

Ph.D., Associate Professor
of building structures,
Kuban state university of technology
lan.75@mail.ru

Shevchuk Ekaterina Alekseevna

Student,
Kuban state university of technology
shevchuk_ekaterina97@inbox.ru

Gubskaya Kristina Vadimovna

Student,
Kuban state university of technology
gubskaya1998@list.ru

Annotation. The article discusses the main types of composite rebar that are used on construction sites. It also provides information about the advantages and disadvantages of this material. The comparison of steel and composite rebar is given. The characteristics of various reinforcing materials and polymer matrices are described in tabular form, as well as the main characteristics of various types of composite reinforcement. The main diagram of deformation of composite materials in comparison with the main reinforcing steels is given. It also provides information on how to work with composite rebar and how to determine its quality.

Keywords: composite rebar, steel rebar, fiberglass, basalt fiber, aramid, carbon fiber.

Н а сегодняшний день стальная арматура является универсальным материалом с отличными механическими и технологическими свойствами, применяемым для строительства объектов из железобетона. При этом существует необходимость применения композитной арматуры, обладающей высокой химической стойкостью, радиопрозрачностью и низкой электропроводностью, для решения узкого списка проблем.

Композитная арматура является более дешёвой альтернативой обычной стальной арматуре [1]. Она легче по весу, поэтому с ней проще работать. Данная арматура не гниет и не ржавеет со временем. Фундамент или стена, армированные композитной арматурой, обладают лучшими теплоизоляционными качествами по сравнению с традиционной стальной арматурой.

Основа композитной арматуры – материал, образованный композитным волокном (стекло, углерод, базальт, арамид) (армирующие наполнители), и связующим веществом (термореактивная синтетическая смола (пластик)) (матрица). При этом широко применяются только стекловолокно и базальтовое волокно, так как армирование арамидным волокном и углеволокном имеет высокую стоимость. Но для усиления

конструкций часто применяется углеродное волокно, так как оно обладает высокими физико-механическими характеристиками, модулем упругости, сопоставимым со сталью, низкой гигроскопичностью (степень поглощения воды из атмосферы) в отличие от арамидных волокон [1].

Область применения определяется набором необходимых параметров композитных материалов, их стоимостью и эксплуатационными характеристиками (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики различных армирующих материалов и полимерных матриц

Материал	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, ГПа	Деформация удлинения, %	Плотность, т/м ³
Стекловолокно «S»	4585	85	3,5–4,7	2,48
Базальтовое волокно	4100	110	3,5–4,7	2,8
Углеволокно (высокопрочное)	4300–4900	230–240	1,9–2,1	1,8
Арамид	3200–3600	124–130	2,4	1,44
Арматурная сталь класса А400	390	205	20–30	7,8

От матрицы зависят следующие свойства композитной арматуры: устойчивость к влаге, огню, химическая стойкость. Термореактивная смола бывает нескольких видов: полиэфирная, винилэфирная, эпоксидная, фенольная. После твердения она представляет собой твердый материал с трехмерной структурой в виде сетки [2].

Армирующие наполнители представляют собой волокна – непрерывные или штапельные, что зависит от способа изготовления. Существуют следующие виды наполнителей, зависящие от применяемого сырья при изготовлении:

- стеклянные – из неорганического стекла;
- углеродные – пиролиз органических волокон прекурсоров (полиакрилонитрильных/гидратцеллюлозных); по величине модуля упругости и пределу прочности разделяются на: общего назначения, высокопрочные, среднемодульные, высокомодульные, сверхвысокомодульные;
- базальтовые – из габродиабаза и базальта;
- арамидные – линейные волокнообразующие полиамиды (исходное сырье);
- комбинированные композиты состоят из упрочняющих наполнителей из двух или нескольких сырьевых материалов.

При подборе матрицы и наполнителя учитывается необходимость создания общей структуры, которая обеспечит оптимальные эксплуатационные характеристики (табл. 2).

Полимерную композитную арматуру обозначают в соответствии с армирующим наполнителем. Существуют следующие виды арматуры:

- АСК (АСП) – стеклокомпозитная; обладает небольшим весом, высокой прочностью, доступной стоимостью;
- ААК (ААП) – арамидокомпозитная;
- АБК (АБП) – базальтокомпозитная;
- АУК (АУП) – углекомпозитная; обладает хорошей прочностью, но из-за высокой стоимости применяется редко;
- АКК – комбинированная (стеклянное волокно + базальтовое волокно); обладает хорошей износостойкостью и доступной стоимостью.

