

## НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО НАПРЯГАЮЩЕМУ ЦЕМЕНТУ И НАПРЯГАЮЩЕМУ БЕТОНУ

### 1. Современное состояние стандартизации цемента.

Широкое развитие экономических связей на международном уровне, возрастающие требования к качеству продукции, ее безопасности и экологичности, унифицированный подход к обеспечению качества путем создания систем качества по ISO 9000 и их сертификация требуют коренного пересмотра методов и практики стандартизации цемента [1]. Такой пересмотр уже реально осуществляется в европейских странах и включает унификацию методов испытаний и технических требований к цементам, а также развитие единого подхода к оценке соответствия качества конкретной продукции требованиям стандарта. Указанные требования формализуются в виде Европейских стандартов (EN). Уже несколько лет действуют 8 стандартов серии EN 196 «Цементы. Методы испытаний цемента». В сентябре 2000 г. технический комитет CEN/TC 51 уже принял постоянные стандарты EN 197-1 «Цементы. Состав и сертификация» и EN 197-2 «Цементы. Оценка конформности», которые в странах-членах Европейского экономического сообщества (ЕЭС) начнут действовать с апреля 2001 г. Большинство европейских стран, даже не входящих в ЕЭС (для последних стандарты, принятые CEN, являются обязательными), присоединились к стандартам EN. Существенным вкладом в этот процесс стал отказ Великобритании от национального стандарта BS 4550 и присоединение к европейскому стандарту. Учитывая, что этот стандарт применяли также многие страны – члены Британского содружества, следует ожидать введения европейских стандартов и в этих странах. В дальнейшем предполагается принятие унифицированного метода испытаний по стандарту ISO/CEN также в США, где предпосылкой к этому является отказ от национальной системы единиц PSI (фунт на квадратный дюйм) и переход на международную систему СИ. Внедрение EN по цементу в Литве, а конкретно в АО «Акмянас цементас», производящего цемент по ГОСТ 10178, начато в 1994 г. и уже почти завершено. В Болгарии введены как национальные стандарты все EN в области цемента, извести и гипса. Такая же работа начата и в России, и в Беларуси, однако в связи с плохим финансированием осуществляется недопустимо медленными темпами. Гармонизация национальных норм с европейскими нормами дорого, но неизбежно.

Цемент является одним из тех немногочисленных продуктов, основные показатели качества которого – прочность на сжатие, растяжение при изгибе, равномерность изменения объема, сроки схватывания и др. – не могут быть непосредственно измерены путем испытаний самого материала. Непосредственными испытаниями могут быть оценены лишь химические показатели, содержание активных минеральных добавок, эффективная активность естественных радионуклидов и некоторые другие. Показатели первой группы могут быть оценены лишь после изготовления из цемента определенных стандартных образцов и их последующего испытания. Отсюда следуют два принципиальных вывода:

1. Результаты испытаний напрямую зависят от метода изготовления и испытания образцов. Применительно к цементу при определении прочности это вид стандартного песка, соотношение цемент : песок и цемент : вода, процедуры перемешивания, формования и хранения образцов, их размеры, температура хранения и др. Очевидно, что процедура изготовления образцов должна быть регламентирована.

вана в стандарте как можно более строго. Различающиеся процедуры изготовления образцов обуславливают получение различных и в общем трудно сопоставимых результатов оценки качества цемента.

2. Разнообразие факторов, влияющих на результаты испытаний изготовленных из цемента образцов, и невозможность непосредственной оценки качества цемента без превращения его в другой материал требуют развития принципиально нового понимания качества цемента.

Одна из указанных трудностей содержательной и сопоставимой оценки качества цемента – зависимость результата от метода испытаний – в значительной степени преодолевается в случае унификации методов испытаний. Насколько актуальна такая унификация, видно из табл. 1, в которой сопоставлены методы испытаний цемента, принятые в различных странах мира.

