

## СЦЕПЛЕНИЕ БЕТОНА С БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ

доц. Мажидов Самариддин

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Асс. Холиёров Асрор

Ташкентский архитектурно-строительный институт

### Аннотация.

Рассматривается механизм сцепления базальтопластиковых стержней с бетоном, а также рассматривается преимущество и недостатки композитной арматуры, область применения композитных арматур, причитаем сравнительные характеристики композитной и металлической арматуры, даем определение композитной и базальтопластиковой арматуре, рассмотрим анализ стойкости высокопрочной стальной и стеклопластиковой арматуры в агрессивных средах.

**Ключевые слова:** стеклопластиковая арматура, композитная арматура, базальтопластиковая арматура, железобетонные конструкции, стержень, несущая способность.

Долговечность металлической арматуры зависит от коррозии, возникаемой под воздействием внешней агрессивной среды. В результате коррозии металлической арматуры и, в некоторой степени и самого бетона, происходит потеря несущей способности железобетонных конструкций и в целом зданий и сооружений. Как известно, металлическая арматура не имеет полного сцепления с бетоном по всей контактируемой поверхности из-за образования водяных линз и пустот вокруг стержня при бетонировании, что отрицательно сказывается на трещиностойкости конструкций. Кроме того, из-за действия щелочной среды бетонной смеси и воды с момента контакта бетона с металлическим стержнем начинаются избирательные процессы коррозии. Это является одним из основных факторов, негативно влияющих на прочность железобетонных конструкций. Для обеспечения долговечности железобетонных конструкций необходимо принимать меры против развития коррозии бетона и арматуры. Для этого рекомендуется использование композитной арматуры. Известно, что композитные материалы минимизируют коррозию и другие силовые и средовые воздействия. В то же время они должны быть технологичными в изготовлении и экологически безопасными (не выделять вредных веществ загрязняющих окружающую среду).

Композитная арматура — это стержни неметаллические с разными диаметрами из базальтовых, армидных, стеклянных или стеклянных волокон, которые пропитаны термопластичными, термореактивными или другими связующими.

Если арматура изготовлена из углеродных волокон, то она называется - углепластиковой. А также, арматура изготовленная из базальтовых волокон называется - базальтопластиковой (АБП) и соответственно можно смело называть арматуру стеклопластиковой (АСП), если о композитные материалы обладают исключительными физико-механическими характеристиками (высокой прочностью на растяжение и сжатие и модулем упругости, близким к модулю упругости стали), и стойкостью в различных агрессивных средах она изготовлена из стеклянных волокон.

Чтобы сцепление композитной арматуры с бетоном было хорошим, во время производства на поверхности композитной арматуры формируют так называемые специальные рёбра или наносят покрытие из песка специально.

Чтобы понять какую арматуру (металлическую или композитную) использовать или целесообразно принимать, нужно знать или хотя бы представить преимущество данных арматур. Преимущество композитной арматуры:

Весьма высокая прочность удельная (например, прочность стеклопластиковой арматуры в несколько раз (в 10 раз) превышает удельной прочности металлической арматуры;

У них хорошая коррозионная стойкость;

То есть, композитной арматуре не поддействует воздействие солей и воды, поэтому их выгодно применять в армировании конструкций морских и других агрессивных сред, где конструкция подвержена воздействиям воды;

По сравнению с металлической арматурой у композитной арматуры весьма малый вес; Коэффициент расширения композитной арматуры с бетоном одинаковы другими словами, если, в окружающей среде изменится температура, то композитная арматура расширяется и сужается вместе с бетонными конструкциями, этим они не допускает трещин;

У них транспортабельность высокая композитную арматуру малого диаметра можно перевозить любой длины, то есть рулоном, как можно увидеть на рисунке 1.



Рис. 1. Композитная арматура.

Базальтопластиковая арматура (АБП) — это композитная арматура, изготавливаемая из смолы и базальтового волокна. (рис. 2). Главным отличием базальтопластиковой

арматуры (АБП) от стеклопластиковой арматуры (АСП) и углепластиковой арматуры — является более высокая стойкость к агрессивным средам. Но жаропрочность базальтовой арматуры и стеклопластиковой арматуры одинаковы.

Рассмотрим область применения композитных арматур:

Для начала отметим, что при помощи базальтовых изделий осуществляется армирование определенных участков и мест строительных сооружений. Особенно в тех местах, где предполагается повышенное напряжение конструкции или же предполагается воздействие агрессивных химических сред.

Композитную арматуру как и металлическую можно применять в гражданском и промышленном строительстве для возведения общественных, промышленных и жилых зданий, в малоэтажном и коттеджном строительстве. В зимнее время можно смело применять композитную арматуру, когда в бетонную смесь добавляются ускорители для твердения и добавки противоморозные. Эти добавки вызывают коррозию у металлической арматуры, а для композитной арматуры это безопасно.

В районах где сейсмичность достигает 7-9 баллов рекомендуется использовать стеклопластиковую арматуру как рабочую арматуру в бетонных конструкциях. В Узбекистане использование композитной арматуры каждым годом увеличивается в современном строительстве.



