

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ МЕЖДУ ЩЕЛОЧАМИ И ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

tolypina.n @yandex.ru

Предложен способ определения реакционной способности кремнезема заполнителя взаимодействовать со щелочами цемента. Испытания проводят в нормальных условиях на смесях цемента и монофракционного песка, затворенного растворами щелочей при помощи кольца Ле Шателье.

Ключевые слова: кольцо Ле Шателье, кремнезем, щелочи.

В настоящее время оценка реакционной способности кремнезема заполнителя взаимодействовать со щелочами цемента осуществляется в соответствии с ГОСТ 8269.0 – 97, где рекомендовано 4 основных метода [1].

Минералого-петрографический и химический способы позволяют определять наличие реакционноспособного кремнезема. В первом случае по показателю светопреломления, во втором – путем определения растворимого кремнезема в 1 М растворе NaOH весовым или фотоколориметрическим методом. Заполнитель считают реакционноспособным, если содержание растворимого SiO₂ превышает 50 ммоль/л. Однако, превышение количества реакционноспособного кремнезема свыше установленного критерия – 50 ммоль/л, не всегда вызывает появление опасных деформаций в бетоне [2, 3].

Более достоверную информацию дают методы, основанные на измерениях деформаций растворных или бетонных призм. Ускоренный метод (около 2-х недель), заключается в измерении деформаций призм 25х25х254 мм, изготовленных из мелкозернистого бетона (1:2,25), хранившихся при t=80±1 °С в 1 М растворе гидроксида натрия. Заполнитель считают неакционноспособным, если расширение составляет менее 0,1 %. Второй метод испытаний образцов бетона по относительным деформациям проводится в течение года. Для испытаний готовят образцы-балочки 70х70х280 мм из бетонной смеси 1:1,4:2,6. В смесь добавляют NaOH, чтобы количество щелочей соответствовало 1,5 %. Образцы хранятся во влажной среде при t=38±1 °С, измерения проводят 1 раз в месяц в течение 12 месяцев. Относительное удлинение (12-е значение) не должно превышать 0,04 %.

Результаты испытаний по относительным деформациям, полученные по ускоренной и длительной методикам, могут существенно отличаться. Ускоренные методы дают более надежные результаты для заполнителей с высокой реакционной способностью [3], но для заполнителей с низкой реакционной способностью

результаты испытаний могут быть ошибочными. В любом случае длительные испытания, как более приближенные к натурным, чем ускоренные, обеспечивают более достоверные результаты, на которые следует опираться в первую очередь.

Необходимо отметить, что применяемые методики отличаются высокой трудоемкостью либо длительностью, могут выполняться в хорошо оснащенных, специализированных лабораториях, что не всегда имеет место на заводах ЖБИ. В связи с этим, необходимо создание новых методов определения потенциально реакционноспособных заполнителей, прогнозирования развития коррозии и способов ее устранения. Авторы предлагают для измерений деформаций расширения использовать стандартное кольцо Ле Шателье, применяемое для установления равномерности изменения объема цемента по ГОСТ 30744–2001.

В работе использовали материалы: ЦЕМ I 42,5 Н (ЗАО «Белгородский цемент») с содержанием щелочей 0,73 %, природный кварцевый песок Нижнеольшанского месторождения (фракция 0,63–1,25 мм), дробленый природный перлит Мухор-Талинского месторождения (фракция 0,63–1,25 мм), Вольский песок (ГОСТ 6139–2003).

Из цемента с песком готовили смесь 1:2 нормальной густоты по ГОСТ 310.4-81. С водой затворения вводили добавки NaOH, NaCl, KOH в количестве 3 % от массы вяжущего. Полученной смесью заполняли кольцо на стеклянной пластинке, сверху накрывали стеклом и помещали груз (100 г), измеряли расстояние между концами стержней (мм) и помещали в эксикатор над водой на 24 ч. Затем убирали груз и пластинки, проводили измерения и погружали кольца в воду комнатной температуры. Измерения проводили через день при помощи линейки. Кольцо Ле Шателье показало достаточную чувствительность к расширению цементно-песчаного раствора. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

