

Высокофункциональный бетон – модный термин или философия бетона нового поколения?

7–8 октября 2010 г. в Москве состоялась конференция «Высокофункциональный бетон», организованная Центром бетонных технологий (Санкт-Петербург) и Ассоциацией «Железобетон» (Москва) при участии Дрезденского Технического Университета и Национального исследовательского университета МГСУ. По традиции формат конференций Центра бетонных технологий включал мастер-класс, который провел профессор Дрезденского Университета, директор института строительных материалов В.С. Мецгерин. Модератором конференции выступил вице-президент Ассоциации «Железобетон», профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов МГСУ В.П. Фаликман.



В 1986 г. мировым научным сообществом впервые была сформулирована концепция **высокофункциональных, высококачественных бетонов (High Performance Concrete, HPC)**. Под такими бетонами понимают бетоны, соответствующие специальным требованиям к функциональности и универсальности. По оценкам японских исследователей, прогнозируемый срок службы HPC достигает 500 лет.

В настоящее время требования к высокофункциональным бетонам, среди которых высокая прочность, включая высокую раннюю прочность, стабильность объема, высокое сопротивление истираемости, низкая проницаемость по отношению к воде и химическим ионам, высокая химическая стойкость, высокая морозостойкость, бактерицидность, фунгицидность и другие характеристики, включены в ряд национальных стандартов, а также в руководящие документы международных организаций: RILEM, fib, ASCE, ACI.



Дальнейшее развитие бетоноведения как науки тесно связано с новыми представлениями, которые часто усиливаются экономическими критериями. Вновь разрабатываемые бетоны с повышенным содержанием гранулированного шлака, золы-уноса, золы ривсовой шелухи, метакрилина, других активных минеральных добавок и техногенных отходов в той или иной степени учитывают требования концепции HPC. Объективно это и требования современного рынка бетона, нацеленные на всемерное снижение эксплуатационных затрат и инвестиционных рисков при строительстве сложных инженерных объектов.

Выдающимися примерами реализации концепции HPC являются построенная в 1995 г. в Норвегии платформа для добычи нефти на месторождении Тролл в Северном море, рассчитанная на воздействие ураганного шторма с максимальной высотой волны 31,5 м при сроке эксплуатации платформы 70 лет. Аналогичные платформы построены на океаническом шельфе Северного Ледовитого океана в 200–400 км от берегов Аляски, эксплуатирующиеся в зоне сплошного многолетнего ледового покрова, подвижки которого развивают огромные сдвигающие усилия. Также можно назвать мост через пролив Акаси в Японии с центральным пролетом 1990 м, мост через пролив Нордамберленд в Восточной Канаде со сроком службы 100 лет длиной 12,9 км, сооруженный на опорах, которые погружены в воду на глубину более 35 м, и другие уникальные сооружения. Конечно, что для возведения столь ответственных конструкций и сооружений **необходимы новые материалы, новая технология бетона и железобетона, новая культура производства и мышления.**

В России в настоящее время уже ведется и планируется строительство многих сложных в конструктивном отношении, ответственных и эксплуатируемых в жестких условиях объектов. Это высотные здания в разных регионах страны, спортивные комплексы, транспортные сооружения, гидротехнические и промышленные объекты. Реализация поставленных задач диктует необходи-



Век жизни, век учись

За полвека моего участия во множестве конференций, конгрессов и других мероприятий я впервые получил от одного докладчика столь масштабную, профессионально насыщенную в теоретическом и прикладном плане информацию. Материал, названный В.С. Мещериным мастер-классом, содержал восемь разделов, раскрывающих концепцию и реализацию высокофункционального бетона (ВФБ). Были затронуты технико-экономические и даже юридические аспекты.

Концепция ВФБ (High Performance Concrete – HPC), детально описанная канадским ученым П.-К. Айчином (Aitcin P.-C. High Performance Concrete. E FN Spon. 2004. 140 p.), отражена иллюстративно на рисунке. На первый, но просвещенный взгляд, – ничего принципиально нового. Однако следуя известному английскому принципу «There is no knowledge without terminology», обратимся к терминологии, которую в настоящее время нельзя считать устоявшейся.

Профессор П.-К. Айчин определяет ВФБ как инженерный (технический) материал, в котором одно или более его специфических свойств улучшены путем обоснованного отбора компонентов, проектирования состава, а также тщательного ухода за затвердевшим бетоном. Другое относительно новое определение ВФБ – материал, соответствующий не обычным стандартам, а самым высоким из установленных стандартов, которые не ограни-

чиваются, к примеру, только высокой прочностью, так как не все высокопрочные бетоны являются высокофункциональными. При этом на любом этапе приготовления, транспортирования, укладки, твердения, ухода и эксплуатации должны достигаться самые высокие показатели функциональности и технологичности. Естественно, что это трудно или невозможно достичь традиционными путями.

Поиск определения, адекватного этому типу бетона нового поколения, имеет принципиальное, философское значение. Ведь только в русскоязычном толковании «примерялись» различные термины – высококачественный, высокотехнологичный и даже высокодолговечный бетоны. Как представляется, определение «высокофункциональный бетон» собирательно объединяет все перечисленные выше.

