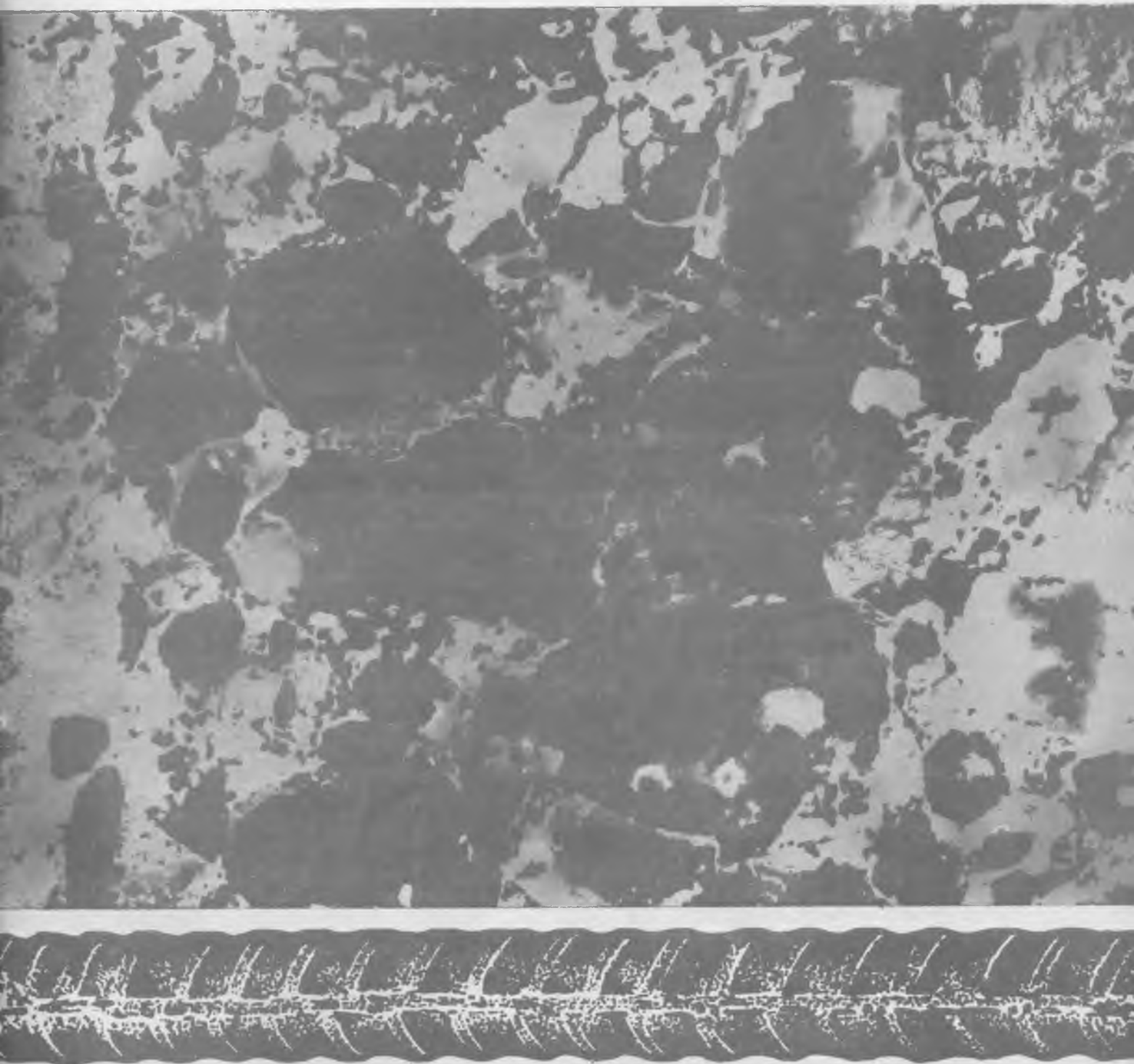


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

от
1

1996



МАЛОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ВНИР"

п р е д л а г а е т

приборы и оборудование для строительных лабораторий

Оборудование и приборы для определения механических свойств материалов: прессы гидравлические настольные, приборы для определения твердости, динамометры растяжения на 5, 10 и 20 тонн, индикаторы для линейных измерений.

Нагревательные приборы: электропечи типа СНОЛ-1,6.2,5; СНО-5,5,5/5, электрошкафы сушильные типа СНОЛ-3,5; бани комбинированные лабораторные БКЛ, пропарочные камеры.

Приборы и устройства для испытаний вяжущих, заполнителей, бетонов, растворов: формы для бетонных образцов, приборы для определения активности цемента и густоты растворов, вискозиметры Суттарда, сита КСИ и КСВ, воронки ЛОВ для стандартного метода определения насыпного веса песка, конусы КА для определения пластичности бетонных-смесей, мерная металлическая посуда (1, 2, 5, 10 л), вибростолы, мешалки для приготовления цементного теста в лабораторных условиях.

Приборы для неразрушающего контроля качества: склерометры, молотки Кашкарова, рычаги динамометрические для стандартного метода контроля прочности мелкозернистого бетона и раствора, приборы ИЗС-10Н для измерения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры, виброметры, приборы ЭИН-МГ4 для определения предварительного напряжения в арматуре, электронные измерители влажности древесины, дозиметры, искатели трубопроводов ИТ-5 для обнаружения подземных коммуникаций, ультразвуковые течеискатели для определения мест негерметичности объектов под избыточным давлением газа, комплекты приборов для определения объемного содержания газов в дымовых и газовых смесях.

Весы, гири, разновесы

Измерители температуры и времени: термометры спиртовые, ртутные, электронные с выносными датчиками, секундомеры.

Химическая и лабораторная посуда: приборы для определения плотности цемента и заполнителей, эксикаторы, мензурки от 50 до 500 мл, мерные цилиндры от 100 до 2000 мл, мерные колбы от 25 до 500 мл, пробирки от 5 до 25 мл, ареометры, клемеры, стеклянные воронки диаметром 95 мм, бюретки на 50 мл.

Инструменты, приспособления: линейки металлические длиной 500 мм, лупы измерительные 10-кратные ЛИ-3-10*, наборы щупов измерительных, преобразователи напряжения ПР-1000 для электропитания высокочастотного инструмента.

Сборники законодательных и нормативных актов по стандартизации в строительстве в 7 частях.

*Заявки с указанием контактных телефонов направлять по адресу:
117602, Москва, а/я 282, МП "ВНИР" или по телефону/факсу: 138-53-14.*

Учредители:
ВНИИжелезобетон, НИИЖБ, АК «Полимо́д»

СОДЕРЖАНИЕ

Бетоны

- Силаенков Е.С.* Перспективы производства и применения изделий из неавтоклавного газозолобетона на Урале 2
- Нудель Г.Н.* Наружные стены жилых домов из неавтоклавного газозолобетона 6
- Ежов В.Б.* Совершенствование технологии и повышение качества газозолобетона 8
- Сахарников Ю.В.* Опыт структурной перестройки производства газобетонных изделий 11
- Ентус В.А., Петин Л.М.* Экологические аспекты применения зол ТЭС и других промышленных отходов в строительстве 12

Строительное производство

- Маркаров Н.А., Хасенов А.Г.* Повышение надежности каркасной системы с натяжением канатной арматуры в построечных условиях 15

Вопросы реконструкции и восстановления

- Близгарева Т.И.* Бетон для ремонтных работ и изготовления футеровок тепловых агрегатов 17

Вопросы качества

- Орентлихер Л.П.* Технологические приемы повышения качества легкого бетона 19
- Ожигбесов Ю.П., Хабибулин К.И., Калядин Ю.А.* Предложения по улучшению теплозащитных характеристик стеновых конструкций 21

Теория

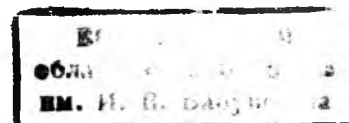
- Суров К.Л., Акаев А.И., Римшин В.И.* К вопросу о расчете прочности и жесткости сталебетонных станин с учетом физической нелинейности 24

Долговечность

- Соломатов В.И., Ерофеев В.Т., Фельдман М.С.* Биологическое сопротивление бетонов 28



Москва
Издательство
литературы
по строительству



© Стройиздат, журнал "Бетон и железобетон", 1996

Перспективы производства и применения изделий из неавтоклавного газозолобетона на Урале

На Урале в конце пятидесятих годов параллельно начали развиваться производства панелей из автоклавного и неавтоклавного ячеистых бетонов. В городах Краснотурьинске и Нижнем Тагиле Свердловской области было построено несколько десятков многоэтажных жилых домов с наружными панельными стенами из неавтоклавного пеннобетона и газозолобетона.

Плотность бетона находилась в пределах 900...1100 кг/м³, марка по прочности М50...М100, расход цемента — на уровне 300...350 кг/м³, пропаривание длилось 19...21 ч. Влажность бетона после пропаривания составляла 30...35% по массе. Панели толщиной 35 см были размером на комнату. Арматуру панелей защищали от коррозии цементно-казеиновым составом. Фасадную поверхность изделий отделывали после монтажа перхлорвиниловыми или известковыми красками. Панели довольно быстро сохли: через полтора года эксплуатации влажность газозолобетонных панелей в Нижнем Тагиле снизилась с 35 до 20%.

Однако производство изделий из безавтоклавных ячеистых бетонов в Свердловской области было вскоре прекращено. Причиной этого, с одной стороны, послужил неудовлетворительный тогдашний опыт использования панелей из безавтоклавного газозолобетона в г. Ангарске, а с другой, — быстрое развитие производства панелей автоклавного твердения в Свердловской области на специально построенных заводах.

Проведенные в последние годы в Свердловской области на-

турные обследования домов со стенами из неавтоклавного пено- и газозолобетона после 30 лет эксплуатации показали, что за редким исключением панели из этого материала высохли до равновесной влажности 8...10% по массе. По внешнему осмотру они не имеют дефектов, а трещины носят усадочный характер. Аналогичные трещины наблюдались в этих панелях через один год эксплуатации. Развитие их в процессе тридцатилетней эксплуатации не фиксируется.

Не обнаружено каких-либо признаков коррозии арматуры. Это обусловлено тем, что использованные отделки фасадной поверхности панелей не препятствовали быстрому высыханию бетона в поверхностных слоях, в которых расположена арматура.

Опрос жильцов показал, что температура в квартирах зимой держится на уровне 20...25°C, сырости не наблюдается, трещины отмечены только по побелке. Во всех обследованных домах зафиксировано хорошее состояние стыков панелей. Таким образом, первоначальное мнение о недостаточной долговечности панелей из неавтоклавных ячеистых бетонов не подтвердилось опытом тридцатилетней эксплуатации их в Свердловской области.

Это обстоятельство, а также появление новых технологических приемов производства, опробованных в последние годы и позволяющих улучшить качественные характеристики неавтоклавного газозолобетона, дают основание считать этот материал перспективным. Так, использование жестких газозолобетонных смесей обеспечивает производство неавтоклавных

изделий марок по прочности М35...М75 при плотности 800...1000 кг/м³.

Стоимость золы в условиях Свердловской области примерно в 4 раза меньше, нежели песка (песок, кроме того, надо еще размалывать). Дешевизна основного сырья — золы и невысокий удельный расход цемента делают конструкции из неавтоклавного газозолобетона высокорентабельными.

Некоторые данные о золах Уральского региона (который практически весь обеспечен этим сырьем) представлены в табл. 1.

Все золы являются кислыми (модуль основности < 1) и за некоторыми исключениями отвечают требованиям нормативных документов для применения при производстве ячеистых бетонов.

Наибольшей стабильностью свойств обладает зола-унос Рефтинской ГРЭС, работающей на экибастузских углях. В этой золе наибольшее содержание кремнезема, а в нем — реакционноспособного кремния, что важно при производстве изделий с пропариванием. По гранулометрическому составу эта зола мелкая полидисперсная.