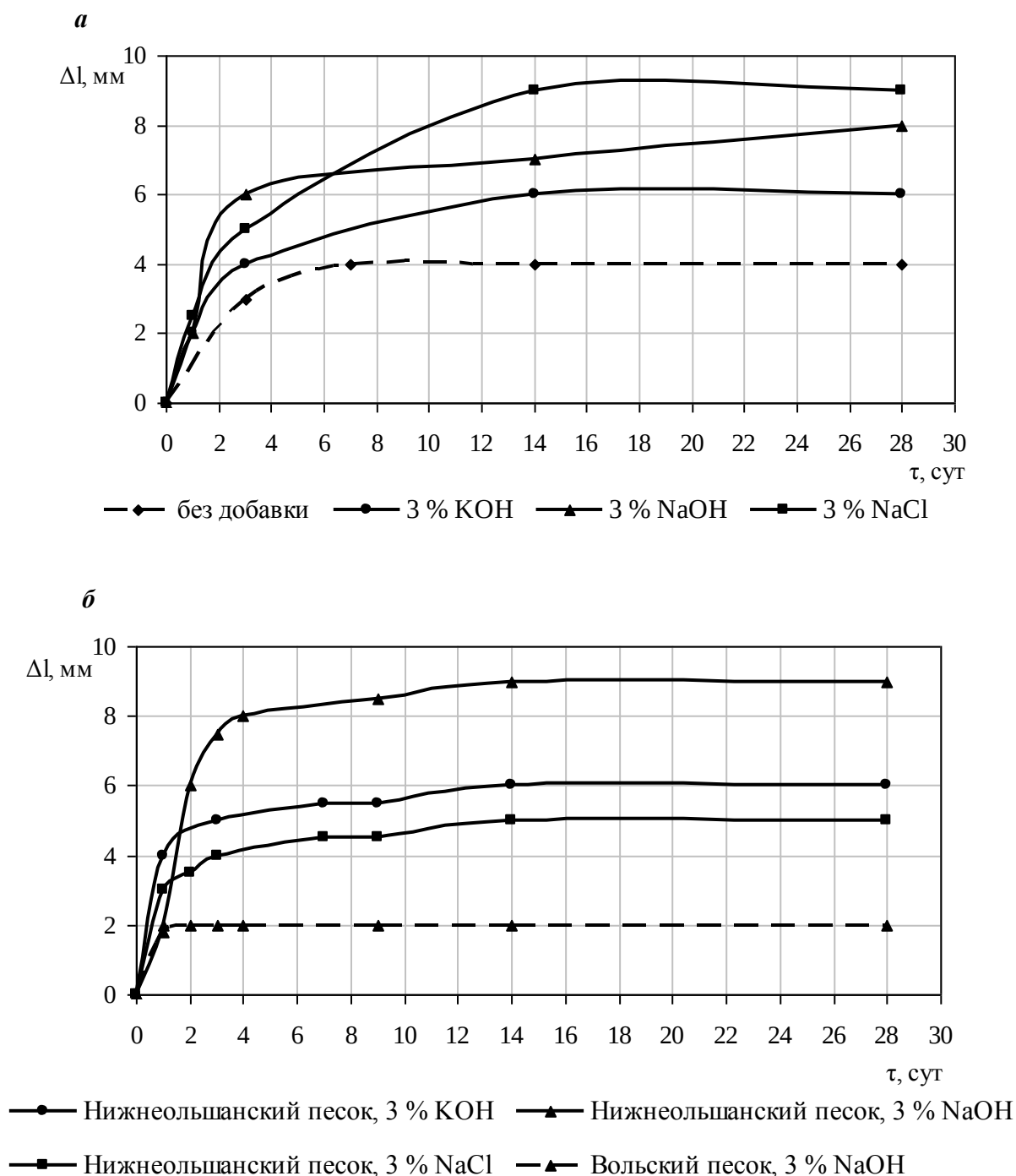


Рисунок 1. Расстояние между концами стержней кольца Ле Шателье:
 а - перлитовый заполнитель; б - кварцевый песок

