

АРМИРОВАНИЕ ФИБРОЙ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ БЕТОНА

Что такое коррозия бетона?

Коррозия бетона – это значительное ухудшение характеристик и свойств бетона в результате вымывания или выщелачивания из него:

- растворимых составных частей (коррозия первого вида);
- образований продуктов коррозии, не обладающих вяжущими свойствами (коррозия второго вида);
- накоплений малорастворимых кристаллизующихся солей, увеличивающих объем его твердой фазы (коррозия третьего вида).

Виды коррозии бетона.

Существуют следующие виды коррозии бетона:

- Коррозия бетона в результате его взаимодействия с растворами солей аммония.
- Карбонизация бетона, в результате которой происходит процесс взаимодействия цементного камня с углекислым газом, приводящий к снижению щелочности жидкой фазы бетона.
- Коррозия бетона в результате его взаимодействия с кислотами.
- Коррозия бетона в результате растворения и вымывания (или выщелачивания) из него растворимых составных частей.
- Необратимый процесс ухудшения характеристик и свойств строительного материала в конструкции в результате химического или физико-химического и биологического воздействий, или процессов в самом материале.
- Магнезиальная коррозия бетона в результате взаимодействия цементного камня с растворами магнезиальных солей.
- Радиационная коррозия бетона вследствие действия на него потоков ионизирующих излучений.
- Разрушающие факторы, действующие на бетон – физические, химические, физико-химические, электрохимические и биологические факторы, вызывающие коррозию бетона.

■ Ионы хлора, серная кислота и другие вещества, находящиеся в бетоне, увеличивают скорость коррозии стальной арматуры.

■ Сульфатная коррозия бетона в результате взаимодействия

В настоящее время на территории бывшего СССР, в том числе и России, увеличилось количество техногенных катастроф. Многие из них связаны с качеством производства работ, в частности, с качеством основного строительного материала – железобетона. Обрушение существующих железобетонных конструкций вследствие поражения их коррозией, а также новых бетонных конструкций вследствие использования в их расчетах неправильных решений, которые приводят к разрушению конструкций в самом начале эксплуатации – это объективная реальность нашего времени. Прежде всего, стоит разобраться что же такое коррозия бетона.



Образец реконструкции полов при помощи сталефибробетона на заводе «Яровит-Моторс» (Санкт-Петербург)

цементного камня с сульфатами. (Разрушение проявляется в виде разбухания и искривления конструктивных элементов).

■ Углекислая коррозия бетона в результате взаимодействия с агрессивной углекислотой, содержащейся в воде.

■ Щелочная коррозия бетона в результате его взаимодействия со щелочами.

■ Электрокоррозия цементного камня, бетона и железобетона под действием электрического тока в результате электрохимических и электроосмотических процессов, возникающих под действием постоянного или переменного тока. Обычно электрокоррозия железобетона вызывается блуждающими токами, источниками которых могут быть трамвайные линии, электрифицированные железные дороги.

■ Электрохимическая коррозия железобетона, происходящая вследствие того, что арматурная сталь при погружении в раствор электролита (бетонную смесь) начинает корродировать.

■ Эрозия бетона, когда идет процесс истирания поверхности слоя бетона в результате абразивного воздействия потока воды, насыщенного мелкими частицами каменных материалов. (Валуны, булыжники и другие крупные фракции повреждают поверхность бетона и ускоряют процесс его эрозии).

Как улучшить коррозионное свойство конструкций?

Главным условием обеспечения качества возводимых зданий и сооружений является применение новых - альтернативных эффективных строительных материалов, в том числе армированных при помощи фибры. Именно фибра поможет нам избежать тех ошибок, которые связаны с коррозией арматуры вследствие минимализации верхнего защитного слоя бетона, так как фибра армирует бетон дисперсно и насыщает его по всему объему.

Фибробетон – композиционный материал, состоящий из цементной (плотной или поризованной, с заполнителем или без него) матрицы с равномерным или заданным распределением по ее объему ориентированных, чаще хаотично расположенных волокон (фибр) различного происхождения.

Исследования, проводимые на протяжении последних трех десятилетий, убедительно показывают, что дисперсное армирование улучшает механические характеристики бетонов: повышает трещиностойкость, ударостойкость, прочность на растяжение и изгиб; спо-

собствует стойкости бетона к воздействию агрессивной среды; позволяет сократить рабочие сечения конструкций и в ряде случаев отказаться от использования стержневой арматуры или уменьшить ее расход. Таким образом, создаются условия для снижения материалоемкости и трудоемкости строительства, увеличения его номенклатуры, повышения коррозионной стойкости конструкций.