Таблица 2 – Основные характеристики различных видов композитной арматуры

Характеристика	АСК	ААК	АБК	АУК	АКК
Предел прочности на растяжение, МПа	800	1000	800	1400	1000
Предел прочности при сжатии, МПа	300	300	300	300	300
Модуль упругости при растяжении, ГПа	50	70	50	130	100
Предел прочности при поперечном срезе, МПа	150	190	150	350	190

Для определения качества композитной арматуры в первую очередь необходимо обратить внимание на обмотку, так как от неё зависит сцепление арматуры с бетоном. Чем больше ниток в обмотке, тем лучше. Посчитать количество нитей можно на срезе арматуры [2].

Вторым важным параметром является гибкость арматуры. Арматура диаметром 8 мм гнётся руками и не должна ломаться при загибании в кольцо. Обмотка в одну нить более устойчива к сильному изгибу, так как витки сгибаются как пружина [3]. При большом количестве нитей они меньше закручены вокруг центрального стержня и при сильном изгибе начинают трещать.

При приложении максимальной нагрузки дешёвый материал с одной нитью с хрустом и резко ломается на 2 части. Дорогой материал с 4 нитями расслаивается под нагрузкой, легко трескается снаружи, но не ломается полностью.

При покупке композитной арматуры в бухтах особое внимание необходимо уделять пропитке нитей, так как от неё зависит качество поверхности материала. Применение некачественной арматуры приведёт к раннему образованию трещин в бетоне, потому что плохая пропитка не защищает арматуру от щелочной среды бетона. При этом характеристики композитной арматуры за 1–2 года могут существенно измениться, в связи с этим она может разрушиться, в местах разрушения образуются трещины. Это приведет к снижению срока эксплуатации здания.

Если при использовании стальной арматуры мы защищаем руки от ржавчины и грязи, то при использовании композитной арматуры – от проколов и стеклянных иголок [3].

Диаметр композитной арматуры измеряется штангенциркулем, ребро арматуры при этом захватывается с двух сторон. Так как композитная арматура в 2 раза крепче стали на разрыв, то заменой стальной арматуры будет композитная с ребром на пару миллиметров меньше, чем у стальной. Например, если требуется стальная арматура диаметром 10мм, то аналогом ей будет композитная диаметром 7 мм.

Композитная арматура транспортируется в бухтах диаметром от 80см до 1,75м.

Режется композитная арматура при помощи болгарки (применяется круг по бетону) или ножовки по металлу. Композитная арматура не варится, а вяжется проволокой, нейлонными хомутами или закрепляется пластиковыми клипсами. Но хомуты и проволоки не удержат конструкцию с большим весом, даже при условии, что композитная арматура легче стальной в 4–5 раз [4].

Композитная арматура в сравнении со стальной обладает рядом существенных недостатков:

- невозможность сварки каркасов (конструкции сооружают только связыванием и с помощью пластиковых клипс);
- низкий модуль упругости, что приводит к ограничению применения в вертикальных армирующих конструкциях;
- низкая огнестойкость изделий, армированных данной арматурой;
- невозможность изготовления гнутых арматурных изделий;
- невозможность гибки стержней под малым углом на месте монтажа (при необходимости их заказывают на производственных участках);
- невозможность использования в качестве сжатой арматуры;
- старение;
- более высокая стоимость и т.д.

Хотя композитная арматура пока не может выступать в качестве полноценной замены стальным усиливающим стержням, существуют области применения, в которых использование композитной арматуры является более рациональным благодаря ряду преимуществ, среди которых:

- химическая пассивность (полимерную продукцию можно использовать в щелочных и кислых средах, в условиях воздействия морской воды и дорожных химических реагентов), что открывает широкие перспективы по усилению конструкций (для зданий с агрессивным технологическим процессом);
- скорость резки композитных стержней на строительной площадке выше по сравнению с резкой стальных стержней;
- низкая теплопроводность повышает теплоизоляционные характеристики сооружения (отсутствие мостиков холода);

- устойчивость к низким температурам;
- высокая прочность;
- легкость монтажа, обеспечивающая возможность производства работ непосредственно на строительной площадке без использования дополнительного оборудования;
- возможность использования композитов для систем внешнего армирования для зданий, обладающих высокой культурной ценностью, памятников архитектуры;
- небольшая масса, что значительно облегчает транспортировку продукции, ее складирование и осуществление монтажных работ;
- отсутствие проводимости тока (в конструкциях с полимерной арматурой отсутствуют блуждающие токи), магнитоинертность и радиопрозрачность и т.д.

Отсутствие электропроводности обеспечивает востребованность композитной арматуры при строительстве объектов, где необходимо экранирование электромагнитных волн [5]. Использовать данную арматуру для электропрогрева бетона, заземления и молниеотвода невозможно.