**Таблица 1 [2]**

Показатели	Страна, организация					
	Россия, СНГ	ЕЭС	США	Япония	Китай	Великобритания*
Ц/П	1 : 3,00	1 : 3,00	1 : 2,75	1 : 2,00	1 : 2,50	1 : 3,00
Тип песка	Монофракционный	Полифракционный	Двухфракционный	Монофракционный	Двухфракционный	Монофракционный
Размер зерен песка, мм	0,50 – 0,90	0,08 – 2,00	0,15 – 0,60	0,10 – 0,30	0,25 – 0,65	0,60 – 0,85
В/Ц	0,400	0,500	0,485	0,650	0,440	0,400
Способ уплотнения	Виброплощадка	Встряивающий стол	Штыкование	Штыкование	Виброплощадка	Виброплощадка (12 тыс. об/мин)
Форма образцов	Балочки (40×40×160 мм)	Балочки (40×40×160 мм)	Кубы (50 мм)	Балочки (40×40×160 мм)	Балочки (40×40×160 мм)	Кубы (7,07 мм)

\* Стандарт Великобритании на методы испытаний цемента BS 4550, часть 3, в настоящее время унифицирован с европейским стандартом EN 196 – 1

Актуальной является задача сопоставления качества цемента, определенного разными методами. Попытки установить взаимно однозначное соответствие между активностью цемента по ГОСТ 310.4 и ИСО 679 (EN 196–1) предпринимались по меньшей мере дважды. Первый раз – в рамках Постоянной комиссии по стандартизации в строительстве СЭВ в 70-х годах с целью унификации стандартов стран-членов СЭВ, использовавших разные методы испытаний цементов. Повторно эта работа была выполнена в 90-х годах в фирме «Цемискон» (Россия) для обоснования необходимости унификации российских стандартов с европейскими. Проводили параллельные испытания по ГОСТ 310.4–81 и EN 196-1 всех проб цемента, поступивших в испытательный центр фирмы «Цемискон» на сертификационные испытания. Были обработаны результаты испытаний 132 проб цемента в возрасте 2 суток и 150 проб в возрасте 28 суток. Для испытаний по EN 196-1 применяли только сертифицированные европейские пески. Ниже приведу результаты этих испытаний, опубликованные авторами [3].

Для испытаний в возрасте как 2 суток, так и 28 суток, получены коэффициенты корреляции для прочностей, определенных разными методами:  $\rho = 0,81$ . Среднее значение для прочности в возрасте 2 суток, определенное по ГОСТ 310.4, составило 22,7, по EN 196-1 – 15,9 МПа, в возрасте 28 суток – соответственно 51,7 и 48,4 МПа, т.е. в возрасте 2 суток прочности значительно различаются, в то время как в возрас-

те 28 суток в среднем относительно близки. Остаточная дисперсия  $S_{ост}^2 = (1 - \rho^2) \cdot S^2$ , зависящая не от свойств цемента, а от стохастических факторов, главным образом от методов испытаний, в обоих случаях составляла 0,34 от полной дисперсии. Отношение результатов испытаний  $R_{EN196-1}^{28} / R_{ГОСТ310.4-81}^{28}$  для различных цементов изменялось от 0,7 до 1,1, а  $R_{EN196-1}^2 / R_{ГОСТ310.4-81}^2$  – от 0,6 до 1,0, так что прямое приравнение марки по ГОСТ 310.4 к какому-либо классу по EN 196-1 или наоборот невозможно.

Изложенное позволяет сделать однозначный вывод – унификация методов испытаний цемента на международном уровне становится неизбежной необходимостью.

Исторически сложившееся разнообразие используемых методов испытаний цемента привело к включению в стандарты разных стран практически несопоставимых требований к качеству цемента. Далее проанализирую в основном требования к прочности по данным авторов [2]. Например, нормативные требования к прочности цемента в возрасте 28 суток в японском стандарте находятся в пределах 30..35 МПа, а в китайском – 41,7÷71,1 МПа. При этом по фактическому качеству, проявляемому при изготовлении бетона, японский цемент заведомо не уступает китайскому.