Именно сейчас, ввиду большого количества новой информации, можно определить эффективные области использования различных видов волокон в качестве дисперсной арматуры и выделить определенные закономерности:

- свойства фибробетона определяются видом применяемых волокон и бетона, их количественным соотношением и во многом зависят от состояния контактов на границе раздела фаз;

- существенное повышение прочностных характеристик фибробетоном по сравнению с исходным бетоном с сохранением достигнутого уровня во времени обеспечивается использованием волокон, химически устойчивых по отношению к матрице и с большим, чем у нее, модулем упругости;

- вид волокон, их относительная длина (l/d) и процентное содержание в смеси (m) должны применяться, исходя из требований к изделиям и конструкциям с учетом принятой технологии. Отступление от оптимальных значений указанных параметров в большую или меньшую сторону снижает эффективность дисперсного армирования;

- при оптимальных параметрах армирования введение волокон способствует улучшению структуры и свойств исходного бетона, повышению его коррозионной стойкости и долговечности.

Именно сейчас в России разносторонне изучены и прошли всестороннюю апробацию следующие разновидности фибробетонов:

- бетон, армированный стальными волокнами различной длины и поперечного сечения (сталефибробетон);

- легкий бетон на пористых заполнителях, армированный стальными или синтетическими волокнами;

- плотный или поризованный цементно-песчаный бетон, армированный синтетическими высоко- или низко модульными волокнами;

- ячеистый фибробетон, армированный низко модульными синтетическими волокнами.

Проведенные исследования позволили определить области рационального использования указанных разновидностей фибробетонов. Так, применение сталефибробетона наиболее эффективно в тонкостенных плоских и криволинейных конструкциях, безнапорных и низконапорных трубах, а также при изготовлении ударостойких и изгибаемых конструкций с целью исключения дополнительной арматуры и связанных с ней работ. При этом стальную фибру получают путем нарезки низкоуглеродистой проволоки, фольги или листовой стали, формованием из расплава, фрезерованием полос и слябов, а также прерывистым вибрационным резанием в ходе токарного процесса. Прочность сталефибробетона, армированного фрезерной и токарной фиброй, может достигать при изгибе до 30... 35 МПа, а при сжатии от 80 до 100 МПа.

Примером успешного использования сталефибробетона можно привести многочисленные объекты в России с использованием различных видов фибр, произведенных в Санкт-Петербурге, Кургане, Магнитогорске и Череповце, благодаря чему было сэкономлено до 20-25% средств, направленных на строительство. Что, как ни парадоксально, повлекло за собой улучшение эксплуатационных свойств данных объектов. Среди данных объектов можно назвать склад компании «Дикси» на Митрофаньевском шоссе (площадью 12000 м²), Завод «Яровит-моторс» (площадью 6000 м²), Завод Пеноплэкс в Киришах (площадь 7000 м²), Сасовский завод дорожных машин (Рязанская область) (площадь 6570 м²).

Положительно зарекомендовал себя сталефибробетон в кон-

струкциях подземных сооружений, о чем свидетельствует как зарубежный, так и отечественный опыт. В частности, на протяжении ряда лет успешно эксплуатируется один из участков тоннеля Петербургского метрополитена, выполненный в сталефибробетонном варианте. При этом в качестве дисперсной арматуры для изготовления тюбингов и лотковых блоков использовалась фибра, полученная прерывистым вибрационным резанием, которая, по мнению специалистов, может составить серьезную конкуренцию традиционной фибре из проволоки.

Легкий сталефибробетон на мелких пористых заполнителях средней плотностью 1600...1800 кг/м³ и прочностью при изгибе до 25 МПа, разработанный на кафедре технологии строительных изделий и конструкций Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ), нашел применение в производстве плит фальшпола и элементов временной шахтной кровли. В данном случае некоторое удорожание изделий из-за повышенного расхода фрезерной и токарной фибры компенсируется облегчением ручного труда и безопасностью проведения работ в условиях подземного строительства.

В числе перспективных неметаллических волокон следует отметить фибру из щелочестойкого стекловолокнистого ровинга и полимерных природных и синтетических волокон, что также улучшает коррозионную стойкость всей бетонной матрицы в целом.