На рисунке 1 представлена основная диаграмма деформирования композитных материалов в сравнении с основными арматурными сталями. Из графика видно, что деформирование композитов происходит линейно вплоть до разрушения, и сопровождается, как правило, низким развитием деформации армирующего материала.

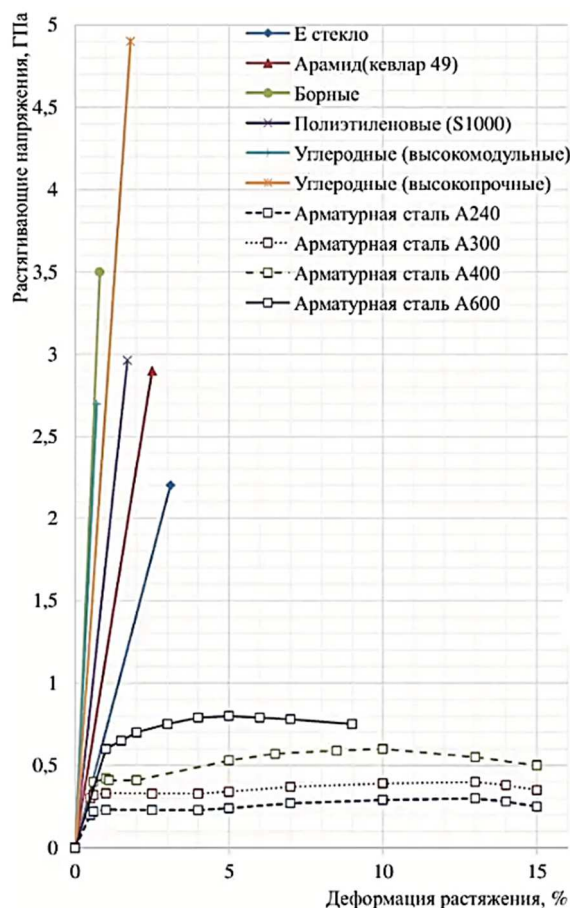


Рисунок 1 – Основная диаграмма деформирования композитных материалов в сравнении с основными арматурными сталями

Таким образом, сегодня невозможно повсеместно заменить стальную арматуру на композитную. Использование композитной арматуры целесообразно и эффективно только в том случае, когда необходимо использовать в полной мере ее свойства, которых нет у стальной арматуры. Широкое распространение получили стекловолокно и базальтовое волокно. Для усиления конструкций часто применяется углеродное волокно. Арматура из композитных материалов может использоваться для зданий с агрессивным

технологическим процессом и для систем внешнего армирования для сооружений, обладающих высокой культурной ценностью, памятников архитектуры.

Литература

1. Леонова А.Н., Курочка М.В. Структурные дефекты в пространственно-армированных композитах и их влияние на свойства материалов : Девелопмент и инновации в строительстве / сборник статей Международного научно-практического конгресса. – 2018. – С. 132–136.
2. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 85 с.
3. Система внешнего армирования. – URL : <http://www.hccomposite.com/catalog/54/> (дата обращения: 17.05.2020).
4. Усиление строительных конструкций. – URL : <http://rosmax.com.ua/blog/usilenie-stroitelnyih-konstruktsiy/> (дата обращения: 10.05.2020).
5. Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.В. Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами. – М. : Стройиздат, 2007. – 184 с.
6. Гартемова Е.Б. Стекло и стеклопластики. – Волгоград : Издательство ВолгГасу, 2006. – 124 с.
7. Таровик В.В., Леонова А.Н. Современные способы усиления строительных конструкций углеродными композитными материалами : Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах / Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 75–79.

References

1. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in the spatially reinforced compositions and their influence on the materials properties : Development and innovations in construction / collection of articles of the International scientific-practical congress. – 2018. – P. 132–136.
2. Badiin G.M., Sychev S.A. Modern technologies of building construction and reconstruction. – St. Petersburg : BHV Petersburg, 2013. – 85 p.
3. External reinforcement system. – URL : <http://www.hccomposite.com/catalog/54/> (date of address: 17.05.2020).
4. Reinforcement of building structures. – URL : <http://rosmax.com.ua/blog/usilenie-stroitelnyih-konstruktsiy/> (date of address : 10.05.2020).
5. Shilin A.A., Wheat V.A., Kartuzov D.V. External reinforcement of reinforced concrete structures by composite materials. – M. : Stroiizdat, 2007. – 184 p.
6. Gartemova E.B. Glass and fibreglass plastics. – Volgograd : VolgGasu Publishing House, 2006. – 124 p.
7. Tarovik V.V., Leonova A.N. Modern methods of strengthening of building constructions by carbon composite materials: Actual questions of urban building, architecture and design in resort regions / Proceedings of the Second All-Russian scientific-practical conference. – 2015. – P. 75–79.