

УДК 624.012.4

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Еремин Д.А., студент гр. СПб-161, III курс
Гилязидинова Н.В., к.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Современный мир конструкционных строительных материалов исчисляется сотнями разновидностей. Однако российский строительный рынок по-прежнему остается верен одному из самых надежных и проверенных материалов – железобетону. По данным «ЕРЗ-Аналитика» за февраль 2019 г. доля монолитного и монолитно-кирпичного строительства от общего объема сдаваемых в эксплуатацию квадратных метров жилья составил 14,6 и 36,6 % соответственно. Наибольший объем жилищного строительства приходится на объекты с железобетонным каркасом и заполнением ограждающих конструкций мелкоштучным материалом.

Основными составляющими железобетонных конструкций обеспечивающих их надежную работу являются сталь и портландцемент. Эти компоненты коренным образом влияют на стоимость железобетонной конструкции, а следовательно и на стоимость квадратного метра будущего жилья. Наиболее традиционно для армирования конструкций используется стальная арматура. Богатый опыт проектирования железобетонных конструкций с армированием в виде стальных стержней, позволяет с высокой степенью надежности предсказать поведение конструкции практически в любой ситуации. Но наряду с высокой степенью изученности, так же велика и стоимость стали. Стоит рассмотреть альтернативные варианты армирования конструкций монолитного строительства и оценить область применения каждого из них. К наиболее перспективным альтернативам классического армирования стоит отнести фиброармирование и армирование углепластиковыми стержнями.

Фибробетоны и первое упоминание о них датируется 1907 годом – их изучением и разработкой занимался российский ученый В.П. Некрасов. Однако повышенный интерес к использованию дисперсного армирования проявился спустя почти век. Основной армирующий компонент – фибру можно разделить по происхождению на две большие группы:

- металлическая фибра;
- неметаллическая фибра (стекло, базальт, полипропилен, хлопок, карбон, акрил и др.).

Основные характеристики фибры приведены в таблице.

Таблица

Сводная таблица физикомеханических свойств фиброволокон

Показатель	Базальтовая фибра	Полипропиленовая фибра	Стекловолоконная фибра	Стальная (металлическая) фибра
Материал	Базальтовое волокно	Полипропилен	Стекловолокно	Проволока из углеродистой стали
Прочность на растяжение, МПа	3500	150 - 600	1500 - 3500	600 - 1500
Диаметр волокна	13 - 17 мкм	10 - 25 мкм	13 - 15 мкм	0,5 - 1,2 мм
Длина волокна	3,2 - 15,7 мм	6 - 18 мм	4,5 - 18 мм	30 - 50 мм
Модуль упругости ГПа	Не менее 75	35	75	190
Коэффициент удлинения, %	3,2	20 - 150	4,5	3 - 4
Температура плавления С°	1450	160	860	1550
Стойкость к щелочам и коррозии	Высокая	Высокая	Только у щелочестойкого волокна	Низкая
Плотность, г/см³	2,60	0,91	2,60	7,80

В зависимости от происхождения фиброволокон бетон может приобретать особые, специфические свойства. Применение стальной фибры является одним из самых распространенных армирующих компонентов для фибробетона. Это объясняется повышенными физико-механическими свойствами фибробетона с применением стальных волокон и сравнительно низкой массой относительно базового железобетона. Применение стальных волокон помогает увеличить показатели ударной вязкости фибробетона. Повышение ударной вязкости помогает увеличить трещиностойкость конструкции. Сохранение целостности поверхности конструкции помогает обезопасить ее от попадания влаги в тело бетона, а значит, снижает риск морозного разрушения и корроирования стальных фиброволокон. Совокупность всех этих качеств позволяет значительно продлить срок службы строительных конструкций. Способность к улучшенному восприятию динамических нагрузок дает существенно-го преимущество сталефибробетону в монолитном строительстве в условиях высокой сейсмичности, что особенно актуально на территории Кемеровской области. Более половины территории Кузбасса находится в зоне сейсмической активности не менее 7 баллов по шкале MSK-64.

Существенное конкурентное преимущество фибробетону дает его удельный вес – в среднем 2000 кг/м³, что примерно на 25 % ниже, чем у аналогичных классов не армированного бетона. Уменьшение удельного веса позволяет разгрузить фундамент будущего здания, а следовательно и уменьшить его материалоемкость.

К недостаткам фибробетонов можно отнести высокую стоимость в кубического метра материала в деле, но особые характеристики, помогающие снизить стоимость других несущих конструкций и высокая долговечность, в сумме делают разницу в стоимости с «классическим» железобетоном почти незаметной.

Наряду с фиброармированием активно развивается изучение и применение стержневой неметаллической арматуры. В неметаллической стержневой арматуре выделяют два наиболее распространенных вида: стеклопластиковую и базальтовую арматуру. Такая арматура относится к категории композитных материалов на основе базальтовых или стеклянных волокон, которые связывает полимерный клей. По ряду физико-механических характеристик стеклопластиковая и базальтовая арматура имеют схожие показатели, с незначительным перевесом базальтовой, но при этом она имеет сравнительно более высокую стоимость.

Применение композитной арматуры в монолитном строительстве имеет ряд объективных преимуществ в сравнении со стальным аналогом:

- стальная арматура обладает в 2,5-3 раза более низким временным сопротивлением при растяжении;
- возможность изготовления стержней любой длины по согласованию с заказчиком;
- стойкость к коррозии;
- снижение стоимости транспортировки;
- небольшой удельный вес;
- низкий показатель удельного расширения;
- низкая химическая активность.

Низкая химическая активность и отсутствие необходимости сваривания композитной арматуры позволяют активно вести монолитное строительство в зимнее время года. Появляется возможность активного применения противоморозных добавок на основе солей, не боясь коррозии арматуры.

Но область применения композитной арматуры сильно ограничена рядом следующих физико-механических характеристик:

- модуль упругости композитной арматуры в несколько раз ниже стального аналога;
- стеклопластиковая арматура теряет свои эксплуатационные характеристики при высоких температурах, уже при 600 градусах клеевая составляющая перестает связывать стекловолокно. без дополнительной теплозащиты такая конструкция в условиях пожара будет нести колоссальную опасность.

Соотнося достоинства и недостатки композитной арматуры можно сказать, что область ее применения ограничена конструкциями, в которых ее негативные факторы не влияют на нормальную работу. Например, ленточные фундаменты мелкого заложения или дорожные плиты. Изучение композитной арматуры имеет не стоит на месте и имеет перспективы увеличения области применения на строительном рынке России. Об этом свидетельствует опыт строительного производства западных стран.

Рассмотрев альтернативные виды армирования строительных конструкций при ведении монолитного строительства, можно сделать вывод, что эффективное применение рассмотренных видов армирования возможно, но только учитывая следующие факторы:

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