На некоторых станциях не налажен отбор сухой золы-уноса; кроме того, есть экологическая потребность ликвидировать старые отвалы золы гидроудаления. Отвальные золы менее однородны по гранулометрии и в некоторых случаях требуют помола. Последний значительно активизирует зольную смесь, что увеличивает количество и скорость образования продуктов твердения в условиях пропаривания бетона. Еще более эффективным является совместный помол цемента и золы, при котором, помимо механической

Вид золы	Содержание оксидов, %							Удельная поверхность, см ² /г	Насыпная плотность, кг/м ³	Удельная плотность, г/см ³	Влажность, % по массе
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	п.п.п.				
Свердловская область											
Зола-унос Рефтинской ГРЭС (экибастузские угли)	62,26	4,14	29,36	0,94	1,13	0,09	1,53	2800–3500	680–700	1,8–2,1	–
Зола-унос Верхнетагильской ТЭЦ	54,51	3,75	26,61	0,6	0,34	0,1	11,89	3500–4300	690–720	–	–
Зола-унос Красногорской ТЭЦ (экибастузские угли)	60,24	5,36	28,72	1,52	1,01	0,04	3,13	3900–4500	580–640	1,75–1,9	–
Зола-унос Богословской ТЭЦ (бурые угли Волчанского месторождения)	51,49	5,56	34,65	4,62	1,9	0,1	1,05	3200–4500	700	1,95	–
Зола гидроудаления старых отвалов Среднеуральской ГРЭС (бурые угли Челябинской обл.)	52,08	15,05	23,83	4,0	0,35	0,1	4,75	1000–1500	770	2,3–2,5	34
Зола гидроудаления Нижнетуринской ГРЭС: новые отвалы	51,08	7,84	31,13	2,36	3,9	0,04	3,58	Менее 1000	800	–	15–25
старые отвалы	38,52	14,11	18,62	12,84	3,69	0,04	11,88	1000	960	–	–
Пермская область											
Зола-унос Чайковской ТЭЦ (кузнечные угли)	49,14	4,6	20,84	2,92	1,89	0,21	20,64	4000–4300	670–730	2,06–2,19	–
Зола гидроудаления Березниковской ТЭЦ-4	39,16	34,32	23,9	1,4	0,6	–	1,04	Менее 1000	935	–	15
Челябинская область											
Зола-унос Троицкой ГРЭС (бурые угли)	57,2	4,99	32,83	1,93	0,78	0,06	2,31	1250	800	2,25	4,3
Зола гидроудаления Южно-Уральской ГРЭС (бурые угли)	48,94	8,73	25,41	7,48	2,51	0,26	6,48	–	830	–	–
Омская область											
Зола-унос ТЭЦ № 4 (экибастузские угли)	58,98	5,85	29,87	3,34	1,42	0,66	3,39	3500–4500	700–800	1,8–1,95	0,8
Зола гидроудаления ТЭЦ № 4 (экибастузские угли)	45,7	23,4	26,3	3,6	0,6	0,07	0,46	1700	1000	2,3	> 35

активации смеси, происходит выравнивание дисперсности частиц сырьевых материалов. Эти факторы способствуют формированию более оптимальной структуры пористости бетона и возрастанию показателей его прочности. Все это делает использование отвальных зол экономичным, несмотря на трудности транспортирования и дозирования, связанные с ее влажностью.

Следует отметить, что показатели свойств неавтоклавного газозолобетона на уральских золах соответствуют требованиям ГОСТ 25485. Отдельные показатели лучше нормативных, в ча-

стности влажностная усадка, расчетный коэффициент теплопроводности, сорбционная влажность. Так же, как автоклавные, неавтоклавные ячеистые бетоны по эксплуатационным показателям не уступают кирпичу и керамзитобетону, а в некоторых случаях по морозостойкости и теплозащите превосходят их.

Себестоимость производства газозолобетонных изделий по сравнению с легкобетонными примерно на 50% ниже. В условиях повышения цен на энергоносители эффективность газозолобетона будет все более возрастать по сравнению с бетоном

на заполнителях, требующих высокотемпературной обработки.

Газозолобетон — единственный искусственный каменный материал, стабилизирующий микроклимат жилых помещений и окружающей среды вследствие связывания углекислого газа воздуха в химически стойкие инертные соединения. Тем самым обеспечиваются комфортные санитарно-гигиенические условия проживания. Производство изделий предусматривает безотходную технологию без каких-либо выбросов.

Ниже приведены показатели основных эксплуатационных свойств неавтоклавного газозоло-

Таблица 2

Марка по средней плотности	Д700	Д800	Д900			Д1000	
Класс по прочности на сжатие (марка)	B1,5 (M20)	B2,5 (M35)	B2,5 (M35)	B3,5 (M50)	B5,0 (M75)	B5,0 (M75)	B7,5 (M100)
Призмная прочность R_b , МПа	—	4,1	3,5	3,8	4,6	5,1	8,3
Модуль упругости $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа	—	2,6	2,4	3,0	3,9	4,8	5,9
Марка по морозостойкости	F50	F50		F50		F35	
Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м $^{\circ}$ С:							
λ_0	0,17	0,22		0,24		0,28	
λ_A	—	0,34		0,41		0,43	
λ_B	—	0,39		0,45		0,48	
Усадка при высыхании, мм/м	1,8–2,0	1,5–1,8		1,6–1,8		1,3–1,5	
Сорбционная влажность, % по массе:							
при относительной влажности воздуха 75%	8,3	8,2		7,9		7,2	
при относительной влажности воздуха 97%	18,6	19,0		18,9		17,6	
Отпускная влажность, % по массе:							
при литейной технологии			25–30				
при вибротехнологии			20–25				
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м $\cdot$ ч $\cdot$ Па)	—	0,16		0,12		—	

Таблица 3

Показатель	Варианты материала стен			
	Керамический пустотный кирпич	Мелкие блоки из		
		автоклавного газозолобетона	неавтоклавного газозолобетона	шлакобетона
Плотность материала, кг/м 3	1600	600	700–800	1400
Толщина стены, м	0,64	0,30	0,35–0,40	0,54
Масса стены, кг/м 2	1024	180	245–320	756
Трудозатраты на стройплощадке, чел $\cdot$ ч/м 2	2,93	0,23	0,32–0,37	0,48
Расход цемента с учетом заводского изготовления, кг/м 2	26	48	76–100	142
Масса материала стены, подвергающаяся высокотемпературной обработке при изготовлении, кг/м 2	924	68	85–100	142
Термическое сопротивление материала, стены, м $^2 \cdot ^{\circ}$ С/Вт	1,1	1,15	1,0–1,05	1,04
Удельные капиталовложения в производственную базу в ценах 1990 г., %	100	49	40–42	65

бетона на кислых каменноугольных золах Уральского региона (табл. 2).

До последнего времени предприятия стройиндустрии были ориентированы на выпуск номенклатуры изделий для высотных крупнопанельных и крупноблочных зданий. Применительно к коттеджному строительству она не обеспечивает комплексного строительства и ограничивает архитектурные решения индивидуальных домов. Кроме того, панельные и крупноблочные конструкции имеют нерациональные, с точки зрения коттеджного строительства, армирование, расположение закладных, решения стыков и швов. Эти обстоятельства, а также крупные габариты таких конструкций предопределяют повышенную ресурсоемкость их производства и высокую удельную стоимость по сравнению с аналогичными показателями изделий, специально запроектированных для коттеджного строительства и изготовленных на соответствующем производстве.

В частности, конструктивные решения коттеджей могут базироваться на использовании комплекта всех несущих и ограждающих конструкций из неавтоклавного газозолобетона следующей номенклатуры: стены наружные — крупные и мелкие блоки; стены внутренние и перегородки — крупные и мелкие блоки и перегородочные плиты; перекрытия — плиты перекрытий длиной 3,4; 3,6; 4,2 м; кровля — плиты кровельные; теплоизоляция — теплоизоляционные плиты и монолитная теплоизоляция.

Среднегодовая оценочная потребность в стенах для индивидуального строительства на период до 2000 г. составляет в Уральском регионе 1800 тыс.м 2 . Действовавшие в 1990 г. мощности закрывали менее половины этой потребности. Производство стеновых изделий из неавтоклавного газозолобетона на Урале почти повсеместно обеспечено сырьем, не требует больших капиталовложений и отличается меньшей металлоемкостью, нежели производство изделий из других материалов.

В табл. 3 приведены некоторые технико-экономические показатели стен жилых домов для условий Екатеринбурга.

Эти показатели хотя и говорят о перспективности использования неавтоклавного газозолобетона в коттеджном строительстве, но все же на первый план по эффективности выдвигают мелкие блоки из автоклавного ячеистого бетона. Это обусловлено тем, что при существующих традиционных технологиях производства неавтоклавных ячеистых бетонов плотность их (при одинаковой с автоклавными бетонами прочности) на $100...150 \text{ кг/м}^3$ выше. Следовательно, исходя из требований техники безопасности, размеры мелкого блока из неавтоклавного ячеистого бетона должны быть меньше, чем блока из автоклавного бетона. Это увеличивает трудоемкость кладочных работ. Очевидно, что стены из неавтоклавных мелких блоков должны быть на $15...30\%$ толще чем из автоклавных.

Несмотря на эти обстоятельства, производство и применение мелких блоков из неавтоклавного ячеистого бетона плотностью $700...800 \text{ кг/м}^3$ может быть в ряде случаев экономически выгодным (например, не требуется пар высокого давления, отсутствует необходимость создания сырьевой базы по производству извести и т.п.).

В то же время существует область использования неавтоклавного газозолобетона, где этот материал безусловно экономичнее многих других. Эта область — замена керамзитобетона и шлакобетона при производстве крупных блоков и панелей. Например, в Свердловской области распространено строительство домов с наружными крупноблочными шлакобетонными стенами плотностью $1600...1800 \text{ кг/м}^3$, толщиной $500...600 \text{ мм}$ и керамзитобетонными панелями плотностью $1000...1200 \text{ кг/м}^3$, толщиной $350...450 \text{ мм}$. Эти конструкции по схеме дома являются несущими, поэтому механическая замена их изделиями из автоклавных ячеистых бетонов плот-

ностью $500...600 \text{ кг/м}^3$ невозможна.

В то же время производство изделий с использованием искусственных обжиговых заполнителей и шлаков отличается высокой энергоемкостью, повышенной материалоемкостью и в целом низкой конкурентоспособностью. Естественный путь для этих производств — замена шлако- и керамзитобетона на неавтоклавный газозолобетон.

На четырех заводах Свердловской области УралНИАС-центр выпустил опытные партии конструкций из неавтоклавного газозолобетона на оборудовании и оснастке, применявшихся для изготовления шлакобетонных и керамзитобетонных панелей и блоков. Использовались конвейерная (с формами-вагонетками) и агрегатно-поточная схемы производства. Установлено, что на действующем оборудовании этих заводов можно изготавливать изделия из неавтоклавного газозолобетона без уменьшения производительности и объема выпуска продукции заводом в целом.

Плотность панелей из блоков из неавтоклавного газозолобетона составляла $800...1000 \text{ кг/м}^3$ при прочности при сжатии $3,5...10 \text{ МПа}$. Физико-механические испытания показали, что эти изделия по всем характеристикам превосходят керамзито- и шлакобетонные аналоги. Экономия энергетических ресурсов при производстве таких изделий составляет $0,85 \text{ Гкал/м}^3$ и $31 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^3$, а сопротивление теплопередаче на $30...40\%$ выше, чем у аналогов из шлакобетона и керамзитобетона.

Однако использованию неавтоклавных ячеистых бетонов взамен шлако- и керамзитобетона препятствует недостаточность нормативной базы. До настоящего времени отсутствуют показатели длительной деформативности, данные о динамике прочностных и теплофизических показателей, сведения о поведении в изделиях из этих бетонов стальной арматуры и др. Это в некоторых случаях делает невозможным использование их взамен бетонов на обжиговых заполнителях, а в целом резко ограничивает область приме-

нения неавтоклавных ячеистых бетонов.

Область рационального использования неавтоклавного ячеистого бетона не ограничивается производством изделий в заводских условиях.

УралНИАС-центр совместно с ТОО "Агрострой" (Екатеринбург) применили газозолобетон (естественного твердения) для устройства монолитных стен коттеджей взамен предусмотренного по проекту керамзитобетона. Стоимость стен такого дома оказалась на $30...35\%$ ниже керамзитобетонных. Натурные наблюдения показали повышенное теплозащитное качество стен из газозолобетона по сравнению с керамзитобетоном.

Выводы

1. Технологические разработки последних лет, проведенные в России, в частности технология производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона "жесткая смесь", а также более чем тридцатилетний положительный опыт эксплуатации изделий из такого бетона на Среднем и Северном Урале показывают целесообразность производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона и особенно из ячеистого бетона на золе.

2. Территориальное расположение и неограниченность ресурсов сырьевой базы обеспечивают возможность практически повсеместного производства на Урале изделий из неавтоклавного ячеистого бетона на золе.

3. Ограждающие конструкции из неавтоклавного газозолобетона по своим технико-экономическим показателям значительно превосходят конструкции из легких бетонов, но уступают таковым из автоклавного газозолобетона. Особенно это относится к стенам из мелких газозолобетонных блоков. В то же время низкие удельные капиталовложения и простота производства делают в ряде случаев рациональным использование именно неавтоклавного газозолобетона.

4. Наиболее эффективно применение неавтоклавного газозолобетона взамен керамзито- и шлакобетона при производстве крупных стеновых блоков и панелей. Это возможно как при агрегатно-поточной, так и при конвейерной схеме производства и не требует перестройки производства, связанной с заменой оборудования.

5. Использование неавтоклавного газозолобетона экономически эффективно также при строительстве коттеджей с монолитными стенами. Здесь может применяться как зола-унос, так и отвальная зола гидроудаления.

6. Министроу России необходимо организовать работу по нормативному обеспечению применения в стенах зданий неавтоклавных ячеистых бетонов взамен шлако- и керамзитобетонов.

Наружные стены жилых домов из неавтоклавного газозолобетона

В Свердловской области ряд заводов выпускает панели и крупные блоки для наружных стен домов серий 137, 81 и других из керамзитобетона и шлакобетона (табл. 1).

В связи с прогрессирующим ростом цен на энергоносители

области на неавтоклавный газозолобетон. Основные отправные моменты при подборе состава газозолобетона были следующие:

минимально возможный расход щелочного компонента (извести или щелочи) в связи с тем, что на существующих за-

ности бетона оказались следующие (кг/м³): цемент М400 — 250...350; известь — 10...30; зола — 460...600; алюминиевая пудра — 0,5...0,7; вода — 260...330.

