

УДК 666.971.16

О.О. Кудерская

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ХСТН НА ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОНА НА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ ПО ОТНОШЕНИЮ К СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЕ

В настоящее время в России практически все составы бетона разрабатываются и производятся с химическими или минерально-химическими добавками. Современные добавки позволяют существенно повысить строительно-технические характеристики бетона. На сегодняшний день бетон без каких-либо добавок применяется все реже.

В качестве противоморозных добавок применяют поташ (П), хлорид натрия (ХН), хлорид кальция (ХК) и др. Эти добавки понижают точку замерзания воды и способствуют твердения бетона при отрицательных температурах. Чем ниже температура твердения, тем выше дозировка добавки (до 100% массы цемента и больше). В качестве ускорителей твердения применяют хлорид кальция (ХК), сульфат натрия (СН) и др. При этом необходимо учитывать побочное действие этих добавок. Например, хлорид кальция [1,2] способствует коррозии арматуры, поэтому количество его в железобетоне ограничивается 2%, не допускают его применения в конструкциях с тонкой и предварительно напряженной арматурой, эксплуатирующихся в неблагоприятных условиях. Данные о скорости коррозии стальной арматуры в бетоне с добавками, содержащими одновременно хлориды и сульфаты, в литературе отсутствуют.

Свежзатворенный бетон, а также и затвердевший (в увлажненном состоянии) является электролитом [3]. Химические неорганические добавки также являются в своем большинстве электролитами [5]. При погружении закладных деталей в бетон с химическими неорганиче-

скими добавками образуется разность потенциалов. При наличии царапин, трещи, пор и т.п. образуется гальваническая пара, в которой стальная арматура является анодом. При работе такой пары сталь будет постепенно растворяться.

Одним из наиболее эффективных способов придания повышенной стойкости бетону железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в хлоридных средах, и одновременно улучшающих защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре, является применение комплексных полифункциональных модификаторов ингибирующего действия (ПФМИ), разработанных в НИИЖБе (исследования проводились на портландцементе марки 400 Воскресенского завода). Состав модификатора ПФМИ-2: разжижитель С-3 (натриевые соли продуктов конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида), нитрит натрия НН, тетраборат натрия ТБН, бихромат калия БХК [6].

Целью настоящей работы было определение воздействия солевых отходов производства диафена ФП (ХСТН) Кемеровского ОАО "Азот", применяемого в качестве комплексной добавки, на закладные детали в сборных железобетонных конструкциях в зависимости от рецептурно - технологических факторов: от расхода цемента, водоцементного отношения (В/Ц), от количества добавки в составе бетонной смеси.

Все экспериментальные работы проводились в лаборатории "Бетоны и растворы" КузНИИшахтострой на следующих материалах:

1. Портландцемент Топкинского цементного завода актив-

ностью 363 кг/см². По минералогическому составу цемент относится к среднеалюминатным.

2. Песок речной, кварцевый, просеянный через сито с отверстиями 2,5 мм.

3. Щебень гравийный фракции 10...20 мм и 5...10 мм.

4. Солевой отход (ХСТН) состава: хлорид натрия 23,7%, сульфат натрия 48,3%, тиосульфат натрия 27%, органика 1%.

В качестве эталона служили образцы 2-х составов, приготовленные из цементно-песчаного раствора, затворенные обычной водопроводной водой. Образец 1-го состава - 1:1,4:0,4 (цемент : песок : вода), соответствующий растворной части бетона М 200. Образец 2-го состава - 1:2,3:0,5 (цемент : песок : вода), соответствующий растворной части бетона М 300.

С эталонными образцами сравнивали образцы, в которых в воду затворения вводили добавку ХСТН в количестве 1; 1,5 и 2% от массы цемента.

Бетонную смесь перемешивали вручную. Из нее формовали образцы в виде призм размером 4×4×16 см с уплотнением на вибростолу. Предварительно в формы в центре призм укладывались стальные стержни диаметром 4 мм и длиной 120 мм. Нарезанные из арматурной стали марки БСТЗ, стержни очищали от ржавчины наждачной шкуркой и обезжиривали ацетоном.

