

Прогрессивные виды бетонов нового поколения

Петрусевич В.А., Расанец М.А.

(Научный руководитель – Шилов А.Е.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

В конце XX в. в технологии бетона произошли значительные изменения: появились модифицированные с помощью высокоэффективных добавок бетоны нового поколения, новые понятия и термины, изменились некоторые традиционные конструкторские и технологические нормативы.

Ключевой фактор технологии производства таких бетонов – комплексное использование обладающих высокой пуццолановой активностью дисперсных материалов, в основном микрокремнезема, и суперпластификаторов.

Прогресс в получении новых видов бетонов долгое время отождествляли, главным образом, с их более высокой прочностью на сжатие. Термин «бетон высокой прочности» (или «высокопрочный бетон») ранее использовался по отношению к бетонам классов В30...В50, соответствующих в современных нормах классам $C^{25}/_{30}$... $C^{40}/_{50}$ и характеризующих бетоны т.н. нормальной прочности. В настоящее время практически во всех европейских нормах прочность бетона на сжатие по-прежнему остается основной квалификационной характеристикой. Вместе с тем, американские нормы (ACI - 319) отказались от назначения параметрического ряда классов бетона по прочности на сжатие. При этом все больше внимания помимо прочности уделяется и другим важным конструктивно-технологическим характеристикам свойств бетонов (показателям долговечности, удобоукладываемости, плотности и т.д.).

В соответствии с требованиями европейских норм к высокопрочным бетонам относят бетоны, имеющие прочность на сжатие более $f_{c,cube}^G=60$ Мпа ($f_{ck}=50$ МПа), приготовленные по традиционным технологиям на портландцементном вяжущем и качественных рядовых заполнителях.

Американские нормы устанавливают нижний предел, соответствующий понятию высококачественных бетонов при $f_{ck} = 55$ МПа.

В Японских нормах установлено 3 группы бетонов, исходя из значения их нормативного сопротивления f_{ck} : обычные конструкционные бетоны (18...36 МПа), высокопрочные бетоны «1» (36...60 МПа), высокопрочные бетоны «2» (более 60 МПа). Канадские нормы используют другую классификацию, согласно которой установлено пять классов высококачественных бетонов в зависимости от средней прочности на сжатие f_{cm} (см. приложение, табл.1).

В последнее время высококачественные бетоны подвергли дальнейшему разделению на группы, среди которых выделяют т.н. очень высококачественный бетон (англ. Very High-Performance Concrete – VHPC) и ультравысококачественный бетон (англ. Ultra High-Performance Concrete – UHPC). Это материалы, получаемые, главным образом, в специальных условиях и применяемые на практике пока в небольших объемах.

Очень высококачественный бетон – это бетон, получаемый в условиях строительства из составляющих исключительно высокого качества, но по традиционным технологиям и с использованием портландцементного вяжущего. В большинстве случаев к ним относят бетоны класса от C100 до C150. Основные направления работы по совершенствованию высококачественных бетонов связаны с повышением их прочности на растяжение и деформативности, т.е. исключения или снижения влияния факторов, приводящих к хрупкому разрушению структуры.

Ультравысококачественный бетон относится к последнему поколению материалов на основе портландцемента. Составы таких бетонов существенно отличаются от традиционных и, как правило, данный материал невозможно получить без применения дисперсного армирования структуры. Условно принято, что UHPC – это бетоны, показывающие прочность при сжатии более 150 МПа. Очевидно, что эта группа бетонов в дальнейшем подвергнется еще более детальной классификации по мере развития их технологий, т.к. в различных вариантах производства существенно отличаются как составы, так и способы их получения.

Современные технологии предоставляют строительному производству новые виды бетонов, имеющих высокие технологические и эксплуатационные свойства. В таблице 2 (см. приложение, табл. 2)

приведены основные виды современных бетонов и их характеристики.

Многие из этих бетонов нашли массовое применение при возведении уникальных конструкций и сооружений, превратившись в основной конструкционный материал, а некоторые, например порошковые (RPC) и MDPC, представляют собой концептуальный материал и применяются в ограниченных количествах, в основном при производстве сборных изделий или мелкоштучных деталей.