На Северском и Красноуральском заводах ЖБИ для домов серии 81 по существующей поточно-агрегатной технологии и с проектным армированием изготовили опытные партии простеночных блоков размером 2180x1180x500 мм и блоков-перемычек размером 2080x580x500 мм. При этом было использовано установленное на заводе дозировочное и смесительное оборудование, т.е. стандартные дозаторы для сухих и жидких материалов, смесители принудительного перемешивания типа СБ-138 и С-980. Известковое молоко и суспензию алюминиевой пудры дозировали вручную мерными емкостями.

В процессе приготовления газозолобетонной смеси выяснилось, что качество ее перемешивания и в конечном счете показатели качества бетона в изделии зависят от последовательности загрузки компонентов в мешалку. Общая продолжительность перемешивания смеси составляла 7...9 мин при жесткости 1...3 см по конусу СтройЦНИЛа.

Готовую газозолобетонную смесь подавали в бетоноукладчик типа СМЖ-169 и затем укладывали в форму на высоту 40...43 см. Для обеспечения наиболее эффективного вспучивания смеси применяли режим прерывистого вибрирования, т.е. чередование вибрирования в течение 10...15 с с паузами в 1..2 мин. Процесс вспучивания

Таблица 1

Завод-изготовитель	Характеристика блоков			Состав бетона, на 1 м ³			
	вид бетона	плотность, кг/м ³	марка по прочности	цемент, кг	керамзит, м ³	шлак, кг	зола, кг
Северский завод ЖБИ, г. Полевской	Шлакобетон	1600	M75, M100	240-270	—	1170	150
Кооператив "Промжилье", г. Красноуральск	Шлако-керамзитобетон	1300	M100	280	0,5	620	150
Кооператив "Железобетон", г. Качканар	Керамзитобетон	1200	M50, M75	250-310	1,2	—	200
Завод ЖБИ, г. Серов	Шлакобетон	2000	M75, M100	220-270	—	1590	—
Завод КПД, г. Екатеринбург	Керамзитобетон	900	M50, M75, M100	200-250	1,1	—	200

резко увеличивается стоимость обжиговых легких заполнителей для изделий этих заводов. Стоимость гранулированного шлака также резко возросла, и он стал дефицитным. Все это настолько повышает отпускную цену наружных стен из керамзитобетона и шлакобетона, что они становятся неконкурентоспособными по сравнению с аналогичными изделиями из других материалов.

Уральский Промстройинициативный проект изучил технико-экономические предпосылки и технологическую возможность замены керамзитобетона и шлакобетона при производстве стеновых панелей и крупных блоков на ряде заводов Свердловской

области на неавтоклавный газозолобетон. Основные отправные моменты при подборе состава газозолобетона были следующие:

использование вибротехнологии для снижения отпускной влажности, а также усадочных деформаций бетона;

газозолобетон должен иметь характеристики, позволяющие использовать его в несущих стенах домов.

Были подобраны рецептуры и технологические параметры производства, гарантирующие получение неавтоклавного газозолобетона на кислых золах уральских ТЭЦ с показателями: марка по плотности Д800...Д1000, класс по прочности В2,5...В5,0.

Расходы сырьевых материалов в зависимости от плот-

* Рекомендации по изготовлению и применению изделий из неавтоклавного ячеистого бетона. — НИИЖБ, М., 1986.

продолжался 10...15 мин, а через 20...25 мин металлическим уголком снимали "горбушу".

На опытных блоках выполняли принятую на заводе отделку фасадных поверхностей щебнем или мраморной крошкой фракции 20...40 мм. Далее формы с изделиями проходили тепловлажностную обработку в камерах ямного типа по обычному режиму вместе с серийными блоками, выпускаемыми заводом (максимальная температура обработки 90...95°C, продолжительность пропаривания 16 ч).

Опытные стеновые конструкции для жилых домов серии 81 были испытаны при кратковременном и длительном воздействиях механической нагрузки, в климатической камере. Некоторые результаты испытаний приведены в табл. 2.

Базовый состав газозолобетона для навесных панелей плотностью 800 кг/м³ и марки по прочности М35 (класс В2,5) (кг/м³): цемент — 230...250; зола-унос — 440...470; известь — 25...35; алюминиевая пудра — 0,7...0,8; вода — 270...290.

Сухие материалы дозировали весовыми автоматическими дозаторами типа 6010 АД-400—2БЦ. В качестве известкового компонента использовали карбидный ил, который применяется в составе керамзитобетона как добавка и подается в смеситель насосом из расходного бака через дозатор воды.

Газозолобетонную смесь готовили в смесителе принудительного действия СБ-138. Соблюдали следующую последовательность загрузки сырьевых материалов: подаются зола и вяжущее, которые перемешива-

нотойкости при распалубке, транспортировке и монтаже. Армирование выполнялось отдельными преднапряженными продольными и поперечными стержнями в комбинации с плоскими сварными каркасами.

При формировании изделий было установлено, что в случае большого объема изделия и заполнения формы в два приема перерыв между подачей отдельных порций бетона не должен превышать 15...20 мин во избежание последующего расслоения смеси. При укладке бетонной смеси использовали прерывистый режим вибрирования на виброплощадке типа ВПК-25 с общей продолжительностью 8...10 мин. Далее форма передвигалась на пост вызревания, где находилась в пределах 20...25 мин до приобретения сырцом требуемой пластической прочности. Затем

Таблица 2

Завод-изготовитель опытных партий	Плотность, кг/м³	Влажность, % по массе	Прочность при сжатии, МПа		Расчетная температура воздуха, °С	Термическое сопротивление, м² · °С/Вт		Несущая способность, кН/пог.м			Коэффициент запаса			
			после изготовления	через 28 сут		требуемое по расчету	фактическое	требуемая расчетная		фактическая	по несущей способности		по термическому сопротивлению	
								для 5-этажных зданий	для 9-этажных зданий		для 5-этажных зданий	для 9-этажных зданий		
Северский завод ЖБИ, г. Полевской	1010	20	7,0	9,1	—	—	—	300	550	1330	4,4	2,4		
Кооператив "Промжиле", г. Красноярск	960	23	9,6	12,5	—37 —39 (условия эксплуатации Б)	0,93 0,97	1,30 1,30	—	—	—	—	—	—	1,4

Опытные стеновые панели для домов серии 137 из пропаренного газозолобетона изготовлены по конвейерной технологии на заводе КПД в Екатеринбурге. Были выпущены двухмодульные навесные панели толщиной 350 мм для типовой блок-секции 16-этажного дома, а также несущие торцевые панели толщиной 450 мм.

В процессе работы были откорректированы: составы бетона; конструктивные решения панелей, в том числе на основе предварительного напряжения арматуры; технологические параметры формирования изделий.

ются в течение 3...4 мин; затем поступает подогретая вода и карбидный ил для обеспечения температуры смеси 30...35°C, и перемешивание длится 1,5...2 мин; после этого заливается алюминиевая суспензия, и смесь перемешивается еще 1,5...2 мин. Готовая смесь поступает на ленточный транспортер бетонораздаточной галереи и далее в бетоноукладчик, оборудованный поворотной воронкой и ленточным питателем.

Армирование опытных панелей длиной более 7 м выполняли в преднапряженном варианте для обеспечения повышенной трещи-

выполнялись операции по подрезке и уборке "горбуши" (вручную) и прикатке и шлифовке поверхности валом и дисками на посту отделки.

Тепловлажностная обработка изделий производилась в щелевых пропарочных камерах, в соответствии с принятым на заводе режимом. Из камеры форма попадала на кантователь для распалубки.

Следует отметить, что при изготовлении опытной партии изделий все операции на отдельных постах конвейера по времени укладывались в проектный ритм конвейера — 25 мин.

Испытания опытных изделий на статические нагрузки показали, что навесные панели из газозолобетона плотностью 800 кг/м³ марки М35 в домах серии 137 способны воспринимать расчетные нагрузки при распалубке, транспортировке и монтаже, а также удовлетворяют требованиям по прочности в опорном сечении на стадии эксплуатации и могут быть рекомендованы взамен керамзитобетонных панелей.

Сравнительные тепло-технические испытания в климатической камере панелей размером 2780х1180х350 мм из неавтоклавного газозолобетона и керамзитобетона показали, что фактическое сопротивление теплопередаче ячеистобетонной панели даже с отпускной влажностью превышает требуемое, а также превышает сопротивление теплопередаче керамзитобетонной панели на 35% (табл. 3). Эти результаты подтверждаются данными натурных исследований газозолобетонных панелей толщиной 350 мм и 450 мм в опытном павильоне.

Заводское опытное изготовление крупноразмерных панелей из неавтоклавного газозолобетона показало, что возможно максимальное использование

Показатель	Характеристики панелей серии 137	
	неавтоклавный газозолобетон	керамзитобетон
Толщина, мм	350	350
Плотность бетона, кг/м ³	840	1000
Влажность бетона, % по массе	23	14
Требуемое сопротивление теплопередаче для условий "А", м ² · °С/Вт	1,054	
Фактическое сопротивление теплопередаче, м ² · °С/Вт	1,274	0,944
Требуемое термическое сопротивление, м ² · °С/Вт	0,896	
Фактическое термическое сопротивление, м ² · °С/Вт	1,116	0,786

дозировочного, смесительного и формовочного оборудования, используемого для выпуска серийных легкобетонных конструкций. При организации производства ячеистобетонной продукции потребуется лишь оборудовать узел приготовления и подачи алюминиевой суспензии, а также установку для срезки "горбуши" и ее утилизации по одному из разрабатываемых способов.

Таким образом, целесообразность замены в стенах жилых зданий легкого бетона неавтоклавным газозолобетоном диктуется рядом технических и экономических факторов: отпадает необходимость в дефицитных и дорогостоящих, в том числе

искусственных, обжиговых заполнителях; осуществляется утилизация зол, что важно с точки зрения экологии; улучшаются эксплуатационные показатели стенового материала: морозостойкость, теплозащитная способность, снижается масса квадратного метра стены. За счет относительной дешевизны золы себестоимость бетона по сырью и материалам снижается в среднем в два раза. Даже с учетом затрат на реконструкцию производства при переходе на массовое изготовление газозолобетонных изделий достигается значительный экономический эффект.

УДК 666.973.6

В.Б. ЕЖОВ, главный технолог АО завод ЖБИ "Бетфор"

Совершенствование технологии и повышение качества газозолобетона

При производстве газозолобетонных изделий в АО завод ЖБИ "Бетфор" используется литьевая технология. Номенклатура включает стеновые панели размером на комнату, крупные неармированные блоки стен, мелкие стеновые блоки, плиты

перекрытий. Панели, крупные блоки и плиты перекрытий изготавливают по поточно-агрегатной схеме, а мелкие блоки — на линии "Виброблок".

Панели формуют "лицом вниз", термовлажностная обработка изделий осуществляется в

шести проходных автоклавах диаметром 3,6 м и длиной 21 м при избыточном давлении 8 ати. Достигнутая мощность производства газозолобетонных изделий — 100 тыс.м³ в год.

В качестве кремнеземистого компонента используется зола с

электрофильтров Рефтинской ГРЭС (объемная масса 650...670 кг/м³, удельная поверхность 3600...3850 см²/г, содержание SiO₂ — 53...61%, CaO — 1,1...1,7%, Al₂O₃ — 23...25%). Вязущее смешанное, известково-цементное; известь — Богдановичского известкового завода (CaO + MgO — 75...89%, MgO — 5...12%, скорость гашения 1,5...5 мин, температура гашения 80...90°C), цемент — портландцемент М400 Сухоложского цементного завода (C₃S — 58...61%, C₂S — 16...19%, C₃A — 4...5%, C₄AF — до 13%).

Зола и цемент имеют сравнительно постоянные качественные показатели, чего не скажешь об извести. Широкий диапазон колебаний по активности и содержанию MgO, а также быстрое гашение вызывают определенные сложности в технологии, связанные с постоянными корректировками дозировки компонентов, а при низкой сортности извести это не всегда дает желаемые результаты. С таким качеством извести приходится мириться, поскольку массивы месторождений известняков Свердловской области имеют примерно одинаковую характеристику по химическому составу. Поэтому вопросы повышения качества газозолобетона, совершенствования технологии его производства весьма актуальны. Довольно много проблем связано с улучшением однородности структуры газозолобетона и его внешнего вида.

После известного правительственного постановления, направленного на сбережение энергоресурсов, перед заводом была поставлена задача перевести производство на выпуск наружных стеновых панелей толщиной 350 мм (вместо 280 мм). По предварительным подсчетам, предстояло затратить свыше 3 млн.р (в масштабе цен 1986 г.) на замену всего парка металлоформ. К тому же снижалась мощность цеха (в пересчете на площадь возводимого жилья). Безусловно, поставленная задача неоднократно и детально обсуждалась на разных уровнях, принимались во внимание и расчеты, выполненные в ЦНИИЭПжилища, и особенно

теплофизические исследования газозолобетона, проведенные в Уральском Промстройинипроекте. В результате было принято решение: толщину изделий оставить прежней, но объемную массу газозолобетона необходимо снизить до 600 кг/м³ при сохранении его прочностных показателей.

