

УДК 69.07

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРМАТУРЫ ИЗ МЕТАЛЛА И КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА



### COMPARATIVE ANALYSIS OF METAL AND COMPOSITE REBAR

**Пенькова Арина Анатольевна**

студент,  
института строительства и транспортной инфраструктуры,  
Кубанский Государственный Технологический университет  
arisha\_99@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены особенности применения металлической и неметаллической арматуры в железобетонных конструкциях. Описываются основные свойства композитной арматуры, представлены ее достоинства и недостатки. Анализируются особенности применения арматуры из металла и композитного материала при строительстве и реконструкции.

**Ключевые слова:** строительство, железобетон, арматура, металл, композит, стеклопластик, строительный материал.

**Penkova Arina Anatolyevna**

Student,  
Institute of Construction and Transport  
Infrastructure,  
Kuban State University of Technology  
arisha\_99@mail.ru

**Annotation.** This article discusses the features of the use of metal and composite reinforcement in reinforced concrete structures. The main properties of composite reinforcement are described, its advantages and disadvantages are presented. The features of the use of metal and composite rebar in construction and reconstruction are analyzed.

**Keywords:** construction, reinforced concrete, reinforcement, metal, composite, fiberglass, building material.

Строительство – это одна из самых важных сфер человеческой деятельности. Очень высокие требования относительно жесткости, прочности и устойчивости предъявляются к возведению зданий, его несущих конструкций.

Рынок строительных материалов развивается очень интенсивно, постоянно появляются новые технологии, материалы, изделия. В сфере строительства все чаще стали использовать инновационные материалы, которые по многим показателям превосходят ранее использовавшиеся и привычные.

Металлическая арматура является наиболее традиционной и часто используемой. Она получила широкое применение в России после 2000-ых годов. Поэтому имеется большое количество исследовательских и экспериментальных материалов связанных с ней, что только увеличивает уверенность в металлической арматуре. Металлическая арматура представляет собой длинный стержень из стали, он может быть гладким или на его поверхности могут находиться рифления. Технология производства изделия – это прокат на специальных станках, волочение или холодная вытяжка. Так же арматура бывает напрягаемая (подвергается предварительному натяжению) и ненапрягаемая (укладывается без предварительного натяжения).

Композитный материал в России не так популярен, как металлический. Его производство в нашей стране доходит лишь до 1 % от мирового рынка. Композиционный материал состоит из стекловолоконной основы, которая склеена синтетическими полимерами. Стекловолоконная основа арматуры состоит из стекла, углерода, арамидных волокон или базальта. Но чаще используют арматуру из базальтового и стеклянного волокна, так как у углеродного и арамидного достаточно высокая стоимость. Волокна пропитывают термопластическими или терморезактивными полимерными связующими (пластиком) для того, чтобы волокна были связанными и плотными. Так же как и металлическая, композитная арматура тоже может быть гладкопрофильной или периодического профиля. Но у металлической арматуры ребра ручки находятся на поверхности металлического прутка, а у композитной – ребра, которые скручены обмоткой арамидных волокон, стекла, углерода или базальта с полимерным покрытием. Обмотки бывают двунаправленные и односторонние.

Композитная арматура обладает достаточно хорошими прочностными характеристиками, но, при этом, гораздо меньшей массой по сравнению с металлической.

Основным преимуществом композитной арматуры по сравнению с металлической является ее высокая стойкость к коррозии, короблению и гниению, а так же стойкость к широкому спектру химических веществ. Это было подтверждено экспериментальным путем. В ходе эксперимента специальные образцы композитной и металлической арматуры несколько дней находились при температуре 20 градусов Цельсия и влажности 65 %, затем на 24 месяца подвергались воздействию агрессивной среды, а после хранились на воздухе около 12 часов. Данный эксперимент показал, что в течение первых 60-ти суток у композитной арматуры стремительно снижалась прочность, а после процесс снижения прочности приобрел уже прямолинейный вид. Относительно композитной арматуры, процесс снижения прочности у металлической арматуры проходил гораздо интенсивней. Следовательно, композитную арматуру можно применять при строительстве и реконструкции мостов, дорог, берегоукрепления, ограждающих конструкций, работающих в условиях ускоренной коррозии металлической арматуры и бетона и так далее.

Так же очевидным преимуществом композитной арматуры является возможность многократного использования пластиковых отходов для ее производства, что способствует улучшению экологии.

Стоит заметить, что композитный материал является магнитоинертным в отличие от металлического. Механические свойства композитной арматуры не изменяются от воздействия электромагнитных волн, а так же исключены помехи при передаче сигнала. Поэтому такая арматура часто используется в специальных медицинских учреждениях, аэропортах, радиолокационных станциях.

