

УДК 691.328

## **АНАЛИЗ ВЫБОРА АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕ- ТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Сваровский А. Н, студент гр. СПмоз-191, I курс

Покатилов Ю. В., ст. преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Бетон является одним из самых востребованных строительных материалов [1]. Он используется при устройстве фундаментов, строительстве несущих стен, плит перекрытий и лестниц. Также раствор на основе цемента используется при устройстве отмосток и при изготовлении бетонной тротуарной плитки.

Все знают, что бетонные блоки обладают довольно высокими прочностными характеристиками. Изделия на основе цементного раствора отличаются высокой прочностью на сжатие — то есть, легко переносят прямое давление [2]. Но есть у бетона один недостаток: он довольно хрупок при растяжении. Если вам кажется, что бетонные блоки при эксплуатации не растягиваются, то вы заблуждаетесь.

Для примера, наглядно можно представить обе силы, если взять обыкновенную резинку, положить ее на две опоры и нажать на нее в середине. Резинка сожмется в верхней части, но зато растянется в нижней. В средней же части длина резинки не изменится. Та условная линия, которая разделяет резинку на две части – сжатую и растянутую, называется нейтральной осью. При работе бетонной конструкции на изгиб получается аналогичная картина ее деформации.

Так что нужно как-то повышать прочность бетона на растяжение. Армирование как раз служит этой цели. В бетон устанавливают армирующие стержни, обычно из металла, иногда из других материалов. Только эти стержни должны быть прочными и хорошо выдерживать давление бетона на себя. Бетон при вставании расширяется и сжимает стержни, надежно фиксируя их.

Может возникнуть вопрос, как же могут совместно работать в одной конструкции два таких разнородных материала, как бетон и сталь?

Все дело в их свойствах: большая прочность на сжатие; высокая прочность арматурной стали на растяжение; большая сила сцепления бетона со сталью; почти одинаковое изменение длины бетона и стали при изменении температуры.

За счет прочного сцепления бетона с арматурой, ее нельзя выдернуть. При твердении бетон уменьшается в объеме и обжимает арматуру, а значит еще прочнее сцепляется с ней. Сила сцепления с арматурой будет возрастать со временем и тем больше, чем плотнее бетон и чем больше шероховатость поверхности арматуры.

Очень малая теплопроводность бетона весьма полезна для железобетонных конструкций: бетон хорошо защищает арматуру от резких изменений температуры. Для приготовления железобетонных изделий применяют бетонную смесь и арматуру в виде сеток и каркасов, а также отдельных стержней. Бетонную смесь получают путем тщательного перемешивания крупного заполнителя, мелкого заполнителя, вяжущего и воды. В настоящее время весьма перспективно при приготовлении применение отходов топливной и энергетической промышленности в виде золошлаковых отходов [3, 4].

Какими же материалами выполняется армирование бетонных конструкций. В зависимости от размера плиты и способа её использования, усиление может быть выполнено следующими материалами:



### **Сталь.**

Классическая арматура из металла проверена временем и в некоторых случаях просто незаменима. Сфера применения широка, вот только несколько пунктов, где без нее не обойтись:

Конструкции из железобетона — не смотря на достоинства пластиковой арматуры, при армировании бетона используется металлическая, а стеклопластик играет вспомогательную роль;

Используется при строительстве конструкций гражданского и промышленного назначения, изготовление тяжелого бетона и монолитного фундамента также не обходится без нее;

Конструкции с повышенным поперечным сжатием.

Преимущества металлической арматуры:

- Высокая прочность;
- Упругая, выдерживает высокие нагрузки на изгиб;
- Прут можно согнуть как угодно;
- Устойчива к внешнему воздействию.

Недостатки:

- подверженность коррозии (основной недостаток);
- большой вес;
- длина прута фиксирована и не превышает 11,7 м.