Первые промышленные формовки не дали стабильных результатов: разброс показателей объемной массы был в пределах 610...730 кг/м³. На сколах газозолобетона явно заметными выделялись участки агрегатированной извести, цемента или участки крупнопористого газобетона. Пришли к выводу, что существующая газобетономешалка не обеспечивает полную гомогенизацию бетонной смеси. По рекомендации Уральского Промстройинипроекта взялись за поиск смесителя, улучшающего гомогенность смеси. В итоге удалось разработать и изготовить агрегат, у которого характер перемешивания был близок к гидродинамическому. Испытания опытного образца дали положительный результат, после чего все три заливочные линии были оснащены новыми газобетономешалками.

На однородность структуры газозолобетона большое влияние оказывает также качество приготовления алюминиевой суспензии. Чтобы решить этот вопрос в полном объеме, были подготовлены мероприятия по строительству отдельного узла с установкой суспензатора ЕГС-17 разработки бывшего института "Силбет" (г. Таллинн, Эстония). Но нам не пришлось этого делать. В июне 1992 г. появилась информация о новом гидрофильном газообразователе — газопасте ГБП (разработчик — научно-производственная фирма "Ванг", Москва), выпуск которой освоил Иркутский алюминиевый завод (г. Шелехов, Иркутская обл.). Первое же испытание газопасты в производственных условиях показало хорошие результаты на всех стадиях, начиная с дозировки и загрузки ее в смеситель (по внешнему виду она представляет собой сыпучую массу, не пылит, взрывобезопасна) и кончая

влиянием на характер порообразования в газозолобетоне.

Паста легко смачивается и перемешивается с водой, образуя хорошую суспензию, которая равномерно распределяется в бетонной массе без агрегатирования (чего не удавалось достичь на ПАП-1 даже при работе с новым газобетономесителем). При одинаковой общей пористости изделий средний размер пор в теле газобетона в 2...2,5 раза меньше, чем в изделиях на алюминиевой пудре. Исчезли случаи образования внутри изделий так называемых "линз", из-за которых изделия либо выбраковывались, либо, в лучшем случае, ремонтировались. Отпала необходимость в ПАВ, применявшихся для депарафинизации пудры. А если учесть, что расход газопасты несколько ниже, чем алюминиевой пудры, и при этом удалось отказаться от строительства отделения приготовления суспензии и изготовления суспензатора, технологический и экономический эффекты от внедрения газопасты представляются весьма значительными. Преимущества газопасты оценили и некоторые поставщики алюминиевой пудры. К примеру, Каменск-Уральский завод обработки цветных металлов уже освоил технологию ее производства. У нас она прошла промышленное испытание. Имеются замечания, после устранения которых появится еще один поставщик этой необходимой продукции. Справедливости ради следует сказать, что отмечен и нежелательный эффект применения газопасты: на 15...30 мин удлиняются сроки достижения пластической прочности, необходимой для подрезки "горбуши". Но есть уверенность, что совместно с разработчиком — фирмой "Ванг" этот недостаток удастся устранить.

Общезвестна специфичность условий применения смазочных материалов в производстве автоклавных бетонов, в том числе и ячеистых. Здесь положение характеризуется полным отсутствием каких-либо норм и правил. Не была исключением и наша технология использования соляно-солидовой смеси

(ССС). Расформовка после автоклавной обработки осуществлялась легко, но на поверхностях изделий, соприкасавшихся со смазанными СССР плоскостями металлоформ, оставался тонкий слой, состоящий из непрореагировавших между собой составляющих газобетонной смеси ("пыльная" поверхность). Поэтому такие поверхности перед установкой столярки или перед нанесением декоративного слоя необходимо было либо обрабатывать специальным раствором на основе латекса (в первом случае), либо обеспыливать промышленным пылесосом (во втором случае).

В начале 1993 г. мы опробовали новую смазку СМАФ-2, разработанную и предложенную для внедрения научно-производственным предприятием "НАТЭТ" (г. Уфа, Башкирия). Применение новшества дало положительный результат. Расход смазки — не более 100 г/м², качество поверхности — как у обычного железобетона ("не пылит"). Поэтому сейчас отпала необходимость в промежуточной операции по обеспыливанию поверхностей, а стоимость самой смазки значительно ниже дефицитных солярки и солидола.

Наружные стеновые панели — "лицо" дома, поэтому вопросам качества поверхности панелей, качеству их отделки уделяется постоянное внимание. В самом начале производства газозолобетонных панелей применялась отделка битой керамической плиткой "под брекцию". Но через 6...8 лет эксплуатации зданий на многих панелях стали появляться участки с "осыпавшейся" плиткой, и от этого способа отделки пришлось отказаться. Недолго просуществовала и отделка с применением покраски панелей, тоже из-за недолговечности.

Наиболее массовой сейчас является отделка панелей до автоклавной обработки — "инкруст", разработанная

Уральским Промстройинипроектом. По этому методу на песчаную "подушку" мелкого песка, насыпанного на поддон формы тонким слоем, укладывается слой щебня (кварцевого, мраморного, гранитного и др.) крупностью 20...40 мм (лучше, когда 20...30), а после армирования осуществляется заливка газозолобетонной массы. После автоклавной обработки изделие расформовывается, в вертикальном положении с лицевой поверхности изделия металлической щеткой сметаются остатки песка, и панель подается на конвейер для отделки других поверхностей и установки столярки. При отделке методом "инкруст" на одной панели могут применяться два—три вида щебня для создания на фасаде здания "эффекта тени" или какого-нибудь крупного рисунка, узора.

Около 10% панелей отделывается "декором", но уже после их автоклавной обработки. Эта отделка разработана ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова и для условий нашего завода использована при научно-технической помощи Уральского Промстройинипроекта. Изделие укладывается в горизонтальное положение; на поверхность, подготовленную к нанесению "декора", наносится пропиточный (грунтовочный) слой — раствор латекса в воде. После его полного высыхания наносится основной (клеевой) слой, в составе которого главными компонентами являются латекс и пигмент. Цвет последнего должен соответствовать цвету или тону материала, наносимого сразу же после выравнивания основного слоя. Это — или стеклокрошка, или керамическая крошка, или керамзитовый песок (все — крупностью 3...5 мм). Крошка наносится с некоторым избытком (примерно в полтора—два слоя) и вдавливается в основной слой. Изделие сохраняется в покое до полной полимеризации основного (клеевого) слоя. Избыточная (неприклеившаяся) крошка легко осыпается при кантовании

изделия в вертикальное положение на брезент, поставленный под изделие.

Отделка методом "декор" позволяет использовать очень широкую гамму цветов стекла и керамики и применяется для создания определенных акцентов в группе зданий или внутриквартирных интерьеров. Именно поэтому новые кварталы, микрорайоны Екатеринбурга не похожи один на другой.

В этой статье описана лишь часть усовершенствований технологии производства газозолобетонных изделий, осуществленных на заводе в последние годы. Постоянное совершенствование технологии изготовления продукции уменьшает затраты на ее выпуск и позволяет, сохраняя высокую рентабельность производства, сдерживать интенсивность роста продажных цен на изделия из газозолобетона. Этим обеспечивается их высокая конкурентоспособность и расширение рынка сбыта.

Хотя у нас многое сделано для повышения теплозащитных свойств газозолобетонных изделий, но этой проблемой мы намерены заниматься и дальше. Сейчас в нормах СНиП II-3-79 расчетная влажность газозолобетона для стен зданий в зоне "А" принята равной 15%. Между тем, исследования Уральского Промстройинипроекта показали, что равновесная влажность таких стен в этой зоне намного ниже, например, в Екатеринбурге она не превышает 8%. Если бы изделия отгружались с завода с влажностью 8%, то это могло бы существенно повысить теплозащиту стен и уменьшить затраты на отопление зданий, а следовательно, еще более повысить конкурентоспособность газозолобетонных изделий. Однако приемлемых способов уменьшения отпускной влажности этой продукции пока никем не предложено.

Мы приглашаем научные организации сотрудничать в решении этой проблемы.

Опыт структурной перестройки производства газобетонных изделий

Пермский завод силикатных панелей (ПЗСП) изготавливает различные армированные изделия из газобетона плотностью 500...600 кг/м³ класса по прочности В2,5 и неармированные изделия плотностью 400...500 кг/м³ класса по прочности В1,5. Выпускаются также теплоизоляционные плиты плотностью 300...400 кг/м³.

Газобетон готовится в основном на смешанном вяжущем, но имеется опыт работы на бесцементных составах при использовании вместо цемента доменных гранулированных шлаков. Конструкции из газобетона по физико-техническим свойствам значительно превосходят аналогичные керамзитобетонные. Так, исследования Уральского Промстройинипроекта показали, что в условиях Перми стены из газобетона производства ПЗСП имеют термосопротивление на 25% выше, чем керамзитобетонные. В то же время керамзитобетонные стены оказываются дороже газобетонных.

Несмотря на явные преимущества стеновых изделий из газобетона по сравнению с изделиями из других материалов, спад производства затронул и наш комбинат. В Пермской области резко сократилось строительство объектов промышленного и социально-бытового назначения. В результате этого на ПЗСП не использовались мощности по производству наружных стеновых панелей.

Для того чтобы поддержать объем производства, мы пошли двумя путями. Во-первых, разработали проекты одно-двухэтажных домов со стенами из панелей серии 1-030. Во-вторых, развернули работу по организации производства мелких стеновых блоков, плит перекрытий и покрытий, а также перегородочных плит и теплоизоляции. Была поставлена

задача наладить производство комплектов деталей из газобетона для коттеджного строительства. Специально были разработаны проекты коттеджей, основным требованием к которым было максимальное снижение стоимости домов. Наши проекты ориентированы на застройщиков с низким и средним достатком. Так, например, стоимость материалов для строительства четырехкомнатного двухэтажного дома с жилым мансардным этажом (с полным использованием газобетона) ниже, чем продажная цена двухкомнатной квартиры в многоэтажном доме с керамзитобетонными стенами.

Несущие стены и перегородки в наших усадебных домах можно выполнять тремя вариантами: из панелей серии 1-030; из мелких блоков; из панелей серии 1-468 или Э-600П. Стеновые панели — это наша традиционная продукция, а для производства мелких блоков мы применили оборудование "Силбет". Пока на этом оборудовании не удалось достичь достаточно высокого качества реза. Работы по улучшению этого показателя ведутся на заводе.

В предлагаемых заводом проектах усадебных домов применен шаг несущих стен 4200 и 3600 мм, что позволяет использовать плиты перекрытий и покрытий из газобетона и обеспечивает в то же время рациональные планировочные решения.

Блоки размером 188х300х588 мм изготавливаются из ячеистого бетона классов В1,5, Д450. Они позволяют выполнять несущие стены зданий до трех этажей при условии применения плит перекрытия и покрытия из ячеистого бетона. Проемы в стенах из мелких ячеистых блоков образуются с помощью перемычек из ячеистого бетона сечением 400х288 мм, что позволяет исключить мосты

холода над проемами в наружных стенах.

Плиты имеют толщину 300 мм, изготавливаются из силикатного газобетона класса В2,5 и средней плотностью 600 кг/м³. Плиты покрытия рассчитаны на восприятие нагрузок от кровли и снега суммарно не более 450 кг/м², плиты перекрытия — 400 и 800 кг/м². Плиты покрытий могут использоваться в кровлях с уклоном 16 и 45°. Ширина опоры плит принята равной 150 мм. Крепление их между собой и к несущим стенам осуществляется электродуговой сваркой к имеющимся в них закладным деталям.

Плиты выпускаются агрегатно-поточным методом по литевой технологии в освободившейся опалубке наружных стеновых панелей серии 1-030 с ненапрягаемой арматурой. Объемные арматурные каркасы плит изготавливаются на подвесной машине из отдельных стержней и плоских каркасов контактной сваркой.

Отличительной особенностью производства плит перекрытия на нашем заводе является наличие операции срезки и прикатки "горбуши", что позволяет получать верхнюю поверхность категории А4 под укладку линолеума без устройства цементно-песчаной стяжки. Нижняя (потолочная) поверхность изделий требует доводочной операции — шпатлевки для достижения требуемой категории поверхности А2.

В настоящее время на заводе разрабатывается оборудование для получения плит из газобетона по резательной технологии и проводятся опытные формовки по изготовлению плит перекрытия и покрытия с применением предварительно напряженной рабочей арматуры, что позволит снизить металлоем-

кость изделий, повысить эффективность производства.

Уменьшение толщины стен и снижение массы основных конструкций позволяет применять при строительстве более экономичные решения фундаментов. Устройство скатной кровли из волнистых асбестоцементных листов и кровельного металла

производится по деревянным лагам с образованием свободно вентилируемого просвета.

Комплексное применение ячеистого бетона в качестве несущих и ограждающих конструкций позволяет снизить стоимость материалов для строительства на 20...40%. Одновременно сокращаются тру-

доемкость строительно-монтажных работ и энергозатраты на отопление (по сравнению с домами из кирпича и керамзитобетона) не менее чем в 1,4 раза. В домах из ячеистого бетона создается благоприятный микроклимат, близкий к микроклимату деревянных домов.

УДК 666.973.6:614.7

В.А. ЕНТУС, Л.М. ПЕТИН, кандидаты мед.наук (Свердловский областной центр санитарно-эпидемиологического надзора)

Экологические аспекты применения зол ТЭС и других промышленных отходов в строительстве

Ячеистый бетон как материал наружных стен всегда считался в странах, где он применяется, материалом, близким к дереву, обеспечивающим здоровый в биологическом отношении климат помещений. Традиционный состав ячеистых бетонов включает в качестве кремнеземистого компонента молотый природный кварцевый песок. Однако известно, что высокими потребительскими свойствами для разных нужд строительства обладает ряд техногенных отходов, среди которых в наибольшей степени пригодны золы и шлаки ТЭС. В частности, сухая зола-унос по дисперсности и содержанию окиси кремнезема представляет собой готовое кремнеземистое сырье, заменяющее в ячеистых бетонах песок.

