



УДК 691.328:620.193

В.С. Изотов

ОСОБЕННОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ КОРРОЗИИ И ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ В БЕТОНАХ НА СМЕШАННЫХ ВЯЖУЩИХ

Одним из направлений рационального использования цемента в строительстве является широкое применение смешанных вяжущих, содержащих в своем составе высокие активные минеральные добавки. Особое внимание среди минеральных добавок к цементам привлекают алюмосиликаты как природного, так и техногенного происхождения. Среди алюмосиликатов природного происхождения большой интерес представляют цеолитсодержащие породы, а среди алюмосиликатов техногенного происхождения – золы ТЭС как сухого отбора, так и гидроудаления.

Одним из эффективных направлений использования портландцементов с высоким содержанием активных минеральных добавок, а также пуццолановых цементов и шлакопортландцементов, является изготовление железобетонных конструкций с использованием реакционно-способного заполнителя. Заполнители с потенциальной реакционной способностью могут содержаться в метаморфических и изверженных горных породах, включающих аморфные или стекловидные разновидности кремнезема [1]. При наличии таких включений в бетоне возможна так называемая внутренняя коррозия, возникающая в результате взаимодействия активного кремнезема заполнителя со щелочами цемента или вводимыми в состав бетона щелочными добавками (ускорителями твердения или противоморозными добавками), образующимися в результате обменных реакций гидроксида кальция с гидроксидами натрия, калия, сульфатами натрия и калия и др. Для щелочной коррозии характерно, что деструктивные процессы, вызывающие разрушение, развиваются в контактном слое между цементным камнем и зернами реакционно-способного заполнителя [2].

При гидратации цементов в присутствии щелочей (NaOH, KOH) или солей Na_2SO_4 , K_2SO_4 , Na_2CO_3 и др. жидкая фаза насыщается не только гидроксидом кальция, но и гидроксидами калия или натрия. Взаимодействие гидроксида кальция с реакционно-способным кремнеземом заполнителя приводит к образованию на поверхности их зерен гелевидной оболочки из гидросиликатов натрия или калия. Гелевидная оболочка при изменении влажности, увеличиваясь в объеме, вызывает появление в бетоне деформаций расширения и в определенных условиях может привести к разрушению конструкций. Кроме того, через гелевидную оболочку, играющую роль полупроницаемой мембраны, диффундируют вода и щелочи, но не могут проникать щелочные гидросиликаты. В результате этого внутри зерна создается осмотическое давление,

достигающее весьма высоких значений. По данным [1-3], содержание щелочей в цементе или щелочных добавок, введенных с водой затворения, не должно превышать 1,2% от массы цемента в пересчете на оксид натрия.

Результаты имеющихся экспериментальных исследований [1-5] показывают, что опасность такого вида коррозии может быть значительно уменьшена в тех случаях, когда в состав цемента или бетона вводятся добавки, способные поглощать, хотя бы хемосорбционно, гидроксид кальция.

В данной статье приводятся результаты исследования влияния состава смешанного вяжущего на процесс развития щелочной коррозии бетона, изготовленного на гравии Камского месторождения фр. 5-20мм. Смешанное вяжущее содержало золу гидроудаления ТЭЦ или цеолитсодержащую породу (ЦСП), обладающих высокой гидравлической активностью.

Вяжущее было получено путем совместного домола портландцемента марки 400 Н-Ульяновского цементного завода с цеолитсодержащей породой Городищенского месторождения Республики Татарстан (ЦСП) или золой ТЭЦ в присутствии модифицирующих добавок до оптимального значения удельной поверхности. Содержание активной минеральной добавки в вяжущем изменялось от 10 до 50%. Такой способ приготовления смешанного вяжущего позволяет активизировать не только клинкерную часть портландцемента, но и активную минеральную добавку за счет дополнительной аморфизации силикатной фазы ЦСП или стеклофазы золы ТЭЦ.

Гравий Камского месторождения, который был использован в эксперименте, обладал потенциальной реакционной способностью [5]. Содержание растворимого кремнезема, определенного по методике ГОСТ 8269-76, составляет 279 ммоль/л.

