

как при этом на фотобумаге фиксируется форма кристаллов или агрегатов минерала. Во-вторых, каждый отпечаток сам по себе является объективным документом, допускающим проверку точности сделанных тем или иным лицом качественных испытаний. Поэтому отпечатки должны быть пронумерованы и сохранены до камеральных работ.

Методом отпечатков может быть произведен также, в некоторых случаях, рациональный анализ руд. Он основан на избирательной растворимости минералов в различных растворителях. Таким образом, путем подбора соответствующих растворителей, может быть последовательно определен один и тот же элемент, входящий в состав различного типа химических соединений (сульфидов, карбонатов, сульфатов).

Например, С.А. Юшко [1] рекомендует следующий способ рационального анализа для некоторых минералов. В качестве растворителя применяются азотная или хлороводородная кислоты

(концентрированные или разбавленные водой) и другие. Затем раствор переносится на полоску фильтра и обрабатывается реагентом в зависимости от того, какой элемент нужно открыть. Например, для открытия свинца применяется 5%-ный раствор иодида калия (раствор должен быть бесцветным), для цинка – ртутно-родановая соль в присутствии 0,1%-ного раствора нитрата меди. При наличии в пробе свинца на фильтре появляется желтое пятно иодида свинца. В случае присутствия в пробе цинка на фильтре образуется сине-фиолетовое пятно ртутно-родановой соли, меди и цинка. Указанным путем можно открыть цинк почти во всех минералах, содержащих данный элемент.

В настоящее время приемы капельного анализа значительно расширились: введены электрокапельный анализ на поверхности металлов, флуоресцентный капельный анализ, микроэлектрометоды, хроматографические методы и т. д.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кульберг, Л. М. Капельный анализ. – М. : Химиздат, 1951. – 686 с.
2. Файгль, Ф. Капельный анализ неорганических веществ : в 2 т. / Ф. Файгль, В. Ангер. – М. : Мир, 1976 – 2 т.
3. Тананаев, Н. А. Капельный метод. – М. : Химиздат, 1954. – 274 с.
4. Золотов, Ю. А. Некоторые аспекты истории аналитической химии // Вестн. Моск. ун-та, Сер. 2. – 2002. – Т. 43, № 2 – С. 116-118.
5. Панкратьев, П. В. Лабораторные методы исследования полезных ископаемых: Методические указания к лабораторному практикуму по минерографии. Часть 1 Полевая минерография. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2003. – 30 с.

□Авторы статьи:

Кудерская  
Ольга Олеговна  
- ст.преп. каф. химической технологии  
твердого топлива и экологии КузГТУ  
Телефон 8923 48 72 933

Михайлова  
Екатерина Сергеевна  
-студентка гр.ХТ-061 КузГТУ  
Телефон 9342-36-32-85

**УДК 666.971.16**

**О.О. Кудерская**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ХСТН НА РАЗВИТИЕ КОРРОЗИИ И ОБРАЗОВАНИЕ ВЫСОЛОВ НА ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА

Помимо основного эффекта воздействия (по которому добавку относят к той или иной группе) для большинства групп добавок вообще и конкретных типов добавок, в частности, характерны побочные эффекты. Они могут быть не менее сильны и не менее значимы, чем основной эффект, могут быть как положительными, так и отрицательными. При расходах добавки в рамках установленных интервалов побочные эффекты не привносят, как правило, резко выраженных отрицательных свойств. При передозировке [1] возможны любые неожиданности – высолы, коррозия, мокрые пятна, растрескивание арматуры, порча электропроводки, отравления и т. д.

В настоящий момент строителями чаще применяются способы химического модифицирования и интенсификации кинетики набора прочности бетонов при помощи противоморозных химических добавок. Основными соединениями, вводимыми в качестве противоморозных добавок в строительстве, являются:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [2]. Органические антифризы по разным причинам практически не используются. Применение бетонов с противоморозными добавками ограничивается. Во-первых, потому, что твердение бетона при этом происходит медленнее (вследствие чего проектная прочность достигается

через 2-3 месяца). Во-вторых – в связи с опасностью появления высолов и негативного влияния на структуру, свойства бетона и сохранность арматуры при введении добавки в больших количествах, превышающих 10% по массе цемента.