Урал относится к регионам, где автоклавный и неавтоклавный ячеистые бетоны с конца пятидесятых годов разрабатывались с использованием зол и золошлаковых отходов.

Отходы ТЭС представляют собой наиболее масштабный вид техногенных отходов, хранение которых само по себе является экологической проблемой. Строительство и стройиндустрия — это те рациональные области, где применение этих отходов обеспечивает получение не только экономически, но и результатов

экологического плана. Утилизация отходов, направленная на сохранение чистоты окружающей среды, одновременно вызывает необходимость всесторонних проверок строительных изделий с точки зрения их санитарно-гигиенического состояния.

По этим вопросам на протяжении многих лет осуществлялось тесное сотрудничество Уральского Промстройинипроекта со Свердловским областным центром санитарно-эпидемиологического надзора.

В Уральском регионе действуют около двух десятков крупных ТЭС, работающих на различных углях, в том числе на бурых углях Волчанского месторождения (Богословская ТЭЦ), бурых углях Челябинской области (Среднеуральская, Троицкая и Южно-Уральская ГРЭС), кузнецких углях (Чайковская ТЭЦ). Основной выход зол получается от сжигания углей Экибастузского бассейна. Сухое улавливание зол, в частности в системе Свердловэнерго, организовано на четырех станциях: Рефтинской и Верхнетагильской ГРЭС, Богословской и Красногорской ТЭЦ. Основные потребители сухой золы (для частичной замены цемента) — АО завод ЖБИ "Бетфор", Рефтинский завод газозолобетон-

ных блоков и ряд других заводов ЖБИ Среднего Урала.

Для санитарно-гигиенических исследований предоставляются пробы зол, шлаков и других отходов, взятые из золоотвалов или из емкостей сухого отбора, а также образцы бетонов, в рецептуре которых используется это сырье.

По химическому составу уральские золы относятся к кислым, содержащим главным образом оксиды кремния и алюминия. Минералогический состав зол характеризуется содержанием стекловидной фазы алюмосиликатного состава, кварца, магнетита, гематита.

Помимо химического и фазового состава, устанавливается элементный состав исследуемого сырьевого материала и водных вытяжек из образцов бетона на основе спектрометрического анализа. Выполняются также газохроматографический анализ и радиологические исследования. Методически работы выполняются в соответствии с МУ МЗ СССР "Стройматериалы" № 2158—80 от 28.03.80 г. и руководством по определению вредных веществ в атмосферном воздухе. Исследования на элементный состав производятся на приборе "Spectoflem" модели S—ISP (Германия).

Таблица 1

Материал	Расход для газозолобетона, %	
	автоклавного	неавтоклавного
Цемент	16	33
Известь	18	4-5
Зола	65	62
Алюминиевая пудра	0,08	0,1
Вода	320 л	300 л

Бетонные образцы-балочки для гигиенических испытаний имели размеры 40x40x160 мм. При их изготовлении использовали составы, показанные в табл. 1.

Установлено, что органолептически уровень запаха от зол и бетонных образцов не превышает одного балла; не зафиксировано миграции в воздушную среду органических веществ, свободного формальдегида, фенолов; содержание радионуклидов не превышает нормативов НРБ-86, т.е. материалы относятся к первому классу.

По результатам исследований дано разрешение на использование зол для изготовления и применения наружных стеновых панелей из газозолобетона в жилищном и гражданском строительстве, а также для других целей в строительстве без ограничений.

При необходимости выполняли исследования в натурных условиях или приближенных к натурным. Так, проводили испытания газозолобетонных стеновых панелей, объемно гидрофобизированных стирол-инденовой и инден-кумароновой смолами, для определения возможности эксплуатации конструкций во влажных условиях (промздания, производственные сельскохозяйственные здания). Из панелей был построен опытный павильон, в котором производили хроматографический анализ летучих веществ, выделяемых в воздушную среду из бетона, и их санитарно-химическую оценку, изучали физиолого-гигиенические показатели летучих, выявляли наиболее токсикологически небла-

гоприятные компоненты. На основании испытаний сделаны рекомендации: по выдержке объемно гидрофобизированных панелей на складе до начала эксплуатации; по отделке их внутренней поверхности. Применение панелей на объектах промышленного и сельскохозяйственного строительства было согласовано с СЭС.

Помимо перечисленных испытаний, определяли естественную радиоактивность отходов в местах их накопления: гамма-спектрометрически исследовали радиоактивности выполняли по стандартной методике на анализаторе типа АИ-1024-95-16 и определяли соответствие материалов требованиям "Основных санитарных правил ОСП-72/87".

По заключению санитарной службы, все золы по концентрации в них естественных радионуклидов (менее 1) относятся к первому классу строительных материалов и разрешаются к использованию без ограничений в жилых и общественных зданиях.

Представляют интерес данные радиационного обследования складов сырья и готовой продукции, в частности в АО завод ЖБИ "Бетфор", выполненные в 1992 г.² Результаты измерений с помощью прибора типа СРП-88 в производственных помещениях по изготовлению наружных газозолобетонных панелей для жилых домов серии 141 приведены в табл. 2.

Сделаны выводы о том, что мощность гамма-излучений изделий и материалов не превышает допустимых пределов.

Проводимые областным центром санэпиднадзора Свердловской области исследования других промходов (доменные электроплавильные и мартеновские шлаки, каменноугольные шлаки котельных ряда городов, райцентров и крупных сел, отходы гальванических

¹Отбор проб и их подготовка к испытаниям производились под руководством канд. техн. наук Н.И. Дубровиной.

²Исследования выполнены ведомственной службой радиационного контроля АО ПТО "Прогресс" под руководством В.Г. Алешина.

Таблица 2

Место измерения	мкР/ч
Склад готовой продукции	
Фон на складе	11,9
Стеновая панель ПНО-42	10,1
Стеновая панель ПН-15Б	7,8
Паралетные плиты с отделкой кварцем и мрамором	9,8-9,2
Склад цемента и золы	
Зола рефтинская в вагоне	13,3
Цемент	9,9
Фон на складе цемента	18,4
Склад извести	
Известь обожженная дружининская	6,8
Склад фактурных материалов	
Щебень кварцевый	1,2
Щебень мраморный полевой	1,1
Щебень гранитный	25,2

производств) показали, что практически все они могут в той или иной степени утилизироваться в народном хозяйстве. Так, исследования отходов суперфосфатного производства (фосфогипсов) Среднеуральского медькомбината, строительных материалов из этих отходов, а также натурные исследования специально построенного жилого дома в различные сезоны года показали отсутствие вредных факторов в воздушной среде внутри помещения с сохранением нормируемых показателей теплопроводности. Кроме того, фосфогипсы можно широко использовать в качестве раскислителей почв.

Выполнена серия исследований котельных шлаков от сжигания экибастузского угля в сельских райцентрах Свердловской области (Талица, Тугулым и др.) с целью оценки возможности применения этих отходов как добавок в строительные растворы и бетоны. Санитарно-гигиенические показатели изделий (кирпичей, шлакоблоков) позволили рекомендовать их для жилищного и хозяйственного строительства.

Шлаки металлургических производств по оценке их микроэлементного состава могут использоваться двояко:

в качестве материала для нормализации кислых почв и их

обогащения микродобавками необходимых элементов — молибден, цинк, медь, никель и др.;

в качестве добавок в строительные растворы и бетоны для производства изделий.

Рядом предприятий Урала был поднят вопрос о возможности утилизировать шламы (кеки) гальванических производств в связи с тем, что извлечение из них цветных металлов при незначительном годовом накоплении нерентабельно. Транспортировка же их на специализированные заводы по извлечению хрома, железа, свинца, кадмия, никеля и т.д. крайне неэкономична.

Изучение гальванических отходов таких предприятий, как завод "Кардан" (г. Салават), Промстройматериалы (г. Екатеринбург) и других, показало, что при правильном подборе соотношения заполнителей (щебня, песка, шлама) и связующего (цемент) можно получить строительные материалы, достаточно безопасные для человека и окружающей среды по миграции летучих органических веществ, а также валовых и подвижных форм химических элементов.

Элемент	Содержание элементов, мг/кг			Коэффициент снижения содержания элементов
	исходный шлам	рецептура 1	рецептура 2	
Алюминий	2120,0	0,48	0,98	4400/2160
Железо	1820,5	н/обн.	н/обн.	—
Марганец	66,3	н/обн.	н/обн.	—
Медь	3,4	0,001	0,07	3400/48
Никель	3,7	0,015	0,15	246/24
Кадмий	1,99	н/обн.	н/обн.	—
Цинк	4,37	0,009	0,04	485/109
Свинец	1,21	н/обн.	н/обн.	—
Кобальт	1,22	0,004	0,22	305/5,5
Стронций	26,0	н/обн.	н/обн.	—
Мышьяк	1,6	н/обн.	н/обн.	—

Примечание. Предел среднего разброса показателей не превышает 20%.

Опыт исследования этих шламов и шлаков показал резкое снижение миграции химических элементов валовых и подвижных форм (CaH ПиН 42-128-4433-87). В табл. 3 показана степень связывания элементов и снижение выделения их из готовых строительных изделий (крупные и мелкие блоки и т.п.).

Котельные шлаки содержат микроэлементы, характеризующие территориальные шахтные добычи или разрезы каменного угля. Коэффициенты снижения содержания элементов в камен-

ноугольных золах практически подтверждаются вышеуказанными параметрами и не представляют гигиенической опасности при добавлении их в составы растворов и бетонов.

Проведенный радиологический контроль на содержание естественных радионуклидов позволил отнести перечисленные изделия для подсобного и гаражного строительства к первому классу на основании "Временных критериев для принятия решений..." и разрешить к применению без ограничений.

Сертификация бетонных и растворных смесей и добавок для них

Минстроем и Госстандартом России аккредитована в качестве "Органа по сертификации" в системе сертификации ГОСТ Р фирма "Полиמוד-сертификация" (аттестат № ГОСТ PRU.9001.5.1.9010 от 30.06.95 г.).

В область аккредитации входят все виды бетонных и растворных смесей по ГОСТ 7473 и ГОСТ 28013, все виды химических добавок по ГОСТ 24211, а также минеральные добавки, применяемые в бетонных и растворных смесях.

На соответствие Российским стандартам может быть сертифицирована продукция, выпускаемая как предприятиями России, так и других государств.

Фирма "Полиמוד-сертификация" оказывает также научно-техническую и консультационную помощь организациям по совершенствованию технологии производства бетона, конструкций из него и по подготовке продукции к сертификации.

Заявки на проведение работ по сертификации направлять по адресу:

109428, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6.

Телефон 174-78-31, 174-74-00, факс (095) 170-78-11.

Повышение надежности каркасной системы с натяжением канатной арматуры в построечных условиях

На страницах нашего журнала [1, 4], в ряде других изданий [2, 3], на разных форумах (конгрессы ФИП, всесоюзные конференции по бетону и железобетону и т.п.) подробно излагались преимущества каркасной системы с натяжением арматуры в построечных условиях (типа "ИМС"). Она давно используется за рубежом (б. Югославия, Венгрия, Куба и др.), а с 80-х годов — в России и странах СНГ (Новороссийск, Чебоксары, Невинномысск, Мурманск, Краснодар и др.). Сегодня известны несколько десятков регионов в нашей стране, где данная конструктивная система успешно используется в зданиях различного назначения или идет соответствующая подготовка к ее внедрению.

Главное, что привлекает строительные организации при освоении данной системы, — ряд бесспорных преимуществ, выгодно отличающих ее от известных конструктивных систем: возможность уменьшения расхода материалов (металла, цемента) в связи с использованием высокопрочной арматуры и отсутствием закладных элементов, а также эффективной работы бетона, обжатого в двух направлениях; снижение трудоемкости при изготовлении и монтаже из-за отсутствия сварочных работ; свобода архитектурно-планировочных решений, в том числе возможность использования широкого шага для жилищного строительства; значительное сокращение типоразмеров сборных элементов.

Вместе с тем у некоторых проектировщиков и строителей бытует мнение о возможности уменьшения надежности данной

конструктивной системы в случае отклонения расчетных параметров или выхода из строя ("отказа") ряда элементов, например анкеров для закрепления преднапряженной арматуры, снижения проектного уровня преднапряжения в арматуре и др. Эти сомнения вызваны также и тем, что из-за отсутствия закладных элементов и сварочных работ связь между колоннами и плитами осуществляется только за счет сил трения и усилий обжатия.

Для расширения области применения данной каркасной системы и оценки ее надежности и безопасности НИИЖБ в течение последних лет не только активно участвовал во внедрении системы, но и провел специальные исследования. Эти работы позволили оценить ее действительную надежность в случае отклонения от проекта точности натяжения в арматуре и выхода из строя (полностью или частично) важнейших конструктивных элементов системы (например, анкеров), а также от возможного снижения прочности бетона сборных элементов и монолитных участков. Кроме того, институт предложил ряд новых эффективных решений, в том числе защищенных авторскими свидетельствами и патентами [5, 6, 8], которые позволяют в значительной степени повысить надежность, качество и безопасность данного каркаса.

