

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ
ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 27-28.05.2014)

УДК 666:94.041.57

**ИННОВАЦИИ В МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА
ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ЕВРОСТАНДАРТ**

ДЗАБИЕВА Л.Б., БАТЯНОВСКИЙ Э.И.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В связи с введением в действие с 1.06.2012 гармонизированного с европейскими нормами стандарта СТБ ЕН 196-1-2011[1] в общепринятых до этого методиках испытания технологических показателей портландцемента [2, 4] произошли изменения, суть которых с соответствующими комментариями рассматривается в настоящей статье.

Одним из важнейших показателей технологических свойств портландцемента является его водопотребность, которая характеризуется величиной процентного водосодержания цементного теста стандартной консистенции (нормальной густоты). По действующему ранее стандарту [2] нормальной густотой цементного теста считалась такая его консистенция, при которой пестик прибора Вика не доходит до пластины, на которой установлено кольцо с тестом, на 5–7 мм. Согласно [1] этот диапазон значительно расширяется и составляет 4–8 мм или (6 ± 2) мм. Т.о. довольно трудоемкое определение, которое требовало к тому же длительного по времени экспериментального поиска, становится легче устанавливаемым, т.к. функ-

ция цели (требуемая консистенция) становится быстрее достижимой.

Некоторые изменения коснулись и деталей эксперимента. Если по [2] исходная навеска портландцемента составляла 400 грамм, по [1] она составляет 500 грамм; изменяется порядок загрузки материалов и их перемешивание. По методике [2] вода вливалась в портландцемент, масса перемешивалась и растиралась в общей длительности 5 минут, по [1] в чашу смесителя вначале вливают отдозированное количество воды, а затем вводят портландцемент при общей длительности перемешивания 3 минуты. Количество воды затворения в процентах от массы цемента, округленное до 0,5%, при котором достигается нормированная консистенция цементного теста, принимается за нормальную густоту цемента. Стандартизовано также в [1] использование защитных перчаток при работе с цементным тестом ввиду его высокой щелочности.

Более значимые изменения произошли в определении сроков схватывания портландцемента. Если по [2] временем начала схватывания считалось время от момента водозатворения портландцемента до того момента, когда игла прибора Вика не доходит до пластины, на которой установлено кольцо с тестом нормальной густоты, 1–2 мм, то в [1] это время фиксируется уже гораздо позже, а именно, когда игла прибора Вика не доходит до пластины на (6 ± 3) мм, т.е. от 3 до 9 мм. Т.о. время начала схватывания существенно удлиняется, что позволяет технологам при разработке технологии производства бетонных изделий более свободно назначать момент тиксотропного воздействия на бетонную смесь для её укладки и уплотнения. Это особенно важно для низкоалюминатных цементов, которые характерны для белорусских производителей.

Что касается конца схватывания, в новом стандарте [1] его время вычисляется от нулевого времени до того момента, когда игла прибора Вика погружается в схватывающееся тесто не более, чем на 0,5 мм, тогда как по [2] концом схватывания считался момент, когда игла опускается в тесто не более, чем 1–2 мм, т.е. и по этому показателю прослеживается удлинение допустимых сроков.

Кроме изменения количественных характеристик определения сроков схватывания в [1] предусматриваются следующие изменения условий проведения эксперимента:

✓ для определения конца схватывания применяется игла с кольцеобразной насадкой диаметром около 5 мм, при помощи которой можно с большей точностью определить малую глубину погружения. Искомый момент соответствует положению иглы, при котором кольцеобразная насадка на ней впервые не оставляет отпечатка на поверхности цементного теста;

✓ заполненное кольцо Вика на пластине – основании помещают в емкость, заполненную водой так, что поверхность теста должна быть покрыта слоем воды не менее 5 мм высотой. Емкость для испытания выдерживается в камере при температуре 20⁰С, такие же условия должны соблюдаться и между погружениями иглы (интервал времени 10 мин.);

✓ при определении конца схватывания кольцо с цементным тестом, использованное для определения начала схватывания, переворачивают так, чтобы определение конца схватывания проводить с противоположной стороны;

✓ альтернативная методика определения сроков схватывания предусматривает использование климатической камеры или помещения с возможностью поддержания в них постоянной температуры (20±1)⁰С и относительной влажности воздуха не менее 90%.

Время начала схватывания указывается с округлением до 5 мин; конца схватывания – до 15 мин.

Для гидравлического вяжущего каковым является портландцемент, введение новых условий определения сроков схватывания (в водной или влажной среде) является, на наш взгляд, вполне оправданным, поскольку позволяет избежать влияния на рост вязкости системы (фиксируемой как схватывание) возможного уменьшения её водосодержания за счет испарения воды в воздушной среде, что вполне может иметь место ввиду длительного процесса схватывания портландцемента.

Важным показателем качества портландцемента является равномерность изменения его объема при твердении, которая определялась по [2] по появлению радиальных трещин на цементных лепешках после их кипячения. Никаких количественных параметров при такой методике не фиксировалось – трещины либо есть, либо их нет, а значит, цемент либо выдержал, либо не выдержал испытание на равномерность изменения объема.