Все перечисленные высокопрочные бетоны имеют общие отличительные признаки, к которым можно отнести: – низкое водовязущее отношение, т.е. отношение количества воды затворения к сумме цемента и активной микродобавке; – большое содержание микрокремнезема (silica fume) или других высокодисперсных активных микродобавок; – ограничение крупности заполнителя; как правило, используются мелкозернистые бетоны, где в качестве заполнителя применяют высококачественные пески; – большое содержание высококачественных пластифицирующих добавок.

Кроме высокопрочных бетонов к бетонам нового поколения можно отнести: экобетон, нанобетон, кислотоупорный бетон, безусадочный бетон, жаростойкий бетон и т.д.

Рассмотрим более подробно светопроводящий бетон.

Светопроводящий бетон (LiTraCon) – один из самых молодых строительных материалов. Это комбинация стекловолокна и мелкозернистого бетона. Благодаря такому сочетанию, материал становится полупрозрачным. Точнее, он пропускает около 10% света. Сквозь него можно видеть силуэты людей и предметов интерьера. Выглядит все это очень необычно, но вряд ли получит в скором времени широкое распространение. Причина - в высокой стоимости нового материала: примерно 20 тысяч евро за кубический метр. Пока известно лишь об одном случае масштабного применения "литракона" – при строительстве административного здания концерна BMW в Лейпциге.

Приложение

Таблица 1.

Классы высококачественных бетонов в зависимости от их средней прочности на сжатие					
Средняя прочность f_{cm} ,	50	75	100	125	150

Мпа					
Класс	I	II	III	IV	V

Таблица 2.

Виды бетонов	Характеристика	Область применения
Высокопрочные High-Strength Concrete (HSC)	Прочность при сжатии 80-150 МПа	Элементы каркасов высотных зданий, конструкции мостов, путепроводов и др.
Сверхвысокопрочный Ultra High-Strength Concrete (UHSC)	Прочность при сжатии более 150 МПа	Специальные конструкции и элементы (например, опоры морских буровых платформ в северных широтах)
Низкой проницаемости и высокой коррозионной стойкости, не требующие "вторичной" защиты	Марка по водонепроницаемости выше W16	Подземные сооружения, эксплуатируемые в условиях агрессивного воздействия жидких сред
С улучшенными деформационными характеристиками Shrinkage compensated Concrete	Бетоны с компенсированной усадкой или с расширением; с повышенной термической трещиностойкостью	Протяженные монолитные конструкции; массивные фундаментные плиты
Самоуплотняющиеся Self-Compacting (SCC)	Высокоподвижные самовыравнивающиеся смеси стабильной консистенции с распылом конуса более 60 см, не требующие виброуплотнения	Густоармированные конструкции сложной конфигурации
Порошковые Reactive powder Concrete (RPC)	Мелкозернистые бетоны прочностью 180-250 МПа	Мелкообъемные элементы, ограждающие конструкции и детали
Без макродефектов Macro Defect-Free Concrete (MDFC)	Мелкозернистые бетоны пористостью менее 1% без макродефектов прочностью более 150 МПа	Мелкообъемные элементы и детали

ЛИТЕРАТУРА

1. Пецольд Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции (основы теории, расчета и конструирования) – Брест: изд. БГТУ, 2003 – 379с.
2. Сивков С.П., Менделеева Д.И., Пухаренко Ю.В. и др. Наномодификация бетонов для создания многоуровневой структуры. Нанодобавки. Способы введения. Структура, свойства и строительно-технические характеристики бетонов различного назначения// Информационный научно-технический журнал «Технологии бетонов», №3(80), 2013 – с.6-16.
3. Русина В.В. Жаростойкие бетоны с использованием техногенного сырья// Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы», №1(696), 2013 – с.12 – 14.
4. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С. Уникальные бетоны и опыт их применения в современном строительстве//Периодическое издание «Промышленное и гражданское строительство», №6(579), 2013 – с.42 – 44.