Указанными исследованиями было установлено, что прочность бетона плит перекрытий не играет столь значительной роли, какую ей отводили на начальных этапах использования данной системы [1, 2, 3]. Так, в ряде случаев возможно снижение про-

ектной прочности бетона плит перекрытия класса В25 и выше, используемых до последнего времени за рубежом и в нашей стране, до бетона класса В15 и ниже. Также оказалось возможным применение не только тяжелого, но и легкого и ячеистого бетонов (классы В7,5 и менее). Кроме того, были разработаны и исследованы перекрытия, составленные из мелкоштучных элементов [7].

Экспериментальные и многовариантные расчетные исследования с оценкой влияния выхода из строя ("отказа") анкера (одного и более), а также из-за снижения проектного уровня преднапряжения по различным причинам (оттяжка арматуры в пролете в одной или двух точках, отсутствие контроля и др.) позволили установить ряд принципов, которые рекомендуется использовать при проектировании и возведении данных каркасов.

Испытания и расчеты показали, что отказ одного или нескольких анкеров, как правило, не приводит к выходу из строя каркаса. При этом наиболее надежным в этом отношении является каркас, у которого по периметру имеются бортовые элементы в виде балконных плит. В этом случае при отказе анкера образующаяся зона передачи обжатия располагается за пределами колонны, а в перекрытии основной части каркаса сохраняется достаточно высокое обжатие между колоннами и плитами. Выяснилось также, что при отсутствии балконной плиты, когда зона передачи усилия обжатия больше, чем размер колонны (40 см), обжатие между колонной и

плитой перекрытия на этом участке хотя и несколько уменьшается, однако это имеет место только в одном направлении; в другом направлении обжатие в перекрытии сохраняется, а вдоль оси, где произошел отказ анкера, происходит только некоторое продвижение зоны передачи усилия обжатия. Установлено, что между канатом и раствором в канале сохраняется связь даже при наличии в канате усилия, равного 10 тс. Испытания модели ячейки размером 4,2х4,2 м (в масштабе 1:2) показали, что снижение усилия преднапряжения более чем на 30%, а также отказ анкеров не оказывают заметного влияния на прогибы перекрытия.

Эти данные были подтверждены и расчетами различных ячеек, выполненных с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Был также разработан ряд конструктивных предложений и технологических мероприятий, которые могут в значительной степени повысить надежность, безопасность и качество данной каркасной системы. Так, необходимо увеличить прочность мелкозернистого бетона на меньшей мере на крайних пролетах и по периметру здания. Для улучшения сцепления каната и мелкозернистого бетона в канале рекомендуется обеспечить наличие спирали. При этом диаметр канала должен быть не менее 45...50 мм, что улучшает качество инъектирования и несущей способности каната даже при отказе анкера.

К числу факторов, улучшающих надежность данной системы, относятся наличие оттяжки в пролете каната (в одной или двух точках). При этом, если оттяжка осуществляется одновременно с процессом натяжения, данный способ эффективен при высоте плиты перекрытия более 220...250 мм. В случае если в ячейке две полуплиты, то для повышения надежности системы следует осуществлять связь с помощью шпонок, а сварка выпусков для такой связи не всегда необходима. Для улучшения анкеровки каната и исключения коррозии арматуры в каналах предлагается инъектирование их осуществлять мелкозернистым бетоном с суперпластификатором С-3. Инъектирование канала нельзя совмещать с бетонированием участка между плитами, так как такой метод приводит к некачественной защите каната в канале.

Одним из возможных методов повышения трещиностойкости монолитного участка между плитами перекрытия, который остается не обжатым (хотя там и располагается преднапряженная арматура), это установка дополнительного каната, у которого после достижения передаточной прочности бетона снимается анкер или он сам перерезается [8]. Весьма радикальным методом повышения надежности является установка анкеров типа "опрессованная гильза" [5, 6] как на внешних участках колонны или балконных плит, так и в пределах канала колонны или в углублении балконных плит.

Библиографический список

1. Маркаров Н.А., Филаретов М.Н. Конструктивно-технологические особенности каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях в СССР // Бетон и железобетон. — № 4. — 1990.
2. Маркаров Н.А., Филаретов М.Н. Влияние преднапряжения на напряженно-деформированное состояние перекрытий каркасно-панельного здания с натяжением арматуры в построечных условиях. Стройиздат, ПЭП. Сборник трудов НИИЖБ, 1990.
3. Маркаров Н.А., Кимберг А.М., Корнилов В.Г. Конструктивно-технологические особенности возведения в СССР каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях. Изд. ФРГ, Гамбург, Труды XI конгресса ФИП (Гамбург), 1990.
4. Маркаров Н.А., Солдатов А.Е. Исследование перекрытий каркасно-панельных зданий из бетонов низкой прочности с натяжением арматуры в построечных условиях. 1991.
5. Патент РФ № 2005146 "Устройство для закрепления арматурных канатов". Авт. Маркаров Н.А. и др. Зарегистр. 30 декабря 1993.
6. Патент РФ № 2005147 "Способ закрепления гильзового анкера на арматурном канате". Авт. Маркаров Н.А. и др. Зарег. 30 декабря 1990.
7. Маркаров Н.А., Еркинбеков А.Е., Кансеитов М.Б., Хасенов А.Г. "Исследование работы перекрытий из сборных плит с натяжением арматуры в построечных условиях". Сб. "Проблемы надежности и долговечности строительных конструкций зданий и сооружений". Чимкент, 1993.
8. Авт. свидетельство № 1640315 "Способ соединения многопролетных плит безбалочного перекрытия с колоннами". Авт. Маркаров Н.А., Филаретов М.Н. Зарег. 8 декабря 1990.

Вниманию специалистов!

В период с 10 по 12 сентября 1996 г. в г. Блед (Словения) будет проведен Центрально-Европейский семинар по применению полимеров в бетоне. Программой семинара предусматривается проведение сессии с докладами известных экспертов в данной области и сессии для специалистов, желающих представить стендовые доклады в рамках обмена опытом применения бетонов в конкретных областях.

Организаторы семинара просят заинтересованных специалистов направить свои заявки по адресу:

Словения, Любляна 6100, ул. Словенчева 95.

Факс: 386 61 342-728, Институт исследований материалов IRMA.

УДК 691.32

Т.И. БЛИЗГАРЕВА, канд.техн.наук (Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия)

Бетон для ремонтных работ и изготовления футеровок тепловых агрегатов

В отличие от большинства конструкций и сооружений тепловые агрегаты в течение всего периода эксплуатации подвергаются ремонтам, так как срок службы их элементов, испытывающих воздействие различных интенсивно разрушающих факторов (высокие температуры, резкие теплосмены, агрессивные среды и др.), ограничен.

Восстановление тепловых агрегатов с применением штучных огнеупоров — процесс трудоемкий, требующий значительного расхода дорогостоящих материалов. Ремонт тепловых агрегатов, построенных из жаростойкого бетона, в зависимости от конструкции и степени разрушения в процессе эксплуатации может выполняться: заменой отдельных блоков новыми (если в конструкции предусмотрена возможность демонтажа разрушенных элементов), а также прибетонированием (если тепловой агрегат представляет собой монолитное сооружение или при сборной конструкции, когда невозможна замена разрушенных элементов новыми без нарушения целостности футеровки и снижения эксплуатационных качеств теплового агрегата).

В зарубежной и отечественной практике для ремонтных работ выпускают и широко используют огнеупорные массы (набивные и пластичные), растворы, мертели и обмазки на гидравлических, керамических и химических связках [1]. Их применение исключает необходимость в обожженных изделиях, что упрощает выполнение и стоимость ремонтных работ. Для придания огнеупорным массам определенной формы

требуются специальное оборудование и опалубка, что затрудняет изготовление из них фасонных изделий. Набивные массы нередко расслаиваются при набивке, плохо удерживаются на изношенных участках футеровки. К недостаткам пластичных масс следует отнести необходимость герметичной упаковки и ограниченный срок хранения в закрытой таре, что значительно удорожает их стоимость.

К наиболее перспективным направлениям развития технологии производства ремонтных работ и изготовления монолитных конструкций следует отнести применение огнеупорных масс, жаростойких бетонов и растворов в виде сухих бетонных смесей.

С точки зрения надежности службы в тепловом агрегате, в качестве материала для ремонта может быть применен жаростойкий бетон, который обладает необходимыми термомеханическими свойствами при определенных технологических условиях. Одним из эффективных его видов является бетон на основе высокоглиноземистого цемента (ВГЦ), обладающего высокой огнеупорностью, достаточной прочностью после твердения, стойкостью к воздействию различных агрессивных сред. Основным недостатком ВГЦ является медленный набор прочности в ранние сроки твердения, что вызывает необходимость выдержки бетона в нормальных условиях в течение 7 сут или применения тепловлажностной обработки для обеспечения требуемой прочности согласно действующим

нормативам [2]. Это обстоятельство затрудняет использование жаростойкого бетона на основе ВГЦ для аварийных ремонтов, ускоренного изготовления и монтажа футеровок тепловых агрегатов, когда работы необходимо выполнять в сжатые сроки. В этом случае желательно применять бетоны, которые можно подвергать сушке и нагреванию через несколько часов после укладки.

Исследованиями, выполненными в НИИЖБе, установлено, что сократить сроки выдержки жаростойкого бетона на основе ВГЦ до момента воздействия высоких температур можно за счет использования смешанного вяжущего, твердеющего в процессе сушки и нагревания. Такое вяжущее получают заменой части ВГЦ огнеупорной глиной.

Результаты изучения процессов структурообразования вяжущего теста от момента затворения водой и до превращения его в цементный камень показали, что интенсивность нарастания пластической прочности увеличивается с повышением количества огнеупорной глины в смешанном вяжущем. Наличие в глиняном тесте большого количества свободной воды и постепенное удаление ее при сушке создает благоприятные условия для самопропаривания бетона и быстрого набора прочности. Это обстоятельство позволяет подвергать бетон сушке (в зависимости от количества огнеупорной глины в смешанном вяжущем) уже через 1—24 ч после укладки. Введение огнеупорной глины в вяжущее способствует повышению остаточной прочности цементного камня на его

основе. Потеря прочности при высоких температурах вследствие дегидратационных процессов в ВГЦ компенсируется за счет образования муллита в огнеупорной глине и керамической связи между продуктами дегидратации ВГЦ и огнеупорной глины [3].

Установлено оптимальное содержание огнеупорной глины в композиции с ВГЦ, прочность которой в камне после твердения составляет от 23 до 69 МПа, остаточная прочность после нагревания при 800°C—110...83%, огнеупорность — от 1520 до более 1600°C соответственно.

На основе полученного вяжущего разработаны составы жаростойких бетонных смесей с предельно допустимой температурой применения от 1100 до 1600°C. Последняя зависит от содержания огнеупорной глины в вяжущем и вида заполнителей, в качестве которых использованы керамзит, магнезит, шамот и корунд. В таблице приведены основные свойства жаростойких бетонов на основе вяжущего, состоящего из ВГЦ и огнеупорной глины, с наиболее распространенным и обладающим стабильными свойствами при нагревании шамотным заполнителем. Подвергать сушке и последующему нагреванию бетоны указанных составов можно через 1 ч после укладки.

Промышленные испытания и внедрение разработанных составов жаростойкого бетона подтвердили их надежные эксплуатационные свойства.

Бетон на основе смешанного вяжущего с заполнителем из шамота первичного обжига наибольшей крупностью 5 мм использован для изготовления горелочных камней печей нефтехимии, что позволило заменить импортные сухие бетон-

Номер состава	Наибольшая крупность заполнителя, мм	Прочность на сжатие, МПа (над чертой), % (под чертой) после нагревания при °С		Средняя плотность, кг/м ³ , после нагревания при °С		Усадка после нагревания при 1200°C, %	Температура деформации под нагрузкой 0,2 МПа, °С		
		110	1200	110	1200		начало размятия	4% деформации	40% деформации
1	10	12,8 100	11,5 90	1789	1646	0,21	1200	1340	1390
2	5	15,6 100	14,8 95	1737	1625	0,30	1210	1330	1390
3	2,5	16,3 100	15,4 95	1730	1616	0,54	1220	1360	1400
4	0,63	15,0 100	15,2 101	1763	1599	1,62	1390	1400	1460

ные смеси. Бетон в виде сухой смеси с шамотным заполнителем из боя огнеупорных изделий наибольшей крупностью 5 мм применен вместо штучных огнеупоров для футеровки фильерных питателей стеклоплавильных аппаратов с ускоренным выводом их на режим сушки и последующего разогрева. Для ремонта вращающейся печи обжига керамзита использован бетон на смешанном вяжущем с керамзитовым заполнителем и добавкой перлитовой пыли.

Разработанные составы жаростойких бетонов на основе смешанного вяжущего рекомендуются для производства работ, когда необходимо не только быстрое структурообразование бетона в ранние сроки твердения, но и стабильные его прочностные характеристики после воздействия высоких температур. Укладывать такую бетонную смесь можно вибрированием, трамбованием, наносить шпателем.