При введении в бетонные смеси солей натрия возможно образование высолов на поверхности бетона (см. рис.). Особенно при применении шлакопортландцемента и портландцемента марки 500 и более. Это связано с миграцией щелочи  $\text{NaOH}$ , которая находится в свободном виде в порах бетона и взаимодействие ее с углекислотой воздуха приводит к образованию соды в виде белого налета (пушки) [3]. Имеется ряд конструкций, в которых не допускается образование высолов из-за архитектурных требований.

Целью настоящей работы было определение способности добавки ХСТН (солевых отходов производства диафена ФП Кемеровского ОАО «Азот») вызывать побочные эффекты – сульфатную коррозию (коррозию бетона III вида) и образование высолов на поверхности бетона.

Свойства бетона и его стойкость в первую очередь зависят от химического состава цемента,



а

ние на стенки пор цементного камня и вызывают местные разрушения, т. е. образование трещин, параллельных поверхности. С образования этих трещин начинается разрушение бетона.

Поскольку в добавке ХСТН сульфат натрия составляет 50% по массе, одним из главных факторов, влияющих на процесс ускорения твердения цемента, является образование труднорастворимых активно участвующих в структурообразовании ГСАК за счет взаимодействия  $\text{C}_3\text{A}$  цементного клинкера с сульфатом натрия. С другой стороны, присутствие в растворе  $\text{NaCl}$ , не принимающей участия в реакции с составляющими ГСАК, повышает ионную силу раствора, а, следовательно, и растворимость реагирующих веществ и продуктов реакции, т. е. препятствует образованию и росту ГСАК.

Основными мероприятиями по борьбе с коррозией бетона III вида являются: выбор цемента в зависимости от условий службы конструкций и степени агрессивности среды; введение воздухововлекающих, пластифицирующих и повышающих растворимость  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{CaSO}_4$  добавок типа  $\text{CaCl}_2$ , СНВ, СДБ, кремнийорганических;



б

*Высолы (белые пятна): а – бетон, б – строительный раствор*

из которого он изготовлен. Наибольшее применение в конструкциях и оборудовании находят бетоны на портландцементе. Наиболее распространена сульфатная коррозия (коррозия бетона III вида). Из числа комплексных солей, образующихся в бетоне, наибольшую опасность представляет гидросульфоалюминат кальция (ГСАК), присоединяющий 30-32 молекулы воды и при этом значительно увеличивающийся в объеме. В образовании этой соли принимают участие гидроалюминаты цементного камня и гипс, поступивший в виде раствора или образовавшийся в результате реакции между сульфатами и  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Чем выше концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  в растворе и больше  $\text{C}_3\text{A}$  (трехкальциевого алюмината) в цементе, тем благоприятнее образование гидросульфоалюмината кальция [3].

При коррозии бетона III вида вначале на поверхности бетона образуется тонкая пленка из кристаллов гипса, а затем происходит скопление кристаллов гипса и ГСАК в виде прожилок в более глубоких слоях цементного камня [1].

Скопление гипса возникает, как правило, в местах скоплений  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Образовавшиеся кристаллы ГСАК и гипса оказывают большое давле-

введение тонкодисперсных кремнеземистых добавок для связывания  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; повышение плотности бетона применением низких водоцементных отношений (В/Ц) или уплотняющих добавок. Наиболее подходящим является сульфатостойкий цемент (содержание  $\text{C}_3\text{A}$  ниже 3%), можно применять также шлаковые цементы. Чистый портландцемент использовать нельзя [4].

Считается [2], что добавка не дает высолов, если в течение 7 суток не будет заметно образование белого налета на бетонной поверхности. Для проверки добавки на соответствие требованиям ГОСТ 24211-2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» использовали процедуры, изложенные в ГОСТ 30459-2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности».