Даже для наиболее распространенных общестроительных цементов средних марок (классов) прочности установленные стандартами нормативные сроки испытаний существенно различаются:

- в СНГ: (ПЦ 400, 500) – 28 суток;
- в Европе: класс 32,5R и 42,5 – 2 и 28 суток; класс 32,5 – 7 и 28 суток;
- в США: (ПЦ тип 1) – 3 и 7 суток;
- в Японии (ПЦ 300) – 3, 7 и 28 суток.

Столь несопоставимые требования к цементам создают существенные трудности при проектировании строительных растворов и бетонов, установлении строительных норм и правил, контроле качества цемента и оценке его соответствия стандартам, а также в международной торговле. Привлекаемая к строительству, например, в Беларуси иносфирма вынуждена переходить от привычных ей стандартов на цемент и методов проектирования бетонов к другим, незнакомым, что неизбежно отражается на эффективности и качестве работ. То же относится и к нашим фирмам, работающим за рубежом.

Предприятиям, поставляющим цемент одновременно на внутренний и на внешний рынок, приходится использовать различные методы испытаний и нормативные требования для этих поставок, причем вынуждено изменяются технологические приемы обеспечения качества и система производственного контроля. Такая ситуация с января 2001 года возникла на цементном заводе (г.п. Красносельский), осуществляющем поставки цемента в Литву. Основной задачей являлось освоение новых методов испытаний по стандартам серии EN 196. Это означало оборудование новой лаборатории, так как большинство методов испытаний, как указывалось выше, отличается от методов испытаний по ГОСТ. Оборудование такой лаборатории заводу стоило около 130 тыс. долларов США. Очевидно, что дорого будет стоить и апробация работы лаборатории. Постоянный контроль за работой лаборатории будут проводить эксперты страны, в которую экспортируется белорусский цемент. Необходимым условием признания результатов лаборатории является ежегодное участие в лабораторных сравнительных испытаниях с лабораториями стран ЕЭО.

Таким образом, существенный прогресс в производстве и применении цемента возможен только при полной унификации на международном уровне методов и сроков испытаний, а также нормативных требований к цементам.

Для стран СНГ неотложными задачами являются скорейшее завершение работ по подготовке комплекса новых стандартов, гармонизированных или унифицированных с европейскими, и их введение взамен действующих.

В настоящее время в России разрабатывается стандарт по цементу<sup>1</sup>, унифицированный с EN 196-1. Вопросы стандартизации специальных процедур для проверки соответствия качества цемента, выпускаемого конкретным предприятием, требованиям соответствующей нормативной документации (стандарта, контракта на поставку) проработаны в новом стандарте СНГ ГОСТ 30515, который в основном гармонизирован с EN 197-2, однако уступает последнему по разработке требований к внешнему контролю качества.

## **2. Новые государственные стандарты РБ «Цемент напрягающий. Технические условия» и «Бетон на напрягающем цементе. Технические условия».**

Указанные СТБ разработаны в рамках «Программы технического нормирования и стандартизации Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь» в соответствии с новой системой технического нормирования и стандартизации в строительстве и общими требованиями к разработке стандартов, представленными в СТБ 1.2–96 и СТБ 1.5–96.

Целью разработки стандартов являлась реализация программы создания национального комплекса нормативно-технических документов в области строительства.

Задачами разработки стандартов являлись: установление технических требований к цементу напрягающему и бетону на напрягающем цементе, гармонизированных с требованиями международных и межгосударственных стандартов и направленных на повышение качества строительства, трещиностойкости, водонепроницаемости, морозостойкости и долговечности железобетонных конструкций.

При разработке стандартов были использованы результаты обобщения обширных научных исследований, выполненных как в Беларуси, так и за рубежом.

СТБ «Цемент напрягающий. Технические условия» состоит из 10 разделов.