Эффект от применения разработанного жаростойкого бетона состоит, помимо его преимуществ перед штучными огнеупорами, в экономии до 50% алюминатного цемента за счет использования природной тонкомолотой добавки — огнеупорной глины, а также в сокращении сроков проведения работ повышении качества и надежности футеровки тепловых агрегатов.

Библиографический список

1. Замятин С.Р., Пургин А.К., Хорошавин Л.Б. Огнеупорные бетоны. — М.: Металлургия, 1983. С. 58.
2. Руководство по возведению тепловых агрегатов из жаростойкого бетона. — М.: Стройиздат, 1983. С. 33.
3. Жданова Н.П., Близарева Т.И. Жаростойкое вяжущее для мелкозернистого бетона // Материалы XXIV Международной конференции по бетону и железобетону. — М.: Стройиздат, 1992. С. 60—61.

Технологические приемы повышения качества легкого бетона

Низкое качество выпускаемых в нашей стране бетонных и железобетонных конструкций обуславливает непомерно высокие текущие расходы на строительство и особенно эксплуатацию зданий и сооружений. Они, как правило, требуют дорогостоящих и частых плановых и капитальных ремонтов, избыточного потребления топливно-энергетических и иных материальных ресурсов. Применительно к зданиям это прежде всего относится к наружным ограждающим конструкциям.

Для решения этих проблем бетон таких конструкций нуждается в значительном повышении своих физико-технических и теплотехнических свойств. Особенно беспокоит эксплуатационников ухудшение гидрофизических свойств, сводящееся к промоканию, особенно панелей безрулонной кровли, их промерзанию, понижению морозостойкости, падению термического сопротивления ограждений. Дополнительной опасностью в современных условиях службы наружных ограждений является, наряду с усилением воздействий климатических факторов (значительно большее количество переходов через 0°C, усиление инсоляции и др.), дополнительное резкое усиление коррозионных воздействий воздушной и водной сред современного индустриального города вследствие недостаточного внимания к экологии.

Повысить надежность бетона в конструкциях можно использованием комплекса технологических мер, снижающих проницаемость бетона наиболее доступным методом. Решающая роль здесь отводится гидро-

фобизации бетона, осуществляемой как объемно, так и поверхностно. Повышение качества изделий с помощью гидрофобизации, в результате которой обычный вибрированный бетон переходит в новую, более высокую категорию качества, весьма эффективно.

Большая часть наружных ограждений зданий возводится с применением легкобетонных конструкций различных видов.

Важнейшими компонентами легкого бетона, рассматриваемого как композиционный материал, являются контактная зона, матрица, крупный заполнитель. Одна из важнейших функций контактной зоны такого бетона состоит в упрочнении системы. Эффект работы непрерывной контактной зоны, матрицы и пористого заполнителя оказывается весьма высок, если при малой толщине контактной зоны и практическом отсутствии в ней дефектов возрастает ее прочность на растяжение. Значит, структура легкого бетона на пористых заполнителях должна формироваться с учетом создания монолитных, плотных и прочных, минимальных по толщине и максимальных по протяженности контактных зон. Кроме того, необходимо обеспечение формирования "качественной" пористости. Одновременно происходит энергичное адсорбционно-химическое взаимодействие между цементирующим веществом при наиболее полной степени его гидратации и поверхностностью пористого заполнителя. Эти процессы сопровождаются ростом большего числа контактов между соприкасающимися поверхностями, увеличением площади их срастания, а следовательно, и

повышением прочности монолита.

Контактная зона выполняет и вторую свою функцию — она обеспечивает повышенную стойкость бетона на пористых заполнителях. Это положение установлено анализом закономерностей строения и качества порового пространства, обеспечивающего высокие гидрофизические свойства и долговечность легких бетонов, несмотря на то, что объем микропор, например, керамзитобетона в 10...15 раз больше, а средний радиус пор в 3...5 раз меньше, чем в бетоне на гранитном щебне. При этом средний радиус пор, доступных для воды, в керамзитобетонах также соответственно в 3...4 раза меньше [1]. Таким образом, пористый заполнитель при определенных условиях формирует вокруг себя оболочку из цементирующего вещества, в котором отсутствуют капиллярные поры, что соответствует возможностям получения высоководонепроницаемых бетонов на пористых заполнителях.

Экспериментальные данные, полученные методом ртутной порометрии и на стереоскене, подтвердили предположение, что капиллярных пор в контактном слое, а иногда и в матрице легкого бетона тоже нет. В этом случае, с позиций теории массопереноса, влажностный обмен между матрицей и пористым заполнителем осуществляется не жидкой влагой, а водяным паром и воздухом.

В высшую категорию качества легкий бетон можно перевести, используя кремнийорганические модификаторы, которые являются особым эластичным аппретом в контактных слоях [2], значительно

улучшают поровую структуру и бетон в целом. Это подчас происходит при относительно небольших изменениях базовых свойств материала. Иногда при изменении плотности вещества всего на десятую часть процента, средней плотности только на 1,5...2% или пористости, в том числе капиллярной (на 0,4...2%), происходит "скачкообразное" возрастание показателей основных физико-технических свойств материала, и он переходит в новое качественное состояние, максимально реализуя свои потенциальные резервы.

Небольшие изменения базовых свойств хорошо согласуются с возможностями технологического использования гидрофобизирующих или комплексных модификаторов. Граница между категориями качества условна и подвижна для бетонов различного назначения, видов, марок и др. Следует отметить, что скачкообразные изменения свойств бетонов при изменении их структуры зафиксированы нами экспериментально, но общеизвестны в обобщенном виде как изменение проницаемости и стойкости. Диалектически возможно скачкообразное изменение свойств — это объективный критерий, так как он является частным случаем всеобщего закона перехода количества в качество.

Для повышения долговечности бетона особенно благоприятно применение комплексных гидрофобно-пластифицирующих полифункциональных модификаторов. Это обусловит пластификацию смеси, ряд положительных модифицированных поровой структуры материала, стабилизацию свойств бетонной смеси, будет способствовать уменьшению ее расслаиваемости, лучшей удобоукладываемости, а следовательно, большей монолитности затвердевшего бетона.

Сопоставление показателей качества образцов бетона, гидрофобизированного различными методами, выявил эффективность поверхностного способа защиты. Получена практическая идентичность деформаций образцов с объемной комплексной добавкой-гидро-

фобизатором и образцов, покрытых только с поверхности тем же гидрофобизатором. Дилатометрический эффект образцов гидрофобизированного бетона без покрытия в водонасыщенном состоянии проявляется при температурах -4 и -10°C . Кремнийорганический гидрофобизатор, которым были покрыты образцы, более чем на порядок снизил дилатометрический эффект и сместил температуру замерзания воды до $-12...13^{\circ}\text{C}$.

Интересные результаты показали образцы бетона с гидрофобизатором и суперпластификатором С-3. В них отсутствовали поры, в которых вода переходит в лед при -4°C , и появился второй температурный скачок при температуре около -50°C . Таким образом, при поверхностной защите бетона кремнийорганикой и при комплексной объемной модификации структуры дилатометрический эффект резко уменьшается со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Поверхностная гидрофобизация дает экономию кремнийорганических соединений по сравнению с объемной, легко возобновляема, технологична и не только конкурентоспособна с другими технологическими приемами защиты поверхности строительных материалов, но и технико-экономически эффективна.

С помощью поверхностной обработки возможно снизить срок ремонтпригодности, повысить эксплуатационный срок службы и надежность работы строительных материалов в конструкциях при минимальных капитальных вложениях в производство.

Керамзитобетон плотной структуры, изготовленный с объемной гидрофобизацией, или обработанный с наружной стороны гидрофобным покрытием позволяет повысить тепло-технические свойства ограждения.

Установлено, что во фрагментах таких ограждений происходит смещение условной температурной кривой на несколько градусов по оси температур, что приводит соответст-

венно и к повышению нормируемого температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены ($t^{\text{н}}$). Это происходит вследствие уменьшения технологической влажности бетона, а также практического прекращения увлажнения его осадками, приводящими к сезонным влагонакоплениям. В результате гидрофобизированный керамзитобетон, как показали исследования процесса теплообмена, обладает способностью скорее, чем контрольный бетон, высыхать до равновесной влажности (у него она на 1,5...2% меньше, чем у контрольного бетона). Среднее значение приращения теплопроводности гидрофобизированного бетона на 1% влажности снижается на 18...25% по сравнению с контрольным.

Расчеты на ЭВМ влажностного режима наружных стен из гидрофобизированного легкого бетона показали, что за 15 лет эксплуатации он выходит на квазистационарный режим службы на 2...3 года ранее контрольного бетона.

Указанные явления только в первый год эксплуатации приводят к повышению термического сопротивления легкого бетона на 10...15%. Это эквивалентно существенной экономии тепла на отопление, особенно в первые годы эксплуатации, а также улучшению микроклимата в помещениях за счет повышения $t^{\text{н}}$ и снижения влажности воздуха.

Повысить термическое сопротивление легкого бетона в наружном ограждении возможно гидрофобизацией и умеренной поризацией материала. Силы молекулярного притяжения молекул воды поверхностью твердого тела в случае введения гидрофобизаторов будут увеличиваться за счет снижения поверхностного натяжения на границе "жидкость—воздух", уменьшения толщины водных пленок в тонких порах и, как следствие, увеличения количества так называемой связанной (полутвердой) воды. Тонкие слои такой воды выступают, по-видимому, как бы изоляторами, делящими

поровое пространство в бетоне на отдельные замкнутые мельчайшие полости [4]. В очень тонких порах часть воздуха (по аналогии с так называемой связанной водой), по нашему мнению, тоже находится в адсорбционно связанном состоянии, что также способствует снижению теплопроводности в сухом состоянии дополнительно на 6...8%.

Обработка бетона различными модификаторами гидрофобного типа существенно повышает его трещино-, морозо- и коррозионную стойкость, а также теплозащитные свойства, т.е. комплексно повышает работоспособность бетонов в конструкциях.

Поэтому в СНиП 2.03.11—85 следует внести разработанные ГНИИХТЭОС с участием МГСУ новые кремнийорганические составы: гидрофобизаторы 136-323 (1) 136-323 (2) (ТУ 6-02-1-610) на уровне "классического" 136-41.

Определяющие технические параметры гидрофобизаторов находятся на уровне мировых стандартов и даже превосходят их. Сейчас в Москве можно организовать производство до 100 т различных гидрофобизаторов в водоземлюсионном виде любой концентрации. Этого количества достаточно для снабжения строительных и реставрационных работ в городе и области по ценам, значительно более низким, чем на рынке. Для этого ГНИИХТЭОС может дать стадию производства — "Б", переходящую в "В".

Бетоны высшей категории качества в конструкциях обеспечивают надежность эксплуатационных свойств и дадут экономический эффект, что необходимо учитывать при сертификации изделий и конструкций.

Высокую категорию качества бетона можно получить также сильным уплотнением [5] и

дальнейшим совершенствованием технологии.

Библиографический список

1. О р е н т л и х е р Л.П. Коррозионная стойкость бетона на пористых заполнителях // Бетон и железобетон. — 1983. — № 8. — С. 21.
2. М е т к а л ф А. Композиционные материалы. — М.: Мир, 1978. Т. I.
3. Х и г е р о в и ч М.И., Б о г о с л о в с к и й Б.М., О р е н т л и х е р Л.П. и др. Развитие некоторых представлений о теплозащитных свойствах в гидрофобизированных материалах. — Реферативная информация. Сер. 3. Промышленность сборного железобетона. — М.: ВНИИЭСМ, 1982. Вып. 5.
4. О р е н т л и х е р Л.П. Бетоны на пористых заполнителях в сборных железобетонных конструкциях. — М.: Стройиздат, 1983.
5. О р е н т л и х е р Л.П., Г о р ч а к о в Г.И. Легкий бетон как композиционный материал. — Конференция силикатной промышленности и науки о силикатах. "Силиконф-89", Будапешт. 12—16 июня 1989 г.

УДК 69.022.326:699.86.022.3

Ю.П. ОЖГИБЕСОВ, К.И. ХАБИБУЛИН, Ю.А. КАЛЯДИН, кандидаты техн. наук
(НИЦ "Здания", АО ЦНИИС)

Предложения по улучшению теплозащитных характеристик стеновых конструкций

В настоящее время для предприятий стройиндустрии и строительных организаций Российской Федерации актуальным является решение вопросов, направленных на улучшение теплозащитных характеристик стеновых ограждающих конструкций при одновременном снижении их материалоемкости и повышении заводской готовности. Важно при этом максимальное применение местных строительных материалов, эффективное использование имеющегося оборудования и технологической оснастки.

В связи с введением в действие с 1 сентября 1995 г. изменения № 3 СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника" ус-

тановлено, что теперь проектирование, реконструкция и капитальный ремонт зданий должны осуществляться в соответствии с повышенными требованиями к теплозащите ограждающих конструкций, принятыми в указанном изменении.

Расчеты, выполненные Научно-исследовательским центром "Здания", показывают, что по новым требованиям СНиПа в центральных регионах страны (Москва, Московская область и другие), исходя из нормируемых показателей градусо-суток отопительного периода (ГСОП), требуемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий ($R_{0\text{пр}}$) по сравнению с

фактически имеющимися показателями 1,0—1,1 м²·°C/Вт необходимо повысить в 1,7—3,0 раза. Его следует принимать для жилых зданий, детских учреждений, школ и т.п. на первом этапе (до 2000 г.), равным не менее 1,7 м²·°C/Вт.