### **Композитная арматура**

Технология производства композитной арматуры была разработана еще в 60-е года, однако из-за высокой цены использовалась только в районах с су-

ровым климатом и на объектах, где стальная арматура служила недолго из-за подверженности коррозии.

Однако достижения химической промышленности позволили существенно снизить цену на стеклопластиковую арматуру. К тому же, в 2012 году был принят ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций», который стимулировал рост интереса застройщиков к данному материалу. В этом же документе для заводоизготовителей описаны методы испытания стеклопластиковой арматуры.

По отношению к этому материалу есть стереотипы: пластик — значит хрупкий, горит и т.д. Однако если знать где она применяется, то мнение кардинально меняется. Сфера применения арматуры из стеклопластика:

- Возведение ЛЭП;
- Строительство и ремонт дорожного полотна;
- Возведение ограждающих опор и мостов;
- Строительство объектов химической промышленности;
- Объекты требующие отсутствия электромагнитного излучения;
- Несъемная опалубка и армирующие пояса зданий, в районах с высокой сейсмической активностью.

Стержни композитной арматуры всё чаще используются для армирования таких бетонных конструкций, таких как мосты, автостоянки и морские сооружения, в которых коррозия традиционной стальной арматуры обычно приводит к существенному износу и частичному разрушению конструкции, что вызывает необходимость её восстановления. Износ настила моста – это одна из наиболее распространенных проблем мостостроения. Бетонный настил моста изнашивается быстрее, чем любой другой элемент из-за прямого воздействия окружающей среды, борьбы с обледенением с использованием агрессивных антиобледенительных реагентов и с возрастающей транспортной загруженностью дорог. С точки зрения затрат на ремонт и нарушения движения транспорта главной проблемой являются появление трещин настила и его расслоение вследствие коррозии.

Одним из преимуществ читается — небольшой вес. Ее вес в пять раз меньше по сравнению с классической арматурой из металла. Отсюда вытекает еще несколько плюсов, а именно: с ней становится легче не только работать, но и доставлять на площадку. Эта арматура выпускается в бухтах, поэтому для транспортировки не потребуются нанимать длинномер. Не проводит электроток и не создает электромагнитных помех. Благодаря таким качествам стала широко применяться при обустройстве и реконструкции коммуникаций аэропортов и больниц. Можно использовать в агрессивной среде: морская вода, щелочь, кислота. Устойчива к морозам, не теряет свойства даже при температуре минус 40° С.

Недостатки:

- Прут из стеклопластика изогнуть не получится. Если при строительстве есть необходимость в фигурном армировании лучше выбрать стальную арматуру;

- Нельзя сваривать. Хотя лучший способ соединения считается связывание прутков арматуры, все же иногда возникает необходимость в электро-сварке;

- Низкий показатель термостойкости. Стеклопластик выдерживает температуру до плюс 100° С, при температуре выше он начинает плавиться. Поэтому после пожара конструкция здания будет ненадежной.

### **Фиброволокно**

Под фиброй понимают стеклянные, металлические или стальные волокна, добавляющиеся в бетон для придания ему особых свойств. Акриловые и стальные позволяют обойтись без армирования при стяжке пола. Полипропиленовые и стекловолоконистые служат для укрепления мелкозернистого бетона и цементных растворов.

Фиброволокно было разработано и внедрено группой американских ученых в 1970-х годах с целью уменьшения микротрещин в дорожном полотне. Основой для создания данного материала послужил полипропилен. Это было время появления на рынке различных полимеров, составляющих основу синтетических нитей, штапельных волокон и т.д. Материал имел достаточно высокий модуль упругости на растяжение более 400 МПа, а также достаточно низкую себестоимость по сравнению с другими синтетическими волокнами. Немало важным фактором являлась устойчивость полипропиленового волокна к щелочи - агрессивной среде бетона, разъедающей такие армирующие материалы, как базальтовое волокно и стеклоровинг.

Каковы же преимущества данной добавки?