При появлении высолов рекомендуется [5] уменьшить количество добавки, а также совместно с ускорителем твердения вводить добавку, предотвращающую образование высолов. Для предотвращения появления высолов «Руководство по применению химических добавок в бетон» предлагает добавлять совместно с противоморозной добавкой мылонафт, ВЛХК, ГКЖ-10, ГКЖ-

## Результаты визуального осмотра бетонных призм

Вид цемента	Вид и количество добавки, %		Появление высолов	
	ХСТН	СНВ	время (сутки)	количество
Топкинский портландцемент	0	0	7	нет высолов
	1,5	0	4	следы
	2	0	4	мало
Топкинский шлакопортландцемент	0	0	2	следы
	2	0	2	мало
	3	0	2	много
Яшкинский портландцемент	0	0	7	нет высолов
	1,5	0	3	следы
	2	0	3	мало
	2	0,015	3	следы
Яшкинский шлакопортландцемент	0	0	3	следы
	2	0	3	мало
	3	0	3	мало

## 11. ГКЖ-94, СНВ, СПД и УНИЖ-1.

Все экспериментальные работы проводились в лаборатории «Бетонов и растворов» КузНИИшахтострой на портландцементе и шлакопортландцементе Топкинского и Яшкинского цементных заводов. В качестве химической добавки использовался солевой отход (ХСТН) состава: хлорид натрия 23,7%; сульфат натрия 48,3%; тиосульфат натрия 27%; органика 1%. Для нейтрализации воздействия солей натрия на бетон применяли химическую добавку СНВ (смола нейтрализованная воздуховолекающая).

Бетонные призмы размером 10×10×30 см готовили из бетонной смеси, состав которой соответствовал составу для приготовления внутренних стеновых панелей в кассетах, а именно: цемента 350 кг/м<sup>3</sup>; песка 750 кг/м<sup>3</sup>; щебня 1100 кг/м<sup>3</sup>; воды 200 л. Подвижность бетонной смеси ОК=12 см.

Бетонные призмы после пропаривания погружали в емкости с водой на глубину 3-5 см. Каждую серию образцов погружали в отдельную емкость. Для ускорения испарения влаги с поверхности призм их обдували воздухом от компрессора. Были получены следующие результаты (см. табл.).

## Выводы.

1. Добавка ХСТН в основном состоит из

сульфата натрия. Образующиеся ГСАК с 31 молекулами воды имеют объем в 1,12 раза больше, чем продукты, вступающие в реакцию. Рекомендуется вводить добавку ХСТН в бетоны на сульфатостойком цементе и шлаковых цементах. Нельзя применять добавку ХСТН для бетонов на портландцементе выше марки 200 из-за угрозы возникновения сульфатной коррозии.

2. Предполагается [3], что при тепловой обработке бетона будут создаваться условия, наиболее благоприятные для максимального связывания гипса в ГСАК.

3. Введение ХСТН в количестве 1,5 % с использование портландцементов Яшкинского и Топкинского завода вызывает на поверхности бетона образование высолов в небольшом количестве, приблизительно в таком же, как у бетона без добавки.

4. На шлакопортландцементе при введении добавки ХСТН в количестве 2% (включительно) белый налет появлялся уже на 2 сутки, и только совместное введение ХСТН с СНВ позволило снизить появление высолов до следов.

5. Для исключения высолов необходимо в бетонную смесь на шлакопортландцементе с добавкой ХСТН дополнительно вводить одну из гидрофобных добавок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Технология бетона. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 500 с.
2. Касторных, Л. И. Добавки в бетоны и строительные растворы. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 221с..
3. Тейлор, Х. Химия цемента. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
4. Добавки в бетон / В. С. Рамагандран [и др.]. – М : Стройиздат, 1988. – 186 с.
5. Исследование и применение химических добавок в бетонах : сб. научн. трудов / Под ред. В. Г. Батракова, В. Р. Фаликмана ; НИИЖБ. – М. : 1989. – 126 с.

□Автор статьи:

Кудерская  
Ольга Олеговна

- ст.преп. каф. химической технологии  
твердого топлива и экологии КузГТУ  
Тел. 89234872 933