

ГАРМОНИЗАЦИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СУЛЬФАТОСТОЙКИМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТАМ

ДЗАБИЕВА Л. Б., КОВАЛЬЧУК К. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Гармонизация с европейскими нормами стандартов по цементам, необходимая для устранения барьеров в торговле между странами системы всемирной торговой организации, осуществляется в два этапа. На первом этапе разработаны гармонизированные стандарты ГОСТ 31108 на общестроительные цементы, ГОСТ 30744 на методы испытаний и ГОСТ 30515 «Цементы. Общие технические условия», предусматривающий общую классификацию цементов, общие технические требования ко всем цементам, общие термины и определения, порядок проведения контрольных испытаний и т. д.

Второй этап предусматривает соответствующую переработку стандартов на специальные цементы: сульфатостойкий, дорожный, для асбестоцементных изделий, декоративные цементы и т. д.

Эта работа осуществляется фирмой «Цемискон», которой, в частности, разработан гармонизированный с ЕС стандарт на сульфатостойкий портландцемент ГОСТ 22266–2013. Последний введен в действие с 1 января 2015 взамен действовавшего ранее ГОСТ 22266–94. Ниже рассматриваются вопросы основных положений, введенных в гармонизированный стандарт в отличие от ранее действовавшего, и их соответствие общепринятым в мировой системе, включающей стандарты ведущих стран с развитой цементной промышленностью.

В ранее действовавшем стандарте [1] предусматривался выпуск четырех типов сульфатостойких цементов: сульфатостойкий портландцемент без добавок, сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками, сульфатостойкий шлако-портландцемент и пуццолановый цемент. В зарубежной практике общепринято деление сульфатостойких цементов на два типа – высокосульфатостойкие и

умеренно сульфатостойкие [3]. Гармонизированный стандарт [2] предусматривает три наименования сульфатостойких цементов: бездобавочный, с минеральными добавками и сульфатостойкий шлакопортландцемент. В новом стандарте приняты при этом и новые обозначения типов сульфатостойких цементов в зависимости от их вещественного состава. Если ранее предусматривалась только одна марка бездобавочного сульфатостойкого цемента – ССПЦ 400-Д0, то по новой версии стандарта сульфатостойкий цемент без минеральных добавок обозначается как тип ЦЕМ I СС, но при этом может производиться с двумя классами по прочности (32,5 и 42,5) и двумя подклассами по скорости твердения – нормальнотвердеющий (Н) и быстротвердеющий (Б).

Проанализируем требования гармонизированного стандарта к минералогическому составу сульфатостойкого цемента без минеральных добавок с требованиями зарубежных стандартов. По [2] содержание C_3A в клинкере ограничивается 3,5 %, тогда как в [1] это было 5 %. Другими словами, существенно ограничивается содержание именно того минерала, который в агрессивной сульфатной среде образует трехсульфатную форму гидросульфаломината кальция (ГСАК), минералогическое название которого «эттрингит». Последний формируется с увеличением объема вступающих в реакцию веществ в 2,8–4,6 раза, что и приводит к деструкции цементного камня и разрушению бетонного сооружения. Поэтому строители и называют эттрингит «цементной бациллой».

Образованию эттрингита способствует повышенная щелочность жидкой фазы в цементном камне, которая формируется при гидролизе и гидратации основного минерала клинкера – алита $3CaOSiO_2$ (C_3S). В [1] его содержание в клинкере не должно было превышать 50 %. В гармонизированном стандарте [2] это ограничение снято, и содержание алита не нормируется. Предполагается, что при столь жестком ограничении содержания C_3A отмена верхнего предела по C_3S не будет заметно отражаться на коррозионной стойкости цемента. Этим же объясняется, очевидно, и отмена ограниченной суммы $C_3A + C_4AF$, которая ранее составляла 22 %.

Ограничение в [2] содержания $Na_2O + K_2O$, поступающих в сырьевую смесь с глинистым компонентом, вызвано их потенциальным взаимодействием с аморфным кремнеземом заполнителей (опал, халцедон) в бетонах, следствием которого может быть чрезмерное

расширение и даже разрушение бетона, а также снижение его морозостойкости и образование высолов на бетонных изделиях.

Очевидно, такая либерализация в отношении содержания C_3S и суммы $C_3A + C_4AF$ базируется на анализе требований стандартов ведущих зарубежных стран, которые иллюстрируются табл. 1.