В.С. Мещерин привел убедительные примеры использования ВФБ в уникальных объектах, рассмотрел принципы обеспечения плотной упаковки в объеме бетона, возможности проектирования составов с учетом параметров долговечности согласно Е 206-1, выделяя морозостойкость, карбонизацию, суровые условия эксплуатации. Важен акцент на современные методы физико-химических исследований и физико-механических испытаний. Микроструктура была отведена, что абсолютно справедливо, определяющая роль. Не совсем, на наш взгляд, обосновано обращение к модели цементного теста Пауэрса, которая была разработана для традиционных бетонов в середине прошедшего столетия. А вот внимание к аутогенной усадке в связи со стремлением понизить В/В до $\approx 0,3$ и обращение к эффективным средствам так называемого «внутреннего ухода» за твердеющим бетоном – вполне оправданы, также как и к альтернативному способу оценки морозостойкости.

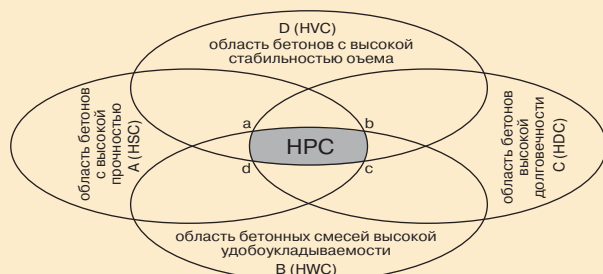
Судя по другим докладом, термин ВФБ, воспринят научно-технологической общественностью с энтузиазмом.

Искренне желаю организаторам конференции расширения аудитории мероприятия.



А.В. Ушеров-Маршак,

д-р техн. наук, профессор ХГТУСА



Концепция высокофункциональных бетонов

HPC ∈ [A(HSC), B(HWC), C(HDC), D(HVC), E(ECF)], ECF – факторы экономических ограничений; A~E – корреляция факторов.

мость аккумуляции знаний и широкое использование международного и отечественного опыта.

В связи с этим формат конференции с мастер-классом, который практикует Центр бетонных технологий, стал весьма привлекательным как для специалистов-практиков, так и для студентов и преподавателей строительных вузов. В работе конференции приняли участие около 90 специалистов в области бетона из Краснодара, Новороссийска, Тюмени, Красноярска, Владивостока, Санкт-Петербурга, Москвы, Харькова, Киева и других городов.

Мастер-класс В.С. Мещерина на тему «Высокофункциональный бетон» был завершающим из цикла мастер-классов, прошедших в 2009–2010 гг.

Основные вопросы, рассматриваемые на конференции, касались как общей концепции высокофункциональных бетонов, так и областей их применения. Подробно были освещены методика повышения прочности и плотности бетона, улучшения его структуры, особенности проектирования состава высокофункционального бетона, проектирование бетонов по параметрам долговечности, возможности снижения аутогенной усадки, морозостойкость высокофункциональных бетонов, альтернативные методы повышения морозостойкости и различные методы испытаний.

Большой интерес вызвали доклады специалистов, которые уже имеют практический опыт работы с высокофункциональным бетоном. Например, начальник строительной лаборатории ПСФ «Крост» Е.П. Борисов рассказал об особенностях применения высокофункциональных бетонов при возведении панельных домов.

Заместитель директора ООО «Предприятие Мастер-Бетон» А.В. Шейнфельд сделал доклад «Технико-экономическая эффективность применения высокофункциональных бетонов в конструкциях высотных комплексов на ММДЦ «Москва-Сити», в котором был рассмотрен опыт сопровождения строительства уникального объекта. Доклад директора направления «Добавки в бетоны» компании ООО «Эм-Си Баухеми Раша» П.Н. Васильева был посвящен разработке и применению на строительстве градилен в Германии кислотостойкого бетона. Об опыте группы Lafarge в создании высокотехнологичных бетонов рассказала Н.В. Стржалковская, руководитель департамента технического маркетинга ОАО «Лафарж Цемент».

Участникам конференции была предоставлена уникальная возможность посещения строительной площадки ММДЦ «Москва-Сити». Техническую экскурсию по объекту, организованную при содействии компании «Аква-Сити Палас» и вице-президента РААСН В.И. Травуша, провел А.В. Шейнфельд. Группа поднялась на 58 этаж строящегося комплекса «Аквапарк», что позволило оценить масштаб строительства всего Московского Международного Делового Центра.

Обсуждая доклады, обмениваясь информацией и собственным производственным опытом, коллеги отмечали, что предложенный организаторами формат конференции очень удобен, так как позволяет завязать новые деловые контакты, пополнить багаж теоретических знаний, получить информацию о разработке нормативных документов и др.

Центр Бетонных Технологий приглашает специалистов строительной отрасли принять участие в конференциях и семинарах 2011 г., с планом проведения которых можно ознакомиться на сайте www.beton-center.ru.