Причиной последнего обычно является неполное связывание СаО в силикаты, алюминаты и ферриты при обжиге клинкера, повышенное содержание в нем MgO или повышенное содержание в цементе этtringита, образовавшегося при избыточном введении гипса при помолке клинкера. Названные три фактора имеют четкие количественные характеристики: содержание свободного СаО в клинкере не должно превышать 1–2%, MgO – 5%, гипса – 4% в пересчете на SO₃. Следовательно, также обоснованным является переход в [1] на количественную оценку параметра равномерности изменения объема при твердении цементного теста. Здесь определение равномерности изменения объема предусматривается в кольце Ле–Шателье, которое представляет собой разрезанный по образующей полый цилиндр с двумя индикаторными иглами, припаянными по обе стороны на одинаковом расстоянии от прорези.

Упругость кольца позволяет увеличение расстояния между индикаторными иглами не менее чем на 15 мм без остаточной деформации. Кольца Ле–Шателье наполняют цементным тестом нормальной густоты, помещают в климатическую камеру и выдерживают 24 часа при температуре 20⁰С и относительной влажности воздуха не менее 90%, после чего измеряют расстояние между концами игл с точностью до 0,5 мм (А). Затем выдерживают кольца в кипящей воде в течении 3-х часов и вновь измеряют расстояние между концами игл с точностью до 0,5 мм (В). После этого кольца охлаждают до температуры окружающей среды и замеряют расстояние С между концами игл. Рассчитывают разность замеренных значений (С-А) мм. Если расстояние превышает 5 мм, испытание по определению равномерности изменения объема повторяется.

Существенные изменения предусматриваются гармонизированным стандартом при определении прочности цемента [3]. Основные отличия от [4] следующие:

- ✓ фиксированное водоцементное отношение 0,5 в отличие от плавающего В/Ц по [4], которое назначается по распылу конуса на встряхивающем столике в пределах 106-115 мм;

- ✓ использование полифракционного песка с содержанием двуокси кремния не менее 98% по массе вместо монофракционного вольского с пустотностью более 40%, что приводило вместе с низким выходом теста при В/Ц=0,4 к тому, что объёма цементного теста едва хватало для заполнения пустот между зернами песка. Пу-

стотность полифракционного песка ниже, а выход теста при В/Ц=0,5 выше, что обеспечивает лучшее уплотнение при испытании;

✓ поскольку показатель прочности не относится непосредственно к цементу – порошкообразному материалу, но формируется в процессе твердения образцов из цементного раствора, пропорции его в массовых долях составляют одну часть цемента, три части песка и ½ часть воды (В/Ц=0,5). Каждый замес для трех испытываемых образцов готовится из 450 г цемента, 1350 г песка и 250 г. воды [3]. Ранее на замес бралось 500 г цемента и 1500 г песка, В/Ц=0,4 [4].

✓ изменился способ уплотнения цементно-песчаного раствора. По [4] форму наполняют на 1 см раствором и включают виброплощадку с частотой колебаний 3000 кол/мин и амплитудой 0,35 мм, добавляя раствор небольшими порциями заполняют форму, удаляя избыток после отключения виброплощадки. По [3] вместо виброплощадки используется встряхивающая установка. В каждое отделение формы, закрепленной на встряхивающей установке, укладывают растворную смесь в два приема приблизительно по 300 г. После распределения по форме специальным распределителем каждый слой раствора уплотняют 60 толчками встряхивающей установки. Форма выдерживается 24 часа во влажных условиях, после чего распалубливается и образцы помещаются в воду с температурой 20⁰С так, чтобы расстояние между ними и высота слоя воды над ними были не менее 5 мм;

✓ испытание балочек на растяжение при изгибе проводится аналогично [4] с той разницей, что предел прочности при изгибе рассчитывается как среднее арифметическое трех отдельных результатов с точностью до 0,1 МПа, вместо среднего арифметического из двух наибольших результатов испытания, как это было ранее [4];

✓ определение предела прочности при сжатии по [3] проводится на половинках балочек с использованием специальной насадки для определения предела прочности при сжатии, не подвергающей половинки призмы воздействию вредных напряжений. Предел прочности при сжатии R_c , МПа, рассчитывается по формуле

$$R_c = \frac{F_c}{1600},$$

где F_c – разрушающая нагрузка, Н;
1600 = (40×40) мм – площадь вспомогательных плит, мм².
По [4] площадь вспомогательных плит была 2500 мм².

Указанные изменения в методике определения основных технологических показателей портландцементов в соответствии с [1, 3] необходимо учитывать в преподавании курса «Строительное материаловедение» и дисциплин специализации ПСИК с соответствующей модернизацией испытательного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ ЕН 196-3-2011. Методы испытания цемента, Ч.3. Определение сроков схватывания и равномерности изменения объема.
2. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
3. СТБ ЕН 196-1-2007. Методы испытания цемента. Ч.1. Определение прочности.
4. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
5. Энтин З.Б. О контроле качества цемента. Цемент и его применение, 2011, № 1 – с. 71-75.