

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ БЕТОНОВ НА НАПРЯГАЮЩЕМ ЦЕМЕНТЕ С ДОБАВКАМИ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ

Известно, что высокая долговечность железобетона определяется способностью цементного бетона защищать стальную арматуру от коррозии вследствие высокой щелочности среды цементного камня. Особенно важно обеспечить коррозионную стойкость напряженной арматуры и, в частности, в бетоне на напрягающем цементе, где роль арматуры исключительно велика и коррозия её может привести к серьезным авариям конструкции. Особенно опасно для стальной арматуры присутствие в бетоне свободных ионов хлора, содержание которых действующими нормами ограничивается 2-3% от массы цемента.

Однако добавки электролитов и, в частности, хлористого кальция достаточно широко используется в современной технологии в качестве эффективных модификаторов бетона, для ускорения сроков его твердения, например, при низких и отрицательных температурах.

Можно предположить, что опасность для арматурной стали этой добавки можно снизить или вовсе исключить в бетонах на цементях с высокой концентрацией алюмосодержащих компонентов, какими являются напрягающие цементы. Вероятно, хлориды из жидкой фазы цементного камня в начальные сроки схватывания и твердения напрягающего цемента связываются в комплексные слаборастворимые соли - гидроклоралюминаты, наряду с образованием гидросульфалюмината кальция - одного из основных структурообразующих компонентов бетона на напрягающем цементе.

С целью экспериментального обоснования этой предпосылки нами были выполнены исследования коррозионной стойкости стальной арматуры в цементно-песчаном растворе на напрягаемом цементе с добавкой хлористого кальция в длительные сроки выдерживания образцов (до 2-х лет) в ванне с гидравлическим затвором.

Арматурные стержни из стали S500 диаметром 4 мм предварительно взвешивались до 0,0001г и закладывались по центру сечения в образцы балочки размером 4×4×16 см из цементно-песчаного раствора 1:3 (по массе) с добавкой хлористого кальция 3, 7 и 12% от массы цемента. Образцы изготавливались как на напрягающем, так и обычном портландцементе марки ПЦ500-Д0. Состав напрягающего цемента: портландцемент ПЦ 500-Д0 Красносельского завода – 79%, глиноземистого цемента марки М 400 Пашийского завода – 12% и гипс природный Новомосковского месторождения – 9% по массе. Песок – речной с модулем крупности $M_{кр} = 2,1$.

Степень коррозии арматурных стержней оценивалась гравиметрическим методом, для чего через два года нахождения образцов в жестких условиях, образцы испытывались на сжатие, стержни извлекались, тщательно очищались с удалением цементной пленки слабым раствором соляной кислоты и взвешивались. Параллельно из отобранных проб цементно-песчаного раствора по известной методике приготавливались водные вытяжки для последующего определения в них ионов хлора.

Результаты исследований показали во всех опытах существенное снижение степени коррозионного напряжения стали (на 28-35%) в образцах на напрягающем цементе по сравнению с арматурой в образцах на обычном портландцементе (рис. 1).

Необходимо отметить, что степень коррозии стали хорошо согласуется с результатами определения содержания ионов хлора в вытяжках из цементного камня образцов (табл.1).

Таблица 1. Содержание ионов хлора в водных вытяжках из армированных цементно-песчаных образцов после двух лет их испытания

Вид цемента образцов	Содержание ионов хлора в водных вытяжках (мг/г) в образцах с добавкой CaCl ₂ (в %от массы цемента)		
	3	7	12
Портландцемент	36,9	64,6	85,2
Напрягающий цемент	29,8	44,0	79,5

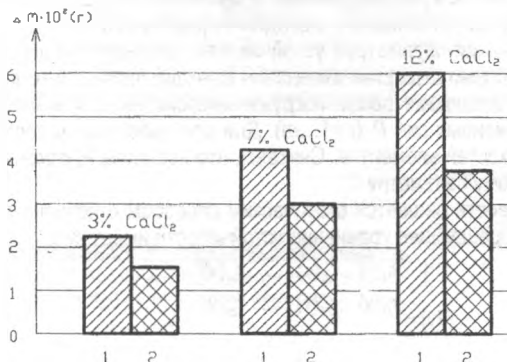


Рис. 1. Гистограмма снижения массы арматурных стержней образцов на портландцементе (1) и напрягающем цементе (2) с добавкой хлористого кальция после 2-х лет испытания.

Степень коррозии арматурной стали в образцах на напрягающем цементе с добавкой 7% и даже 12% хлористого кальция незначительно превышает коррозионное поражение стали на обычном портландцементе с добавкой 3%. Необходимо также отметить, что при визуальном осмотре стержней, извлеченных через два года испытания из образцов на напрягающем цементе имели чистую, не пораженную коррозией поверхность и только в зоне, прилегающей к торцам образцов, имели незначительное поражение, которое можно объяснить недостаточной толщиной защитного слоя. На образцах же на обычном портландцементе коррозионное поражение стержней распределено по длине более равномерно.

Таким образом, результаты исследований показали, что бетон на напрягающем цементе ввиду повышенной плотности его структуры и связывания ионов хлора алюмосодержащими компонентами в нерастворимые комплексные соединения обеспечивают большую коррозионную стойкость арматурной стали по сравнению с бетонами на обычном портландцементе.

УДК 681.3:624.04

ЛЕВЧУК А.А.

Научный руководитель: Игнатюк В.И., доцент, к.т.н.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ НА ПЭВМ В РАСЧЕТАХ РАМ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Задача определения критических нагрузок для плоских рам при их расчете на устойчивость методом перемещений сводится, как известно [1], к решению достаточно сложных нелинейных трансцендентных уравнений, имеющих бесконечное множество решений. Критическим нагрузкам соответствуют минимальные значения корней этих уравнений, отыскание которых в большинстве случаев производится путем подбора, когда выполняется ряд последовательных попыток с учетом анализа результатов предыдущих