- Она увеличивает износостойкость, прочность на сжатие, уменьшает воздействие постоянного перепада температур, усиливает углы и придает свойства непроницаемости для воды и устойчивости к химически-активным веществам;

- В несколько часов после нанесения уменьшает уровень усадки, а следовательно и образования трещин;

- Уменьшает риск того, что при снятии опалубки конструкции повредятся;

- На поверхности конструкции практически исключена вероятность выплывания цементного молочка;

- Позволяет осуществлять контроль над процессом растекания бетонного раствора при усадке;

- Повышает механическую прочность растворов, только что нанесенных на поверхность.

С материалами разобрались, теперь стоит затронуть такой вопрос как способы армирования бетона. Существует 3 основных метода добавления армирующего материала:

Монолитный

Дисперсный

Использование  
сетки

1) Монолитный – производят каркасы на заводе, из выложенных несколькими слоями соединенными между собой прутьев диаметром 6-40 миллиметров, соединенных проволокой поперечно и вертикально. Может использоваться проволока металлическая диаметром 2-4 миллиметра. Стержни используются в напряженном и ненапряженном состоянии. В итоге получается каркас с крупными ячейками размером до 20 сантиметров.

2) Дисперсный – путем добавления фибры из базальта, стали, стекловолокна (используется чаще всего) или полипропилена в определенный объем жидкого раствора. Стальную фибру делают из металлических опилок, в среднем добавку вводят в объеме 0.3-1.2 килограмма на кубический метр раствора (для особо прочных растворов повышают до 2-3 килограммов) на этапе замешивания. Значительно повышается стойкость бетона к воде, истиранию, растрескиванию.

3) С использованием сетки (из полимера, композита, стали) – работы выполняются легко, для разных задач сетки продаются с ячейками 15-20 сантиметров листами размером 0.5x2 или 1.5x2 метра. Конструкция прочна, но боится коррозии, может проводить холод и понижать теплоизоляционные свойства здания.

Если задаться вопросом о том, зачем нужна арматура в бетоне, зачем использовать сразу два материала в конструкции вместо того, чтобы выбрать какой-то один, становится очевидно, что все свои лучшие свойства сталь и бетонный раствор проявляют исключительно в тандеме. Основные преимущества железобетонной конструкции:

- Жесткость, способность выдерживать изгиб, растяжения, удары, усадку, принимать любую форму без потери прочности, принимая любые виды воздействия;

- Длительный срок службы;

- Стойкость к температурным воздействиям, влаге.

К недостаткам причисляют увеличение веса конструкции (что обязательно нужно учитывать в проекте и просчитывать все показатели), сложности в перестройке, изменении уже готовых систем [5].

Рассмотрев все возможные виды армирования монолитных железобетонных конструкций при ведении строительства, можно сделать вывод, что

эффективное применение рассмотренных видов армирования возможно, при условии учета следующих факторов:

- вид конструкции;
- условия эксплуатации;
- район строительства;
- группу ответственности здания или сооружения;
- требования пожарной безопасности.

### Список литературы:

1. Доркин, Н.И. Технология возведения высотных монолитных железобетонных зданий: учебное пособие / Доркин, Н.И. С.В. Зубанов. – Самара: СГАСУ, 2012. – 228 с. 2.

2. Анпилов, С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. Учебное пособие. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 576 с.

3. Gilyazidinova N. Use of slag concrete in construction of underground structures and mines / N. Gilyazidinova, E. Shabanov, X. Liu // E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 01039.

4. Gilyazidinova N. V. The research in the use of monolithic concrete for the mine construction / N. V. Gilyazidinova, N. Yu. Rudkovskaya, T. N. Santalova // The 8th Russian-Chinese Symposium Coal In The 21st Century: Mining, Processing And Safety. (2016). Pp. 62-65.

5. Гилязидинова Н. В. Исследование и обоснование оптимального армирования монолитных железобетонных конструкций / Н. В. Гилязидинова, Д. А. Еремин // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». 2019. С. 60605.