Влияние состава смешанного вяжущего на щелочную коррозию бетона изучалось в соответствии с методикой НИИЖБ [4] на образцах-призмах сечением 25,4x25,4 мм и длиной 250 мм. Для измерения деформаций в торцах призм устанавливались металлические реперы. Измерение деформаций осуществлялось индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм. Содержание щелочей в смешанном вяжущем составляло 0,3% в пересчете на оксид натрия. Заполнителем служил песок, полученный при измельчении гравия. Растворная смесь состава 1:2 по массе при В/Ц=0,5 помещалась в стальные формы и уплотнялась на виброплощадке. Через двое суток образцы извлекались из формы, производился первый замер их дли-



Таблица

Влияние состава вяжущего на деформацию расширения бетона

| №.П. | Содержание минеральной добавки в вяжущем, % | Деформация расширения бетона, %, через: | | | |
|------|---|---|-------|-----------|-------|
| | | 180 суток | | 360 суток | |
| | | зола | ЦСП | зола | ЦСП |
| 1 | - | 0,08 | 0,08 | 0,11 | 0,11 |
| 2 | 10 | 0,06 | 0,05 | 0,067 | 0,06 |
| 3 | 20 | 0,05 | 0,045 | 0,051 | 0,052 |
| 4 | 30 | 0,04 | 0,04 | 0,045 | 0,046 |

ны, после чего они помещались в термостат с температурой 35-40 °С и относительной влажностью 95%. Для создания условий протекания коррозионного процесса образцы изготавливались с добавкой гидроксида натрия, который вводился в растворную смесь с водой затворения в количестве 1,5% от массы вяжущего в пересчете на оксид натрия. Результаты испытаний приведены в таблице.

В соответствии с общепризнанной методикой изучения внутренней коррозии бетона принято считать, что допустимое значение относительной деформации расширения бетона через 6 месяцев твердения в указанных выше условиях не должно превышать 0,05% , а через 12 месяцев - не более 0,1% [4].

Как видно из приведенных в таблице данных, относительные деформации расширения образцов на основе смешанного вяжущего с содержанием минеральной добавки более 10% меньше критического значения, следовательно, данное вяжущее можно рекомендовать для изготовления бетонов с использованием реакционно-способного заполнителя. Основной причиной повышенной стойкости бетона к щелочной или внутренней коррозии является наличие в составе смешанного вяжущего активной минеральной добавки, имеющей кислый характер, что приводит к уменьшению основности вяжущего и понижению отношения “щелочь- активный кремнезём заполнителя” за счет химического поглощения щелочи активными компонентами смешанного вяжущего. Гидравлически активными компонентами смешанного вяжущего являются аморфный кремнезём цеолитсодержащей породы и стеклофаза золы ТЭЦ.

Вовлечение оксидов щелочных металлов в состав гидратных новообразований препятствует их свободной миграции к поверхности, что приводит, кроме

того, и к уменьшению высолообразования на поверхности бетонных и железобетонных конструкций. В бетоне на портландцементе, содержащем 5% поташа, через сутки твердения в нормальных условиях образуется белый солевой налет, покрывающий практически всю поверхность образцов. В бетоне на смешанном вяжущем интенсивность высолообразования обратно пропорциональна содержанию в вяжущем активной минеральной добавки. Указанное обстоятельство имеет важное значение при строительстве зданий и сооружений в зимнее время, когда в растворные и бетонные смеси вводят противоморозные добавки, такие как нитрит натрия, поташ, хлориды натрия или кальция, способствующие усиленному высолообразованию на поверхности бетона.

Литература

1. Рояк Г.С., Грановская И.Г. Предотвращения щелочной коррозии бетона активными минеральными добавками. // Бетон и железобетон, 1986, №7. С. 16-17.
2. Сальников Н.С., Иванов Ф.М. Коррозионное разрушение бетона, содержащего большие добавки поташа. // Бетон и железобетон, 1971, №10. С. 17-19.
3. Викторов А.М. Предотвращения щелочной коррозии увлажняемого бетона. // Бетон и железобетон, 1986, №8. С. 38-39.
4. Рекомендации по определению реакционной способности заполнителей бетона со щелочами цемента. - М.: НИИЖБ, 1972. С. 1-4.
5. Изотов В.С., Гиззатуллин А.Р. Влияние комплексной добавки на щелочную коррозию бетона. // Работоспособность строительных материалов при воздействии различных эксплуатационных факторов: Межвуз. сб.: - Казань: КХТИ, 1988. С. 22-26.