

зование шламов и его физико-химические характеристики соответствуют тонким химическим технологиям и нанотехнологиям, что позволяет отнести шламы к нанотехногенному сырью. Фрактальная размерность шламов различного происхождения (водоочистка, водоподготовка, водоумягчение) составляет ~ 2,2–2,8 [7].

Адсорбционно-связанная вода в шламах обработки цветных металлов (гальванопроизводства, плакирование алюминиевой ленты и т.д.) находится в пределах до 60%. Меньшее количество адсорбционной воды у шламов, полученных в процессе водоумягчения на ТЭС (25–35%).

Устойчивое постоянство состава шламов обеспечивается химическим процессом их получения и формирует стабильную техногенную сырьевую базу стройиндустрии.

В ходе исследования [3, 8] были приготовлены стандартные бетонные образцы с различными видами заполнителей (гранит, мрамор, известняк). В качестве добавки-модификатора к цементным бетонам использовался карбонатный шлам Самарской ТЭС в количестве 5–7%. Установлено, что в бетонах на гранитном заполнителе адгезионная прочность при использовании карбонатного шлама возрастает в 1,5 раза (в течение 28 суток твердения) и в 5 раз (после 9 месяцев твердения) [3]. На мраморном заполнителе адгезионная прочность растворной части к бетонным образцам возросла в 28-суточном возрасте в 5 раз, а после 9 месяцев твердения существенного возрастания прочности не отмечено [3]. Карбонатный шлам влажностью менее 20% выполняет роль нанодисперсного наполнителя, и упрочнение бетона на различных заполнителях примерно одинаково. Характер разрушения опытных образцов идентичен и отличается величиной разрушающего усилия.

При введении карбонатного шлама в цементные композиции в количестве до 10% не происходит снижения прочности, что можно объяснить, вероятно, участием карбоната кальция во взаимодействии с аллюминатами кальция с образованием гидрокарбоалюмината кальция, а также положительной ролью  $Mg(OH)_2$  в формировании новых кристаллических новообразований. Целесообразность введения влажных шламовых отходов в цементные композиции возрастает при использовании мелкозернистых бетонов, а также кладочных, штукатурных и отделочных растворов [3].

#### Список литературы

1. Коренькова С.Ф. Нанодисперсный наполнитель цементных композиций // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2009. – № 4. – С. 15–18.
2. Арбузова Т.Б., Шабанов В.А., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Стройматериалы из промышленных отходов. – Самара, 1993. – 96 с.
3. Коренькова С.Ф., Шеина Т.В. Основа и концепция утилизации химических осадков промстоков в стройиндустрии // Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2004. – 203 с.

4. Коренькова С.Ф., Миронова А.С. Фасадные системы на основе наполненных цементных композиций // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – М.: Стройиздат, 2010. – № 4(76). – С. 34–39.

5. Вассерман И.М. Химическое осаждение из растворов. – Л.: Химия, 1980. – 208 с.

6. Ролдугин В.И. Физико-химия поверхности: учебник-монография. – М.: Изд-во: Интеллект-центр, Интеллект групп, Изд. дом Интеллект, Долгопрудный: Интеллект, 2008.

7. Коренькова С.Ф., Гурьянов А.М. Ядерно-физические методы исследования структуры и свойств строительных материалов. // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 67-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР ун-та за 2009 г. – Самара: Самар. гос. арх.-строит. ун-т, 2010. – С. 226–227.

8. Коренькова С.Ф., Бубнов И.А. Микродисперсные наполнители для цементных бетонов // Строительство: Новые технологии. Новое оборудование. – 2010. – № 2. – С. 37–39.

### ПРОИЗВОДСТВО СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА БЕЗ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Ложкин В.П., Марцинкевич В.Л.,  
Белецкий И.В.

*Международный университет  
фундаментального обучения, Санкт-Петербург,  
e-mail: lozhkin.vitaly@yandex.ru*

Исследовано влияние комплексной химической добавки ТСМ + СН для производства железобетона без тепловой обработки. Проанализированы результаты проведенных испытаний с другими ускорителями твердения бетонов как Хидетал-П-5, Универсал-П-2 и С-3 + ННХК.

Производство сборного железобетона относится к числу наиболее энергоемких отраслей строительной индустрии. На 1 м<sup>3</sup> бетона затрачивается около 70 кг условного топлива, что в 1,5 раза превышает расчетные затраты. А для ускоренного твердения бетона в общем балансе предприятия расход энергии достигает 60%, сами же камеры ТВО занимают 40–60% производственных площадей, фондоотдача которых крайне низка и составляет 30–55%.