Рис. 2. Базальтопластиковая арматура.

Таблица 1. Сравнительные характеристики композитной и металлической арматуры

Характеристики	Неметаллическая композитная арматура ГОСТ 31938-2012	Металлическая арматура ГОСТ 5781-82
Теплопроводность	-	+
Экологичность	+	+
Выпускаемые профили	Узбекистан: 4-20. Иностранные поставщики 6-40	6-80
Плотность, т/м <sup>3</sup>	1,9-АСП и АБП	7,85
Модуль упругости, МПа	60 000-АБП 45 000-АСП	200 000
Электропроводность	-	+
Длина	Любая длина по требованию заказчика	Стержни длиной 6-12м (унифицированный размер в связи с требованием перевозки)



Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	9-12	13-15
Удельный вес	Легче металлической арматуры	По строительным нормам
Материал	АСП — стеклянные волокна диаметром АБП — базальтовые волокна	Сталь 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс

### Продолжение таблицы

Далее можно увидеть на рисунке 3 сравнительный анализ стойкости высокопрочной стальной и стеклопластиковой арматуры в агрессивных средах. По графику можно определить, что стеклопластиковая арматура показывает намного лучшие результаты, чем стальная. Но у базальтопластиковой арматуры коррозионная стойкость лучше, чем у стеклопластиковой арматуры.

Можно увидеть на рисунке 4, что металлическую арматуру можно легко заменить композитной арматурой диаметром в два порядка ниже. То есть, металлическую арматуру  $d=6$  мм можно заменить композитной арматурой диаметром равной  $d=4$  мм. И к тому же вес композитной арматуры намного легче веса металлической арматуры.



Рис. 4. Разница диаметров композитной и металлической арматуры.

Относительно высокий модуль упругости СПА предопределяет целесообразность использования ее как для предварительно напряженных конструкций, так и для различного рода ремонтных работ, усиления железобетонных конструкций, полностью или частично потерявших несущую способность в процессе эксплуатации. Существенным преимуществом СПА является ее коррозионная стойкость, практически по отношению ко всем типам агрессивных воздействий, в т.ч. и к агрессивному влиянию блуждающих токов.

Основным фактором, определяющим несущую способность и долговечность железобетонной конструкции с БПА, является ее сцепление с бетоном. Более 90 % бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в реальных условиях, подвергнуты изгибу, внецентренному сжатию или растяжению. При изгибе возникают растянутые зоны, где величина сцепления арматуры с бетоном играет важнейшую роль. Благодаря упругим характеристикам БПА совместима с усадочными деформациями бетона, что и обеспечивает высокую величину сцепления этой арматуры с бетоном, обладая в то же время высокими показателями прочности на растяжение.

Касательные напряжения, возникающие в конструкциях, выполненных из композитной арматуры, в несколько раз выше нормированных значений, что говорит о повышенной прочности, надежности и долговечности. С увеличением диаметра пластикового волокна касательные напряжения уменьшаются.

Арматура из стеклопластика практически не подвержена коррозии, дешевле и имеет более длительный срок службы. Все это говорит о перспективности ее дальнейшего использования в различных отраслях промышленности. БПА имеет модуль упругости, более близкий к модулю упругости бетона, чем металлическая арматура.

БПА более чувствительна и легко реагирует на усадку бетона, тогда как металлическая арматура в принципе не реагирует на усадку, и поэтому величина сцепления ее с бетоном очень низкая. БПА из бетона показала, что основную нагрузку несет на себе внешний эпоксидный слой со стекловолоконистой винтовой арматурой. Практически во многих случаях при их выдергивании происходил отрыв внешнего слоя и скольжение его по внутреннему слою из базальтовых волокон.

### Список литературы

1. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. <http://docs.cntd.ru/document/1200101115>
2. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
3. Фролов Н. П. Стеклопластиковая арматура и стекло-пластбетонные конструкции: учебник / Н. П. Фролов — М.: Стройиздат, 1980. — 104 с.
3. Статья «Применение базальтопластиковой арматуры в сооружениях, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности и морского климата». <https://elibrary.ru/item.asp?id=26145200>
4. <http://strport.ru/stroitelstvo-domov/kompozitnaya-armatura-dlya-fundamentadostoinstva-nedostatki-primenenie>.
5. <https://mplast.by/encyklopedia/kompozitnaya-armatura/>.
6. Шалудин С.А. Применение базальтопластиковой и композитной арматуры как инновационно ориентированный инструмент обеспечения социально-экономического развития строительного комплекса // Вестник Московского

- государственного открытого университета. Сер.: Техника и технология. 2012. № 2 (8). С. 59—63.
7. Abashidze G.S., Marquis F.D.S., Chikhradze., N.M. Basalt reinforced plastics: Some operating properties. // Trans Tech Publications, Switzerland. Materials Science Forum. 2007. Vols. 561—565. Pp. 671—674.
8. Sim J., Park C., Moon D.Y. Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures // Compos Part B –Eng, 2005. Vol. 36, no. 6-7. Pp. 504—512.