В 1-м разделе определена область применения стандарта; во 2-м разделе приведен перечень нормативных документов, на которые сделаны ссылки в тексте СТБ; в 3-м разделе указаны принятые в стандарте определения; 4-й раздел содержит классификацию напрягающих цементов (НЦ) на марки по величине самонапряжения и на классы (марки) по прочности при сжатии и условное обозначение цемента; в 5-м разделе (из 17 пунктов) приведены основополагающие характеристики, обеспечивающие требуемый уровень качества НЦ: пределы прочности при сжатии и изгибе в возрасте 2 и 28 суток, линейное расширение, самонапряжение, сроки схватывания, тонкость помола, содержание основных оксидов и др. Указаны общие технические требования к материалам для производства напрягающего цемента; в 6-м разделе «Приемка» уточнены и дополнены положения ГОСТ 30515, с учетом которых следует производить приемку НЦ; 7-й раздел посвящен методам контроля основных показателей качества напрягающего цемента. Наряду с испытаниями НЦ по ГОСТ 310.1–310.4 указан порядок изготовления контрольных образцов и проведения испытаний и вычислений для определения показателей самонапряжения и свободного расширения, приведены рабочие чертежи и описание вспомогательных устройств для измерений деформаций расширения; 8-й раздел содержит требования по упаковке, маркировке, транспортированию и хранению НЦ (по ГОСТ 30515); раздел 9 «Отбор проб для контроля» (по ГОСТ 30515); раздел 10 «Гарантии изготовителя». Таким образом,

<sup>1</sup> На время написания статьи рассматривается 2-я редакция проекта стандарта.

в новом стандарте практически унифицирована с европейскими стандартами классификация цементов, классы прочности, требования к вещественному и химическому составу, равномерности изменения объема. Унифицированы в основном методы оценки уровня качества продукции, в том числе используемые для этой цели критерии конформности.

Однако на данном этапе полная унификация оказалась невозможной в связи с отсутствием испытательного оборудования и полифракционного песка по EN196 местного производства. Кроме того, серьезной проблемой является использование других нормативных документов системы ГОСТ, которые неизбежно действуют в переходном периоде, например, нормативная документация производства бетонов и изделий из них, строительные нормы и правила и т.п.

Методы определения основных свойств цемента по ГОСТ 310.1–310.4 временно сохранены в новом стандарте по указанным выше причинам.

В связи с этим разработанные стандарты необходимо рассматривать как переходные, принимаемые на период, в течение которого сможет быть организовано производство необходимого оборудования и материалов, и будет создан национальный комплекс нормативно-технических документов в области строительства, гармонизированных с европейскими стандартами.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Энтин З.Б. Стратегические направления в стандартизации цементов и переход на новые стандарты // XIX Всероссийское совещание-семинар начальников заводских лабораторий цементных заводов: Тез. докл. – М., 1998. – с. 23-31.
2. Энтин З.Б., Нефёдова Л.С., Зельвянская Н.И. Современное состояние стандартизации цементов в российских и зарубежных стандартах // II Международное совещание по химии и технологии цемента: Обзорные докл., Том 2. – М., 2000. – с. 188-127.
3. Энтин З.Б., Нефёдова Л.С., Альбац Б.С. О некоторых аспектах перехода на новые стандарты // Цемент. – 1995. – №1. – с. 22-24.

### ЦИТИРУЕМЫЕ СТАНДАРТЫ

- СТБ 1.2 – 96. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Порядок разработки и утверждения стандартов.
- СТБ 1.5 – 96. Государственная система стандартизации Республики Беларусь. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.
- ГОСТ 310.1 «Цементы. Методы испытаний. Общие положения».
- ГОСТ 310.2 «Цементы. Методы определения тонкости помола».
- ГОСТ 310.4 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии» (СНГ).
- ГОСТ 10178 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» (СНГ).
- ГОСТ 30515 «Цементы. Общие технические условия» (СНГ).
- EN 196–1 «Цементы. Методы испытаний цементов. Определение прочности» (европейский стандарт).
- EN 197–1 «Цементы. Состав и спецификация» (европейский стандарт).
- EN 197–2 «Цементы. Оценка конформности» (европейский стандарт).
- BS 4550, часть 3. «Цементы. Определение прочности» (Великобритания).