Для обеспечения защитного слоя во всех образцах одинаковой толщины, равной не менее 15 мм, стержни укладывали в формы на подставки в виде трехгранных призм, изготовленных заранее из цементно-песчаного раствора такого же состава. При вибрации стержни

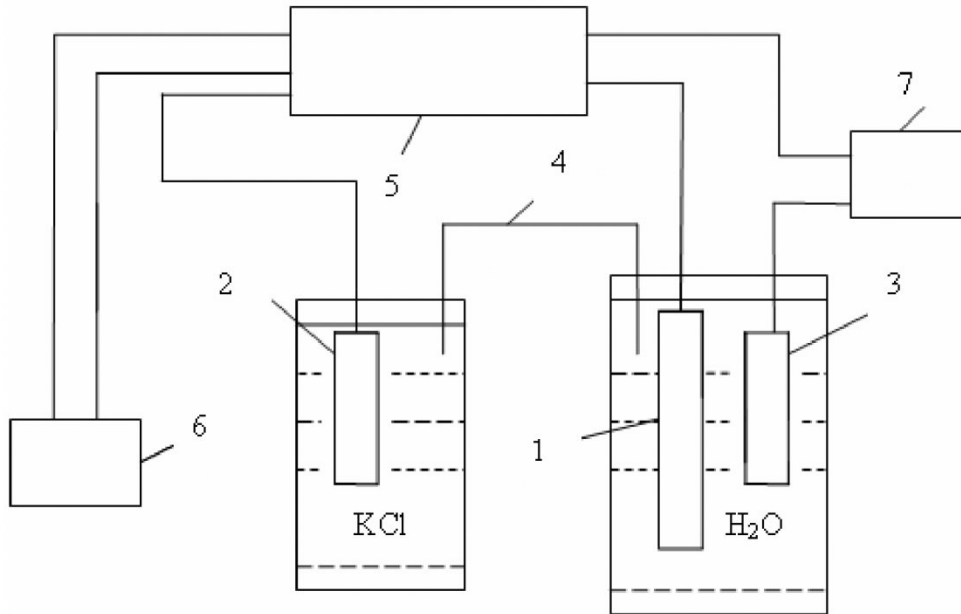


Рис 1. Схема установки для снятия поляризационных кривых: 1 - образец; 2 - электрод сравнения; 3 - вспомогательный электрод; 4 - электролитический ключ; 5 - потенциостат; 6 - потенциометр; 7 - миллиамперметр.

поддерживали держателем, чтобы не было смещения вдоль продольной оси.

В каждой серии готовили по

шесть образцов-близнецов. Часть образцов твердела 28 суток в нормальных условиях, другая - пропаривалась по ре-

жиму 2+3+6+2 часа при температуре 80 °С. Образцы после пропаривания оставляли на хранение в течение 28 суток в

Таблица. Результаты электрохимических испытаний

Состав цементно-песчаного раствора	Расход добавки, % массы цемента	Средний стационарный потенциал E_{cp} , мВ	Средняя плотность тока I_{cp} , мкА/см ²
Пропаренные образцы			
1	0	- 188	1,03
1	1	- 261	3,82
1	1,5	- 217	2,5
1	2	- 226	5,56
2	0	- 138	1,00
2	1	- 101	1,39
2	1,5	- 126	1,51
2	2	- 185	3,41
Не пропаренные образцы			
1	0	- 230	1,15
1	1	-229	1,21
1	1,5	-228	1,39
1	2	- 228	1,47
2	0	- 139	1,03
2	1	- 125	1,28
2	1,5	- 119	1,11
2	2	- 117	1,14

нормальных условиях.

Скорость коррозии стали (весовые потери металла на единицу времени) зависит от величины коррозионного тока, т.е. от начальной разности потенциалов, омического сопротивления, от степени поляризуемости металла в данной среде.

Снятие анодных поляризационных характеристик по методике НИИЖБа производили на установке, схема которой приводится на рис. 1.

Электрохимическая ячейка состоит из стеклянного стакана, в который опущен образец и дополнительный цилиндрический электрод из нержавеющей стали. Каламельный электрод помещается в отдельный стакан с насыщенным раствором хлористого калия. Стаканы соединяются между собой электролитическим ключом в виде П-образной стеклянной трубки диаметром 3...5 мм с краном. Трубка заполняется раствором хлористого калия. В отсутствие крана трубку заполняют раствором с добавлением агар-агара, который не позволяет раствору вытекать из трубки.

Сущность метода снятия поляризационных кривых состоит в следующем: при погружении стального электрода в воду или раствор электролита ионы железа переходят в раствор (анодный процесс). Соответствующее количество электронов остается в металле. Образуется двойной электрический слой со скачком потенциала на границе "металл-жидкость", который препятствует растворению металла. За счет восстановления кислорода или ионов водорода (катодный процесс) равновесие в двойном слое нарушается. При снятии поляризационных кривых испытуемый электрод, погруженный в электролит или находящийся в бетоне, включают в электрическую цепь и, изменяя величину потенциала, наблюдают за изменением тока в цепи (потенциостатический метод) или,