Как видно из рис. 1(а) расширение кольца Ле Шателье, заполненного цементно-песчаным раствором на перлитовом заполнителе продолжалось около 14 сут, после чего до 28 сут расширения не происходило. Наличие реакционно-способного кремнезема в перлите составляет 134 ммоль/л [4]. Расширение кольца Ле Шателье является показателем взаимодействия щелочей цемента с заполнителем. В результате образования щелочесиликатного гидрогеля развивается давление на окружающий материал, что вызы-

вает появление растягивающих напряжений, в результате чего раствор испытывает объемные деформации. Наибольшее расширение наблюдалось с добавкой NaCl, наименьшее – с КОН. Контрольный (бездобавочный) состав также вызвал расширение, что можно отнести к свойствам самого вяжущего. Смесь на природном кварцевом песке при затворении растворами добавок NaOH, NaCl и КОН также показала расширение: наибольшее – с добавкой NaOH, наименьшее – с добавкой NaCl (рис. 1, б). Вызы-

вает интерес зависимость раскрытия кольца от вида катиона: в присутствии катионов Na^+ раскрытие кольца больше, чем с катионами K^+ . Добавка NaCl вызывает наибольшее расширение на перлите, наименьшее – на кварцевом песке.

Это согласуется с данными, приведенными в работе [5], где было установлено содержание активного кремнезема 86 ммоль/л в песке речных месторождений Республики Татарстан (Саканы), что превышает допустимые величины по ГОСТ 8269.0-97. Применение такого песка в бетонах на низкощелочных цементах не вызывает опасных деформаций расширения, превышающих допустимую величину 0,1 %. Однако в более поздние сроки или при изменении условий эксплуатации деформации могут появиться.

Полученные результаты подтверждают, что расширение является сложной зависимостью от количества и химической активности заполнителя, и необязательно будет возрастать по мере увеличения содержания реакционноспособного заполнителя [6].

Анализ приведенных на рис.1 экспериментальных данных по кинетике расширения показывает, что они могут быть описаны уравнениями теории переноса [7]. При обработке экспериментальных данных по кинетике расширения мелкозернистых бетонов получается две кинетические константы: начальная скорость и коэффициент торможения, которые не зависят от срока испытаний, являются постоянными для любой продолжительности процесса коррозии. Это позволяет производить сопоставление результатов испытаний коррозии щелочей с заполнителем, полученных по различным методикам [1] и производить их сопоставление с единых позиций.

Вывод: предложен достаточно простой и быстрый способ для определения расширения цементно-песчаного раствора, что позволяет установить наличие реакционноспособного кремнезема в заполнителе. Испытания прово-

дятся в нормальных условиях, что в большой степени приближено к естественным условиям эксплуатации и обеспечивает более достоверные результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний» – Москва, 1997.
2. *Брыков, А.С.* Щелоче-силикатные реакции и коррозия бетона [Текст] /А.С. Брыков // Цемент и его применение, 2009. – №5. – С.31–37.
3. *Иванов, Ф.М.* Взаимодействие заполнителей бетона с щелочами цемента и добавок [Текст] /Ф.М.Иванов, Г.В. Любарская, Н.К. Розенталь // Бетон и железобетон, 1995. – №1. – С.15–18.
4. *Розенталь, Н.К.* Коррозия бетона, вызванная взаимодействием щелочей цемента с кремнеземом заполнителя [Текст] / Г.В. Любарская // Технологии бетонов, 2005. – №5. – С.17-19.
5. *Морозова, Н.Н.* Внутренняя коррозия бетона на заполнителях речных месторождений Татарстана [Текст] / Н.Н.Морозова, А.И. Матейонас, В.Г. Хозин, Н.А.Захарова, Т.З. Лыгина //Строительные материалы, 2005. – №11. – С.27–28.
6. *Блэнкс, Р.Ф.* Технология цемента и бетона [Текст] /пер. с англ. Р.Блэнкс, Г.Л.Кеннеди. – М.: Промстройиздат, 1957. – С.256-275.
7. *Рахимбаев, Ш.М.* Расчет кинетики процессов переноса в технологии строительных материалов: метод. указания. – 2-е изд., стер. [Текст] / Ш.М. Рахимбаев, Е.А.Поспелова. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – 55 с.