Композитная арматура является диэлектриком и имеет высокий диэлектрический потенциал, не требует заземления. А металлическая арматура проводит электричество, что позволяет использовать электротермический способ натяжения для получения предварительно напряженного железобетона, что невозможно для композитной арматуры.

Еще к плюсам композитной арматуры можно отнести достаточно низкие показатели теплопроводности, что позволяет хорошо удерживать тепло в помещениях. В отличие от металлических материалов композит гораздо менее теплопроводен и не образует «мостиков холода», следовательно, он не будет приводить к теплопотерям, что делает выгодным его использование в трехслойных стеновых конструкциях.

Так же примечательно, что вес композитной арматуры гораздо меньше металлической, и это позволяет сэкономить на ее транспортировке и облегчить монтаж, но стоит заметить, что при использовании металлической и композитной арматуры при армировании, учитывая процентное соотношение и вес арматуры и бетона в конструкции, это не сильно облегчит конструкцию в целом с использованием композитной арматуры.

Часто можно услышать мнения, что композитная арматура в несколько раз прочнее металлической при одинаковых сечениях, но это не совсем так. Расчетное сопротивление арматуры из металла действительно меньше, но модуль упругости гораздо больше, что означает большую деформативность арматуры из композитного материала и, следовательно, при армировании бетона такой арматурой, его деформации будут в несколько раз больше. Эта особенность композитного материала позволяет успешно применять его при строительстве дорожных плит и фундаментов, но полностью исключает его использование в плитах перекрытия.

Композитная арматура больше подвержена воздействию высоких температур по сравнению с металлической, но при отрицательных температурах металлическая показывает лучшие результаты, чем ее соперник, который при воздействии отрицательных температур становится хрупким и ломким.

При заявленной большой прочности композитной арматуры можно использовать меньший диаметр по сравнению с металлической, но при этом уменьшится площадь контакта арматуры с бетоном, и это негативно скажется на их сцеплении и удержании арматуры в бетоне. Значит, при одинаковых нагрузках на конструкцию, растрескивание бетона будет больше там, где используется композитная арматура, что неблагоприятно скажется на целостности конструкции в целом.

Немаловажным аспектом является функционирование арматуры в старых сооружениях. Бетон, разрушающийся со временем, может срезать композитную арматуру своими многотонными массами. При использовании металлической арматуры такая ситуация исключена, так как металл тверже бетона и относительно пластичен.

Основным недостатком композитной арматуры и достоинством металлической является цена. Композитная арматура стоит дороже металлической, что достаточно часто является одним из главных критериев выбора.

Применение металлической арматуры все же считается более надежным, даже не смотря на ряд преимуществ композитной, так как отсутствует достаточная нормативная база, регламентирующая его использование и поэтому практически невозможно произвести теоретические расчеты. Относительно недавно появился свод правил связанный с расчетом и проектированием бетонных конструкций с композитной арматурой, но на данный момент времени еще не утвержден.

Недостатком композитной арматуры является неосуществимость создания структурных складок при выполнении армирования. Но этот недостаток можно компенсировать способностью композитного материала принимать изгиб волокна арматуры непосредственно в процессе производства в соответствии с требованиями к конкретному проекту.

Предел текучести металлов, из которых изготавливается металлическая арматура нам известен, а предел текучести у композита отсутствует, из-за чего становится невозможным предугадать момент разрушения.

Так же у металлической арматуры есть несколько способов закрепления (перевязка проволокой и варка), у композитной же есть только один способ закрепления – это перевязка ее проволокой между собой.

Сложность производства композитной арматуры по сравнению с металлической так же делает ее менее универсальной. Изготовление полимерной арматуры – это очень сложный и высокотехнологичный процесс, который требует строгого и точного соблюдения технологии производства. Так же, покупателю сложно определить на глаз качественную композитную арматуру.

Недостаточная термостойкость – один из серьезнейших недостатков полимерной арматуры. Само стекловолокно жаропрочное, но пластиковое связующее звено не может выдерживать высокие температуры. Но арматура – самозатухающий материал. Это свойство работает до 200 градусов по Цельсию, а после, композитная арматура теряет свою прочность. Такую полимерную арматуру следует применять там, где отсутствуют большие перепады температур. Это требование практически всегда выполняется в жилых и общественных зданиях.