Сегодня данную проблему необходимо решать комплексно, как за счет использования высокоэффективных химических добавок, ускоряющих твердение, так и за счет инновационных инженерных решений самих тепловых установок.

Большинство добавок, производимых в мире – комплексного действия [1, 2]. Их номенклатура обширна и, в настоящее время, превышает 80 наименований [3].

Наиболее эффективными для энергосбережения производства сборного железобетона являются поверхностно-активные вещества, вводимые в бетонную смесь совместно с ускорителями твердения (сульфат натрия – СН, хлористый кальций – ХК, нитрит-нитрат хлорид кальция – ННХК и др.).

Нами были проведены лабораторные и производственные испытания наиболее эффективных химических добавок, таких как Хидетал-П-5 (суперпластификатор-ускоритель-ингибитор), Универсал-П-2 (ускоритель-пла-

стификатор-ингибитор) и ТСМ+СН (пластификатор-ускоритель-ингибитор) и С-3+ННХК (суперпластификатор-ускоритель).

Эффективность действия химических добавок оценивали по влиянию различных дозировок на изменение подвижности (жесткости) бетонной смеси, скорости твердения бетона в нормально-влажностных условиях и при ТВО, роста прочности его во времени и на другие параметры, характеризующие свойства модифицированного бетона.

Бетонную смесь готовили в лабораторной бетономешалке принудительного действия при продолжительности перемешивания 3 мин. Вяжущим служили портландцементы марок 400 и 500; щебень гранитный фракции 5-20 мм; песок с модулем крупности 2,45.

Подвижность бетонной смеси при введении исследуемых добавок сильно возрастает; эффект пластификации повышается с увеличением расхода цемента, добавок и исходной подвижности бетонной смеси (табл. 1).

Таблица 1

Изменение подвижности бетонной смеси и прочности бетона при введении добавок

Добавка	Кол-во добавки, %	Расход цемента, кг	О.К., см	Прочность бетона в возрасте 28 сут., МПа
Без добавок	0	250	2,0	25
Универсал-П-2	0,6	250	8,5	24
Хидетал-П-5	0,5	250	10,0	26
С-3 + ННХК	0,8+2,0	250	8,5	25
ТСМ + СН	0,3+2,0	250	6,6	27
Без добавок	0	450	2,5	45
Универсал-П-2	0,6	450	12,0	43
Хидетал-П-5	0,5	450	16,0	46
С-3 + ННХК	0,8+2,0	450	14,5	44
ТСМ + СН	0,3+2,0	450	10,5	46

Несмотря на увеличение подвижности, водоредукция в изделии практически не происходит, в то время, как из обычной бетонной смеси, характеризующейся подвижностью 12-14 см, отслаивается жидкая фаза. Кроме того, передозировка добавок может сильно замедлить твердение бетона

в раннем возрасте. Конечная же прочность бетона определяется В/Ц и практически не зависит от вида добавки, однако уменьшение расхода воды при равной удобоукладываемости, способствует повышению конечной прочности бетона на 15-20% в зависимости от вида добавки (табл. 2).

Таблица 2

Изменение В/Ц бетона с добавками и его прочности

Добавка	Расход цемента, кг	В/Ц	О.К., см	Прочность бетона (МПа), через, сутки	
				1	25
Без добавок	345	0,50	2,5	14	33
Универсал-П-2	345	0,42	2,0	18	37
Хидетал-П-5	345	0,41	3,0	22	38
С-3 + ННХК	345	0,43	3,0	20	37
ТСМ + СН	345	0,44	2,0	24	40

Изменение подвижности бетонной смеси с добавками во времени представлено в табл. 3.

Как видно из полученных результатов, быстрее всех «загустевает» бетонная смесь с добавкой «ТСМ + СН». Такую смесь до уплотнения на вибростол можно выдерживать до 30 минут, в то время как с другими добавками это время увеличивается в 1,5-2 раза, до 50 мин.

Влияние добавок на скорость твердения цементных композиций исследовали при оптимальном их количестве, которое позволяет получить в раннем возрасте максимальную прочность. Результаты экспериментов представлены в табл. 4.

Как видно из результатов экспериментов (табл. 4) лучшие результаты были получены с добавками ТСМ + СН и Хидетал-П-5.