изменяя величину тока, наблюдают за изменением потенциала (потенциодинамический метод). В целом скорость коррозии стали определяется тем процессом, который протекает с большим торможением. Во многих случаях скорость коррозии стали в бетоне определяется скоростью анодного процесса. Судить о степени торможения анодного процесса можно по анодным поляризационным кривым, выражающим зависимость плот-

цы выдержали в воде в течение 3 суток. Затем торец образца скололи, обнажив стержень на длину около 1...2 см, и место выхода стали изолировали лакокрасочным покрытием. Подготовленный образец установили в электрохимическую ячейку и определили величину стационарного потенциала. Затем с помощью потенциостата в автоматическом режиме начали изменять потенциал со скоростью 6 В/ч, измеряя величину



Рис. 2. Анодные поляризационные кривые стали в бетоне 1-го состава с пропариванием



Рис. 3. Анодные поляризационные кривые стали в бетоне 2-го состава с пропариванием

ности тока от потенциала. Наблюдения показали [1], что сталь в бетоне пассивна, если при потенциале $E=+300$ мВ по насыщенному каломельному электроду плотность тока не превышает 10 мкА/см²; если плотность тока равна 25 мкА/см², сталь находится в неустойчивом пассивном состоянии, возможна коррозия; при плотности тока больше 25 мкА/см², сталь находится в состоянии интенсивной коррозии стали.

Перед снятием поляризационных кривых бетонные образ-

цы выдержали в воде в течение 3 суток. Затем торец образца скололи, обнажив стержень на длину около 1...2 см, и место выхода стали изолировали лакокрасочным покрытием. Подготовленный образец установили в электрохимическую ячейку и определили величину стационарного потенциала. Затем с помощью потенциостата в автоматическом режиме начали изменять потенциал со скоростью 6 В/ч, измеряя величину

Результаты испытаний оформили в виде графиков (см. рис 2...5) в координатах: по оси абсцисс — плотность тока в мкА/см², по оси ординат потенциал в мВ.

При построении кривой из величины потенциала вычли

поправку на омическое сопротивление, которое получается умножением величины сопротивления на величину тока.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы:

1. Анализ анодных поляризационных кривых растворных образцов, твердевших в нормальных условиях, показывает, что введение в раствор добавки ХСТН в количестве до 2% от массы цемента практически не увеличивает плотность тока и величина ее при $E=+300$ мВ около 1 мкА/см^2 .

2. У пропаренных растворных образцов плотность тока от введения добавки ХСТН увеличивается, но находится в допустимых пределах (не более 10 мкА/см^2 при $E=+300$ мВ). Причем это увеличение в ряде случаев более выражено у образцов 1-го состава.

3. Снижение величины добавки ХСТН у пропаренных растворных образцов до 1% приводит к уменьшению плотности тока до величины примерно 1 мкА/см^2 , такой же как у растворных образцов, твердевших при нормальных условиях.

4. Можно предположить, что в дальнейшем пассивность сохраняется, если защитные свойства бетона не будут изменены под действием агрессивной среды.



Рис. 4. Анодные поляризационные кривые стали в бетоне 1-го состава без пропаривания



Рис. 5. Анодные поляризационные кривые стали в бетоне 2-го состава без пропаривания

5. На основании результатов исследований можно определить область применения добавки ХСТН как: а) в бетонах на портландцементе для конструкций с ненапрягаемой арматурой в неагрессивных условиях эксплуатации; б) в конструкциях, погруженных полностью в воду

или агрессивные растворы; в) в бетонах для железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивных газовых средах, за исключением сред, содержащих газообразный хлор, хлористый водород и аэрозоль хлористых солей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Технология бетона : учебник. - 3-е изд. - М. : Изд-во АСВ, 2003. - 500 с.
2. Касторных, Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы : учебно-справочное пособие - Ростов н/Д. : Феникс, 2005. - 221 с.
3. Тейлор, Х. Химия цемента. - М.: Мир, 1996. - 560 с.
4. Добавки в бетон : справ. пособие / Под ред. В. С. Рамагандрана ; Перевод с англ. Т. И. Розенберг, С. А. Болдырева ; под ред. А. С. Болдырева, В. Б. Ратинова. - М. : Стройиздат, 1988. - 186 с.
5. Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учеб. пособие для вузов. - 2-ое изд. - М. : ООО ТИД «Альянс», 2006 - 427 с.
6. Исследование и применение химических добавок в бетонах : сб. научн. трудов / НИИЖБ ; под ред. В. Г. Батракова, В. Р. Фаликмана. - М. : 1989. - 126 с.

□ Автор статьи:

Кудерская
Ольга Олеговна
- старший преп.каф. химической
технологии твердого топлива и
экологии КузГТУ
Тел. 3842-36 -32- 85