В данной статье были рассмотрены характеристики, функционал и поведение композитной и металлической арматуры при разных действующих факторах. Многие характеристики у композитной арматуры лучше, чем у металлической, но однако, она имеет и ряд недостатков, из-за которых ее использование при строительстве и реконструкции становится менее предпочтительным, и из-за которых она не нашла широкого применения. Невозможно пока что говорить о полной замене металлической арматуры на композитную, так как металлическая до сих пор остается более надежной, благодаря многим физическим свойствам, которые были рассмотрены выше, а так же более проверенной временем и изученной. Применение композитной арматуры целесообразно и эффективно только тогда, когда ее свойства действительно необходимы. Все зависит от особенностей конкретного объекта и технологических условий его эксплуатации.

## Литература

1. Мазуренко Е.М., Вичужанин А.Д. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов. // Наука и образование: Новое время. Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Экспертно-методический центр». – 2017. – №3. – С. 80–89.
2. Леонова А.Н., Курочка М.В. Структурные дефекты в пространственно-армированных композитах и их влияние на свойства материалов // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. сборник статей Международного научно-практического конгресса. – 2018. – С. 132–136.

3. Сытник Л.Е., Москвичев М.А. Сравнение экологичности использования арматуры из стали и пластиковых отходов. // Инженерный вестник Дона. Ростовское региональное отделение Общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия». – 2017. – № 1 (44). – С. 97.
4. Баталова Н.А. Применение стеклопластиковой арматуры в строительстве, преимущества и недостатки в сравнении со стальной // Современная наука: Актуальные проблемы и пути их решения. Общество с ограниченной ответственностью Максимальные информационные технологии. – 2016. – № 5 (27). – С. 23–26.
5. Таровик В.В., Леонова А.Н. Современные способы усиления строительных конструкций углеродными композитными материалами // В сборнике: Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах. Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 75–79.
6. Будко А.А., Потехин А.А., Акопян А.А. Композитная арматура, достоинства и недостатки, сравнение с традиционной стальной арматурой // Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Инновационный центр развития образования и науки. – 2016. – С. 148–152.
7. Леонова А.Н., Софьяников О.Д., Кривенкова Т.В. Особенности усиления строительных конструкций композитными полимерными материалами в условиях высоких и низких температур // Перспективы науки. – 2019. – № 5 (116). – С. 64–69.
8. Кузнецов А.Д., Лаврентьев М.С. Сравнение металлической и композитной арматуры при армировании бетона // Молодой ученый. – 2016. – № 18. – С. 122.
9. Леонова А.Н., Шевчук Е.А., Губская К.В. Основные виды композитной арматуры. её преимущества и недостатки // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 334–338.

### References

1. Mazurenko E.M., Vichuzhanin A.D. Comparative analysis of metal reinforcement and reinforcement from composite materials. // Science and Education: New Times. Non-state educational institution of additional professional education «Expert-Methodical Center». – 2017. – №3. – P. 80–89.
2. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural defects in spatially reinforced composites and their influence on the properties of materials // In the collection: Development and innovation in construction. collection of articles of the International scientific and practical congress. – 2018. – P. 132–136.
3. Sytnik L.E., Moskvichev M.A. Comparison of environmental friendliness of steel reinforcement and plastic waste. // Engineering Vestnik Don. Rostov regional branch of the All-Russian public organization «Russian Engineering Academy». – 2017. – № 1 (44). – P. 97.
4. Batalova N.A. Application of fiberglass reinforcement in construction, advantages and disadvantages in comparison with steel // Modern Science: Actual problems and their solutions. Limited Liability Company Maximal Information Technologies. – 2016. – № 5 (27). – P. 23–26.
5. Tarovik V.V., Leonova A.N. Modern ways of strengthening building structures by carbon composite materials // In the collection: Actual issues of urban construction, architecture and design in the resort regions. Materials of the Second All-Russian Scientific and Practical Conference. – 2015. – P. 75–79.
6. Budko A.A., Potekhin A.A., Akopyan A.A. Composite reinforcement, advantages and disadvantages, comparison with traditional steel reinforcement // Technical sciences: trends, prospects and technologies of development. Collection of scientific papers on the results of international scientific conference. Innovation Center for Development of Education and Science. – 2016. – P. 148–152.
7. Leonova A.N., Sofyanikov O.D., Krivenkova T.V. Features of strengthening of building structures by composite polymeric materials in conditions of high and low temperatures // Perspectives of Science. – 2019. – № 5 (116). – P. 64–69.
8. Kuznetsov A.D., Lavrent'ev M.S. Comparison of metal and composite reinforcement in reinforcing concrete // Young Scientist. – 2016. – № 18. – P. 122.
9. Leonova A.N., Shevchuk E.A., Gubskaya K.V. The main types of composite reinforcement. its advantages and disadvantages // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 334–338.