Для выяснения реальных возможностей отказа от ТВО при производстве сборного железобетона мы провели испытания на прочность бетонов различных классов с добавкой ТСМ + СН, как наиболее эффективной среди испытываемых. В качестве вяжущего компонента использовали портландцемент марки 500.

Добавка вводилась в бетонную смесь через дозатор. Прочность бетона контролировали в процессе твердения изделий молотком Кашкарова и испытанием кубиков. Усредненные результаты заводских экспериментов представлены в табл. 5.

Таблица 3

Изменение консистенции бетонной смеси во времени

Добавка	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Осадка конуса (см) или жесткость (с) через, мин					
		5	15	30	50	60	80
Универсал-П-2	250	2,5	2,0	1,0	0,5	0,5	15с
Хидетал-П-5	250	3,0	2,0	0,5	0,5	0	25с
С-3 + ННХК	250	3,5	3,0	2,5	1,5	0,5	20с
ТСМ + СН	250	3,0	1,0	0	20с	40с	-
Без добавок	250	2,5	2,0	1,5	1,0	0	16с
Хидетал-П-5	450	7,5	6,5	4,0	2,5	1,5	0
С-3 + ННХК	450	7,0	5,5	5,0	3,0	1,5	0,5
ТСМ + СН	450	7,5	4,5	1,5	0,5	25с	45с
Без добавок	450	8,0	6,0	4,5	0,5	0	15с
С-3 + ННХК*	450	7,0	6,5	6,0	6,0	5,5	5,5
ТСМ + СН*	450	8,0	7,0	7,0	6,5	5,5	5,0

Примечание: добавки, помеченные звездочкой, вводили в количестве 0,8 + 1,5% и 0,5 + 2% от массы цемента соответственно.

Таблица 4

Прочность бетонов с комплексными добавками через сутки нормального твердения

Добавка	Класс бетона по прочности						
	В7,5	В10	В15	В25	В30	В35	В40
ТСМ + СН	95/118	93/110	95/115	92/108	95/100	90/105	95/95
Хидетал-П-5	70/83	72/85	68/80	65/80	63/75	66/70	64/70
Универсал-П-2	50/70	45/68	49/65	51/73	55/76	52/74	54/75
С-3 + ННХК	62/71	62/75	59/70	60/69	58/71	57/73	59/72
Без добавок	30/43	32/40	35/44	31/45	36/44	30/41	31/42

Примечание: перед чертой прочность бетона в% от класса через 24 ч, за чертой – через 36 ч.

Таблица 5

Прочность бетона с ТСМ+СН через сутки естественного твердения при температуре бетонной смеси 10-160 °С

Формуемость		Класс бетона						
Ж, с	ОК, см	В7,5	В10	В15	В25	В30	В35	В40
> 80		100/70	95/65	95/60	90/55	85/50	80/50	75/50
40–80		100/65	95/55	90/55	85/50	80/45	70/50	65/50
20–40		90/60	75/60	70/50	65/50	60/50	60/50	60/50
5–0	0–1	65/50	60/50	55/50	55/50	55/50	55/50	55/50
	2–4	60/45	55/40	50/40	50/40	50/40	50/40	50/40

Примечание: перед чертой прочность бетона в% от марки, приготовленного на цементе I группы эффективности, за чертой – II группы.

Из полученных данных, ТСМ + СН позволяет отказаться от ТВО. Прочность бетона при ее применении в изделии достигает от 50 до 100% марочной. Причем, чем выше жесткость смеси, тем прочнее бетон. Это происходит потому, что при высоком водосодержании смеси эффект заметно падает.

Наиболее сложный момент в производстве железобетонных конструкций – это выбор оптимального режима тепловой обработки. Здесь нужно учитывать все изменяемые технологические параметры бетонной смеси: подвижность, В/Ц, интенсивность твердения, геометрические размеры конструкции и минералогический со-

став цемента. Справиться с оптимизацией режимов ускоренного твердения для производителей сложно, особенно когда в бетонную смесь вводят различные химические добавки, существенно меняющие технологические свойства бетонной смеси. Как правило, в этих случаях, режимы твердения при повышенных температурах назначают чисто эмпирически, что приводит к неоправданному перерасходу тепловой энергии и снижению эффективности действия самих добавок.

