

## БЕТОНЫ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Р.С. Федюк, Д.Е. Кузьмин, В.О. Батаршин, И.С. Гармашов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.С. Лесовик

Дальневосточный федеральный университет,

Россия, г.Владивосток, ул. Суханова, 8, 690950

E-mail: [roman44@yandex.ru](mailto:roman44@yandex.ru)

Бетон в качестве строительного материала применяется в подводных работах на протяжении нескольких столетий. В то же время, простой, без применения дополнительных механизмов и устройств, способ опускания жидкого бетона, приготовленного на воздухе или затворенного на воде, достаточно быстро убедил строителей в его неприменимости [1].

Гидротехнический бетон относится к тяжелым типам: его состав с повышенным сопротивлением воздействию воды, водонепроницаем и способен противостоять низким температурам, высокоплотный, обладающий прекрасной стойкостью к любым видам деформаций.

Известно, что бетон подводных сооружений подвергается различным воздействиям окружающей среды. В наиболее тесных эксплуатационных условиях оказывается бетон в зоне переменного водного горизонта. В этой области поверхность бетонных конструкций испытывает циклические воздействия на сушку-увлажнение, на ней поселяются колонии бактерий, грибов и растений. Их синергетическое биологическое и водное влияние на бетонный материал в ряде случаев ведет к скорому разрушению конструкций. Широко известны случаи разрушения облицовок оросительных каналов, гидротехнических сооружений и др. И практически всегда данное разрушение начиналось от области циклического увлажнения и высушивания.

Экспериментальные результаты показали, что в ходе зарождения и роста микротрещин бетона за счет расклинивающего действия влаги идет быстрое развитие биологической флоры. Максимальная интенсивность этой биофлоры отмечается в устьях микротрещины. На визуально сухой поверхности бетона в трещинах остается мокрая среда и специфические условия биоразвития ряда организмов. Синергетическое влияние биологических и гигрометрических параметров ведет к быстрому разрушению бетонных сооружений [2-3]. Сетка трещин в определенных условиях растет перманентно, иногда доходя до 10...20 см в сутки. Показательно, что рост образования трещин идет не только по поверхности, но и в глубину. Растрескивание защитного бетонного слоя толщиной 3...5 см может происходить за 30 суток. Затем начинается арматурная коррозия, интенсифицирующая процесс разрушения бетона (рис. 1).



Рис. 1. Коррозия гидротехнического бетона

Биологическая коррозия бетона гидротехнических сооружений наиболее пагубна в области циклического увлажнения и высыхания. Для создания коррозионной стойкости должны совместно работать не менее двух условий: поверхностная трещиностойкость и биологическое сопротивление материала. Идеальным следовало бы признать абсолютно трещиностойкий бетон с бактерицидно-активной поверхностью к водной биофлоре. В данном случае сплошность бетона должна сохраняться заданной на эксплуатационный срок, а на поверхности гидротехнических сооружений должна отсутствовать биологическая флора.

Решение данной задачи сильно усложняется при необходимости использования высокоподвижных и литых бетонных смесей, наиболее целесообразных в гидротехническом строительстве. Повышенный расход воды затворения приводит к развитию капиллярной пористости, а, следовательно, к возможности развития биологической коррозии и образования трещин. Потребность в применении высокоподвижных смесей чаще всего возникает в монолитном гидротехническом строительстве, при возведении протяженных сооружений, малой мощности виброуплотняющих устройств, необходимости подачи бетонной смеси трубопроводным транспортом.

В ходе эмпирических исследований было выявлено, что, повышение коррозионной стойкости может быть достигнуто путем применения комплексных активных присадок для бетона. Очевидно, что данные добавки (присадки) должны обладать полифункциональным действием на бетонную смесь и готовый бетон.

Для обеспечения высокой подвижности бетонной смеси комплексная добавка должна обладать свойствами, которые близки к современным гиперпластификаторам, быть способной модифицировать свойства бетона в сторону повышения его плотности и особенно бактерицидности к водной микрофлоре.

Бетонная смесь – это многокомпонентная система, в которой с момента ее приготовления до схватывания цемента обычно происходят процессы седиментации, обусловленные различной плотностью компонентов. В результате данных процессов происходит выжимание воды – водоотделение, величина которого зависит от степени седиментационного уплотнения структуры. В ходе динамических воздействий, происходящих в процессе транспортирования, укладки в конструкцию и избыточного вибрационного уплотнения бетонной смеси, происходит расслоение и водоотделение, которые сказываются в дальнейшем на качестве бетона.

Рекомендуемые характеристики гидротехнического бетона для области попеременного (циклического) намокания-сушки приведены в табл. 1 [4-6].

Таблица 1 – Компоненты бетонной смеси

Характеристика	Значение
Класс бетона	B25
Водонепроницаемость	W8
Морозостойкость	F150
Удобоукладываемость	П3

Из-за своих особенностей водостойкий бетон должен укладываться в сжатые сроки и большими объемами. Для обеспечения сохранности свойств при укладке, раствор должен отвечать требованием уменьшенного тепловыделения при сушке. Его значение ограничивается допустимым ростом температуры, назначенным с целью сведения к нулю возможностей образования трещин в элементах гидротехнических сооружений толщиной от 2,5 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануфриева Е.В. Коррозионностойкий бетон для гидротехнического строительства // Градостроительные аспекты устойчивого развития крупных городов. – Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2009.
2. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем: монография. – Белгород, 2016. – 165 с.
3. Федюк Р.С. Проектирование цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник МГСУ. 2016. № 5. С. 72-81.
4. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Теоретические предпосылки создания цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 1 (47). С. 65-72.
5. Федюк Р.С. Синергетическое действие компонентов вяжущего // Научный журнал строительства и архитектуры. 2016. № 4 (44). С. 71-78.
6. Федюк Р.С. Диффузионная проницаемость в зависимости от состава фибробетона // Строительство и реконструкция. 2016. № 5 (67). С. 99-105.