Производство клинкеров со столь жестким ограничением C_3A технологически легче достигается при замене глинистых компонентов сырьевой смеси на кремнеземистые породы – диатомит, трепел, опока. Если же сырьевая база производителя такой замены не позволяет, то содержание C_3A в клинкере можно снизить до нужных значений за счет повышения коэффициента насыщения сырьевой смеси и снижения величины ее глиноземистого модуля.

$$KH = \frac{CaO - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3)}{2,8SiO_2}; \quad GM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}.$$

При этом необходимо учитывать, что повышение величины KH всегда влечет за собой увеличение содержания в клинкере минерала алита C_3S . Это означает, что в тандеме минералов-силикатов клинкера увеличение доли алита C_3S произойдет за счет уменьшения доли белита C_2S – минерала, обладающего наименьшей из всех минералов клинкера экзотермичностью при гидратации. И хотя [2] отменяет ограничение по C_3S , такое смещение соотношения минералов-силикатов может сказаться на экзотермичности сульфатостойких цементов.

В свое время сульфатостойкие цементы заменили т.н. низкотермичные цементы или цементы с умеренной экзотермией, рекомендовавшиеся для возведения массивных сооружений, именно благодаря требованиям [1] по ограничению содержания C_3S , как высокоэкзотермичного минерала, не более 50 %. Если же, после отмены в [2] ограничения по C_3S , его содержание существенно превысит указанное значение, это приведет к увеличению экзотермичности цемента. В таком случае, необходимо будет предусматривать специальные меры для предотвращения трещинообразования при бетонировании на таких цементах массивных сооружений.

Таблица 1

Сравнительные требования к высокосульфатостойким цементам без минеральных добавок в отечественных и зарубежных стандартах (% от массы клинкера, не более)

Показатель	Россия и СНГ ГОСТ 22266–2013	США ASTM Тип V	Великобритания BS 4027	Германия DIN 1164 ч.10	Китай GB 748
Содержание C ₃ A	3,5	5	3,5	3,0	3,0
Содержание C ₃ S	Не нормируется				50
Al ₂ O ₃	5	Не нормируется		5	Не нормируется
MgO	5	6	5	5	5
Щелочных оксидов R ₂ O (в пересчете на Na ₂ O)	0,6	–			
Содержание добавок (% от массы цемента): пластифицирующих	0,5	–			
гидрофобизирующих	0,3	–			
Удельная поверхность, м ² /кг, не менее	250	280	250	220	280

Поскольку в себестоимости бездобавочных цементов велика доля теплоэнергетических ресурсов (доходит до 75–80 %), экономически целесообразно, по возможности, использовать сульфатостойкие цементы с минеральными добавками и сульфатостойкие шлакопортландцементы, которые соответствуют умеренно сульфатостойким цементам зарубежных производителей [3].

Для этого случая требования отечественного и зарубежных стандартов по основным позициям сопоставляются ниже.

По минералогическому составу клинкера: C_3A не более 5 %, $C_3A + C_4AF$ не нормируется [2], хотя в [1] эта сумма ограничивалась пределом 22 %, Al_2O_3 не более 5 %, MgO не более 5 %, щелочных оксидов R_2O (в пересчете на Na_2O) не более 0,6 %. Вещественный состав портландцемента предусматривает использование в качестве активных минеральных добавок шлака, пуццоланы, микрокремнезема как по отдельности, так и в виде композиционной добавки.

Стандарты США для умеренно сульфатостойких цементов содержание C_3A не нормируют, стандарты Китая ограничивают 5 %, т. е. аналогично [2]. Что касается требований по C_3S , то здесь США не нормируют, а Китай ограничивает его содержание не более 55 %. По содержанию Al_2O_3 и MgO требования аналогичны [2].

Таким образом, после введения в нормативно-правовую практику цементного производства стандарта [2] технические показатели сульфатостойких портландцементов гармонизированы с нормативными требованиями зарубежных производителей для обоих видов цементов – высоко- и умеренно сульфатостойких.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цементы сульфатостойкие. Технические условия: ГОСТ 22266–94.
2. Цементы сульфатостойкие. Технические условия: ГОСТ 22266–2013
3. Энтин, З.Б. О разработке новых стандартов на цементы. Цемент и его применение. – 2011. – № 6 – С. 34–37