На сегодняшний день – это одна из острых технологических проблем в производстве

бетона. Ее решение позволит более эффективно использовать различные химические добавки. Необходимо проводить комплексные исследования в области ускоренного твердения бетона, на основании которых будут разработаны рекомендации для предприятий, выпускающих сборный железобетон.

#### Выводы

1. Комплексная добавка ТСМ + СН позволяет при температуре от +100 °С и выше откататься от тепловой обработки бетона. Тогда как, при низких и отрицательных температурах наружного воздуха изделия следует подвергать тепловому воздействию.

2. Бетон с добавками Хидетал-П-5, С-3+ННХК и Универсал-П-2. только через 36 ч нормального твердения достигают 70%-ной прочности, а при применении добавки ТСМ + СН можно изготавливать изделия без тепловой обработки. при температурах от +10 °С.

3. Эффективность действия ТСМ+СН зависит от подвижности бетонной смеси и температуры твердения. Упрочнение бетона повышается при снижении В/Ц и увеличении жесткости смеси.

4. Необходимо провести комплексные исследования влияния технологических параметров бетонной смеси на периоды теплового воздействия, установить их взаимосвязь и разработать нормативные документы по оптимизации режимов тепло-влажностного твердения железобетонных изделий.

#### Список литературы

1. Бабицкий В.В., Марцинкевич В.Л. Длительность тепло-влажностной обработки бетона с добавками-суперпластификаторами и ускорителями твердения // Мелиорация и водное хозяйство. – 1983. – №12. – С 6-8.
2. Jamato J., Kobayashi S. Effekt of temperature on the properties of superplasticized concrete // J. Of the American concrete institute. – 1986. – Vol. 83, №1. – P. 60-87.
3. Химические добавки для бетонов и строительных растворов: строительный каталог СК-4. – М., 2006.

### ФОРМАЛИЗОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Осипова В.В., Чудинов И.Л.

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», Томск,  
e-mail: vikosi@tpu.ru

Предложена методика проектирования концептуальной информационной модели предметной области любой сложности. Основанная на анализе доменов атрибутов в рамках реляционной модели данных, методика позволяет формально определять наличие, тип, обязательность связей между сущностями предметной области. После выявления связей между сущностями для фрагментов предметной области аналитик мо-

жет проводить интеграцию выделенных подсем данных в единую информационную модель, соответствующей всей предметной области. Описанный подход может быть успешно использован в учебном процессе студентами вуза при проектировании логической структуры базы данных для выбранной предметной области.

Качество современных информационных систем (ИС) в значительной степени определяется результатом проектирования базы данных (БД), в процессе которого определение концептуальной информационной модели предметной области (КИМПО) является самым важным, но трудно формализуемым этапом и считается своего рода искусством [4]. Традиционные подходы к проектированию КИМПО, базирующиеся на инфологическом представлении ПрО, описывают последовательность выполнения этапов проектирования, однако не предлагают формализованных методик проектирования. Предлагаемая интеграционная методика позволяет получить КИМПО для ПрО любой сложности, её описание и применение для конкретной ПрО представлено в учебном пособии «Базы данных» [3].

В отличие от существующих методик, например, LRDM, IDEF1X, Case\*Method Р. Баркера, ORM [5], в которых сущности ПрО и связи между ними декларативно описываются, в предлагаемой методике проектирования КИМПО каждая сущность рассматривается изолированно от других сущностей, которые затем формально связываются. Формализованный подход к выявлению связи и определению её типа и обязательности основывается на том положении, что связь в реляционной модели данных может быть установлена только с помощью операции соединения, т.е. на основе сопоставления значений атрибутов соединяемых сущностей. Поэтому предлагаемая методика базируется на анализе доменов атрибутов сущностей и отношений между доменами. Включая атрибут, определённый на каком-либо домене значений, в сущность, определяется возможность классификации экземпляров этой сущности с помощью значений данного атрибута по признаку, обозначенному доменом атрибута. Таким образом, построенная КИМПО фактически представляет собой совокупность взаимосвязанных сущностей, построенных на чётко определённой системе доменов.

Такой подход позволяет автономно создавать подсхемы данных, соответствующие фрагментам ПрО (вплоть до отдельных сущностей), а затем формально проводить интеграцию выделенных подсем в единую КИМПО, соответствующей ПрО в целом. Данная особенность обуславливает выделение соответствующих ролей участников разработки, от тесного взаимодействия которых зависит качество полученной КИМПО.

На первом этапе анализа информационных потребностей пользователей роль аналитика, спе-