Самым эффективным материалом для ограждающих конструкций и теплоизоляционных изделий



Классический способ укладки сталефибробетона при помощи виброрейки

является ячеистый фибробетон неавтоклавно твердения. В этом случае для армирования используются низко модульные синтетические фибры, представляющие собой отрезки моноволокон, комплексных нитей и фибриллированных пленок, для изготовления которых в ряде случаев целесообразно использование промышленных отходов соответствующих производств. Введение таких волокон в пено- или газобетонные смеси позволяет в 2...2,5 раза увеличить прочность при изгибе, до 1,5 раз – прочность при сжатии, в 7...9 раз – ударостойкость исходного ячеистого бетона.

Улучшение поровой структуры материала в результате дисперсного армирования способствует снижению водопоглощения и капиллярного подсоса, что обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик изделий и конструкций. Так, морозостойкость ячеистого фибробетона достигает 75...100 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Фибровое армирование полностью исключает появление и развитие усадочных трещин в процессе твердения и последующей эксплуатации материала.

В настоящее время фибропенобетонные плиты, обладающие повышенной прочностью, ударостойкостью, необходимыми тепло- и звукоизоляционными свойствами, успешно применяются для возведения межкомнатных и межквартирных перегородок, а также в многослойных конструкциях наружных стен зданий и сооружений. Из плотного бетона, в котором синтетическая фибра служит для увеличения ударо- и морозостойкости, устранения усадочных трещин, изготавливаются эле-



Фибробетонные полы на объединении «Пеноплэкс» (г. Кириши)

менты сборных декоративных ограждений и изделия малых архитектурных форм с применением немедленной распалубки. Армирование легкого бетона синтетической фиброй приводит к существенному улучшению структуры и физико-механических свойств материала, которые в результате превышают показатели лучших мировых аналогов. Так, при средней плотности 1300...1400 кг/м³ легкий фибробетон характеризуется пределом прочности при сжатии до 35...40 МПа, маркой по морозостойкости до F300...F400 и маркой по водонепроницаемости до W10...W15. Композит с указанными характеристиками успешно применяется для производства легких, прочных и долговечных облицовочной плитки и декоративного камня, а также может быть использован в



Фибробетонные полы на объединении «Пеноплэкс» (г. Кириши)

монолитном варианте при выполнении реставрационных работ.

Наиболее перспективной из отечественных разработок в области фибробетонов можно назвать смесь для производства крупноразмерных фиброцементных плит толщиной 8-10 мм, в которой альтернативой природного асбеста в качестве армирующего материала используются волокна из распушенной целлюлозы. Данные плиты предназначены для наружной и внутренней отделки ограждающих конструкций зданий и сооружений, и могут быть использованы при устройстве вентилируемых фасадов и внутренних перегородок, а также при изготовлении многослойных плоских и объемных конструктивных элементов (сэндвич-панелей, сантехкабин, шахт лифтов и др.). Этот материал незаменим в условиях открытой стройплощадки, его применение гарантирует удобство работ в течение всего года, простоту раскроя и обработки, отсутствие мокрых процессов и высокую скорость монтажа – вот она, альтернатива гипсоволокнистым плитам! Ровная и гладкая поверхность плиты хорошо окрашивается, а также допускает нанесение каменной крошки и других отделочных покрытий.

Следует отметить, что наряду с указанными конструкциями, получили распространение и способы изготовления фибробетонов, которые позволяют применять такие эффективные приемы, как послойную укладку, торкретирование, прогиб свежееотформованных плоских заготовок, вакуумирование, пневмонабрызг, роликтовую обкатку и другие.

Исходя из всего вышеперечисленного, благодаря накопленному опыту, можно сделать вывод что использование дисперсно-армированных бетонов различной плотности и прочности позволяет интенсифицировать процессы, повысить качество и снизить ресурсопотребление, повысить коррозионную стойкость бетонов при возведении новых, а также реконструкции и реставрации существующих строительных объектов.

И. А. Войлоков,
доцент кафедры ТОЭС СПбГПУ

Литература:

1. А.В. Ферронская «Долговечность конструкций из бетона и железобетона» Издательство Ассоциации строительных вузов..Москва 2006.
2. Ю.М. Баженов «Технология бетона», Издательство Ассоциации строительных вузов.. Москва 2003.
3. В.Г. Батраков «Модифицированные бетоны» Издательство «Технопроект» Москва 1998.