На втором этапе (с 2000 г.) указанный показатель должен быть увеличен до 3,0 м²·°C/Вт. Для производственных зданий с нормальным режимом эксплуатации эти показатели составляют соответственно 1,3 и 1,7 м²·°C/Вт.

Разработки, выполненные НИЦ "Здания" совместно с другими научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями России,

показывают, что указанные повышенные требования к теплозащите зданий должны быть обеспечены с максимальным учетом местных климатических условий и при использовании уже имеющегося опыта.

В этих условиях применение однослойных легкобетонных стеновых панелей может быть рекомендовано лишь при соответствующем технико-экономическом обосновании и при средней плотности легкого бетона не более 900 кг/м^3 .

Как показывают исследования, указанные показатели достигаются только при наличии определенного сочетания благоприятных климатических условий и технологических факторов. Например, при использовании легкого керамзитового гравия со средней насыпной плотностью не более 350 кг/м^3 и с применением легких керамзитовых песков со средней плотностью до 400 кг/м^3 . При этом необходимо осуществлять поризацию цементного камня пенообразующими добавками, что обеспечивает улучшение термостойкости легкого бетона в сравнении с показателями, указанными в действующих СНиПах.

Расчеты показывают, что для центрального региона страны при средней плотности керамзитобетона $850\text{—}900 \text{ кг/м}^3$ в имеющихся на предприятиях металлоформах (при толщине изделий 400 мм) удастся получить наружные стеновые панели с $R_{0 \text{ пр}} = 1,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$. Это позволяет применять их в жилых домах в соответствии с указаниями Минстроя РФ (№ 18-81 от 11.08.95) до середины 1996 г.

В дальнейшем указанная технология может рекомендоваться (на первом этапе) при изготовлении изделий производственных зданий с сухим и нормальным режимами до 2000 г. , а получение стеновых панелей, в том числе для жилых домов (с $R_{0 \text{ пр}} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$), может быть достигнуто при соответствующем увеличении толщины этих конструкций. Для этого следует привести дополнительное технико-экономическое обоснование.

В НИЦ "Здания" разработана эффективная технология поризации бетонных смесей в сочетании с выбранными поверхностно-активными веществами. С учетом имеющегося на предприятиях оборудования эта технология обеспечивает изготовление крупноразмерных ограждающих панелей, мелких и крупных блоков, стеновых камней из монолитного бетона с заданными характеристиками в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Выбор химических добавок для предприятий различных регионов производится с учетом их технологических особенностей, экономичности применения и возможности приобретения. Обеспечивается частичное или полное исключение плотного и пористого песка из состава легкого бетона, повышение удобоукладываемости смеси, снижение плотности легкого бетона и улучшение его теплозащитных свойств.

Другое, более эффективное направление заключается в применении легкобетонных панелей с термовкладышами, изготовление которых производится в имеющихся металлоформах. Оно обеспечивает возможность получения наружных стеновых ограждающих конструкций с сопротивлением теплопередаче $1,7\text{—}2,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$ при толщине изделия 400 мм (средняя плотность керамзитобетона 1200 кг/м^3 , толщина плитного полистирольного утеплителя соответственно 100 и 150 мм). Однако при этом в $1,5\text{—}2$ раза возрастает трудоемкость изготовления панелей и их стоимость, а также возникает необходимость в усиленном технологическом контроле. Этот вариант целесообразно рассмотреть в сочетании с поризацией бетона, существенно повышающей эффективность производства и улучшающей теплозащитные характеристики изделий.

Известен опыт изготовления самонесущих наружных стеновых конструкций (в пределах одного этажа) из мелких стиропорбетонных блоков, имеющих наружный и внутренний

облицовочные слои из цементно-песчаного раствора.

Указанные технические решения при толщине панели 400 мм могут отвечать требованиям лишь первого этапа уровня теплозащиты, установленным изменениями № 3 СНиП II-3-79.

Наилучшие результаты по показателям сопротивления теплопередаче позволяют получить трехслойные панели на дискретных связях (с использованием железобетонных шпальных элементов или гибких связей).

Разработанная НИЦ "Здания" новая конструкция и технология изготовления трехслойных панелей из тяжелого или легкого бетонов с применением дискретных (точечных) связей (а.с. № 1392225) обеспечивает возможность получения ограждающих конструкций с величиной приведенного сопротивления теплопередаче $2,6\text{—}3,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$, что существенно превосходит показатели, указанные выше.

Особенность такой панели заключается в том, что ее наружный и внутренние бетонные слои соединены железобетонными шпонками, обеспечивающими требуемые прочностные характеристики, но исключающими промерзание, а внутренних слой выполнен из эффективного теплоизоляционного материала.

Изделия обладают заданными теплофизическими свойствами и могут применяться при строительстве крупнопанельных и крупноблочных жилых, общественных и производственных зданий, а также зданий из монолитного железобетона в различных регионах страны, в том числе в районах с суровыми климатическими условиями. Такое изделие условно названо "теплая панель".

Разработанная конструкция прошла все необходимые прочностные и теплофизические испытания, а технология изготовления получила производственную апробацию на ряде предприятий стройиндустрии Российской Федерации (Чита, Омск, Котлас), в Беларуси (Гомель) и в Казахстане (Джезказган).

В сравнении с трехслойными панелями на гибких связях предлагаемые панели обладают существенными преимуществами. Они обеспечивают:

возможность замены дефицитного керамзитового гравия или других легких пористых заполнителей на обычный тяжелый бетон или другие местные материалы, в том числе комбинированные;

большую прочность при меньшем на 20—25% расходе арматурной стали;

более надежную теплозащиту и обеспечение требуемой температуры на внутренней поверхности панели;

высокую технологичность изготовления и исключение "всплывания" плитного утеплителя при формировании изделий;

сокращение трудозатрат не менее чем на 30%;

возможность использования в железобетонных шпонках обычной арматурной стали без специальной антикоррозионной защиты;

снижение расхода бетона на 25—30%;

повышение пространственной жесткости панелей и их надежности при транспортировании и

перегрузках в сравнении с аналогичными изделиями на гибких связях.

Наряду с обеспечением повышенных нормативных требований к теплозащите зданий НИЦ "Здания" разработал рекомендации по повышению заводской готовности изделий и улучшению их архитектурной выразительности. Это достигается путем крупнорельефной отделки фасадных поверхностей изделий на основе применения метода "архбетон" и специально разработанных гнутых металлических матриц. Возможна также рельефная отделка с использованием при формировании литых матриц из некорродируемых алюминиевых сплавов.

Предлагаемые алюминиевые рельефные матрицы, в сравнении с известными полимерными, обладают высокой эксплуатационной стойкостью с практически неограниченным сроком службы. Они позволяют создавать многообразные варианты отделки фасадных поверхностей зданий и различных изделий (крупноразмерных, мелкоштучных и т.п.).

По согласованию с конкретным заказчиком НИЦ "Здания" выполняет следующие работы:

проводит оценку местных условий производства; разрабатывает предложения по обеспечению на предприятиях-заказчиках и в строительных организациях новых повышенных нормативных требований к теплозащите ограждающих конструкций зданий и их технические решения; проектирует составы бетонов на местных материалах и производит их аттестацию по главным показателям; осуществляет выбор химических добавок и оказывает содействие в их получении; разрабатывает документацию на недостающее оборудование, приспособления и устройства, а также технологический регламент; проводит отработку технологии; обеспечивает научно-техническое сопровождение.

Сроки выполнения работ (в зависимости от условий производства) могут составлять от 3 до 6 мес.

Организации, заинтересованные в этой информации, могут обратиться по адресу: 129329. Москва, ул. Кольская, д. 1, НИЦ "Здания" АО ЦНИИС. Тел. (095) 180-41-95.



АССОЦИАЦИЯ "ПРОЕКТСТРОЙНАУКА"

Проектирует и строит по запатентованной технологии монолитные и сборно-монолитные подземные, емкостные и другие сооружения, выполняет работы по гидроизоляции, устранению течей, усиливает фундаменты и конструкции.

Перерабатывает проекты для применения этих технологий.

Продает технологию на приготовление высокопрочного, водонепроницаемого, морозостойкого пескобетона "Силигран" и изделия из него: плиты несъемной опалубки, фундаментные и легкие стеновые блоки, газобетонные блоки, тротуарную облицовочную и мозаичную плитки, плитку для защиты кабеля, а также технологию бетонирования сооружений без применения грузоподъемных механизмов и последующей гидроизоляции.

Телефон: 254-31-03, факс (095) 254-02-95

К.Л.СУРОВ, д-р техн. наук, проф.;
А.И.АКАЕВ, инж. (МИКХиС);
В.И.РИМШИН, канд. техн. наук (РААСН).

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ СТАЛЕБЕТОННЫХ СТАНИН С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Задачи снижения металлоемкости, стоимости и трудоемкости производства могут быть успешно решены путем увеличения доли неметаллических материалов применительно к изделиям, традиционно изготавливаемым из металла. В машиностроении стран СНГ эта доля составляет 1-2 %, а в Японии к 2000 г. составит около 50 % [2].

В настоящее время в промышленности, в том числе и в машиностроении, наряду с другими неметаллическими материалами, все более весомым становится применение железобетона. Практика эксплуатации его в различных отраслях народного хозяйства показала, что значительного снижения потребностей металла до 40-50 % и стоимости до 30-40 % можно достигнуть за счет применения так называемых многокомпонентных сталежелезобетонных конструкций, где рационально соединены для совместной работы внешняя и внутренняя листовая сталь, высокопрочный бетон классов В60-В80 и обычная или напряженная арматура классов А-V, А-VI [2,5].

Однако, несмотря на экономичность и большие преимущества, сталежелезобетонные конструкции не получили широкого распространения. Одна из причин - недостаточная изученность этих конструкций и противоречивость рекомендаций по их расчету и проектированию, а также отсутствие необходимого числа достоверных экспериментальных исследований, учитывающих специфику работы указанных конструкций под нагрузкой. Сложный характер грузовых воздействий, неодноосность напряженно-деформированного состояния (НДС), физические особенности работы материала под нагрузкой делает еще более актуальной задачу создания соответствующего расчетного аппарата и его экспериментального апробирования применительно к элементам кузнечно-прессовых машин (КПМ).

Установлено, что предельно допустимые напряжения для объемно-напряженного бетона не являются раз и навсегда заданной величиной, как

это имеет место в одноосном напряженном состоянии, а должны вычисляться для каждой напряженной точки как функции от главных напряжений [3]. Из известных способов математического описания состояния тела в момент достижения предела прочности при объемном действии напряжений следует выделить расчетную формулу в интерпретации [6], которая подходит для всех восьми октантов области прочности

$$|\sigma|_{1,2} = \frac{kR_{bn}}{2(1+\alpha^2+\beta^2-\alpha-\beta-\alpha\beta)} \chi \left[(\xi+\mu)(1+\alpha+\beta) \pm ((\xi+\mu)^2(1+\alpha+\beta)^2 - \xi\mu(1+\alpha^2+\beta^2-\alpha-\beta-\alpha\beta))^{0.5} \right], \quad (1)$$

где $\sigma_1:\sigma_2:\sigma_3=1:\alpha:\beta$ (с учетом знаков главных напряжений и, что $\sigma_1>\sigma_2>\sigma_3$); $\xi=1,1$ - эмпирический коэффициент; $\mu=0,2$ - коэффициент Пуассона бетона; k - коэффициент, учитывающий сужение предельной поверхности прочности при интенсивном объемном деформировании, определяемый в практических расчетах по формуле

$$K=2^{-0.5} \left[(1-|\alpha|)^2 + (1-|\beta|)^2 + (|\alpha|-|\beta|)^2 \right]^{0.5} \quad (2)$$

Рассмотрим методику оценки предельной прочности и определения реальных жесткостных параметров сталебетонных станин прессов (СБСП) с учетом специфики работы материалов при кратковременном действии нагрузки. Она базируется на основных положениях деформационных теорий, разработанных авторами [1,3], и, развитых применительно к трехосно напряженному состоянию массивных железобетонных конструкций в работах [4,5,6].

В рассматриваемых многокомпонентных конструкциях станин в условиях объемно напряженного состояния работают только бетонные элементы, поэтому в дальнейшем речь будет идти в основном об описании работы бетона в условиях трехосного напряженного состояния.

Предельно допустимые напряжения для объемного напряженного бетона с общетеоретических позиций [3] (в смысле интенсивности предельных напряжений) вычисляется для каждой напряженной точки согласно [6], как функции от главных напряжений по зависимостям (1). Начальные значения главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ предполагаются заранее вычисленными из решения инвариантного кубического уравнения

$$\sigma^3 - I_1 \sigma^2 + I_2 \sigma - I_3 = 0 \quad (3)$$

где I_1, I_2, I_3 - инвариантные соотношения теории упругости.

Влияние армирования на тензор напряжений бетона учитывается путем проецирования заданных безразмерных параметров армирования μ_x, μ_y, μ_z по направлению координатных осей на направление главных напряжений. В соответствии с правилами тензорного исчисления

$$\mu_k = \mu_x l_k (l_k + 2m_k) + \mu_y m_k (m_k + 2n_k) + \mu_z n_k (n_k + 2l_k), \quad (4)$$

где l_k, m_k, n_k - значения направляющих косинусов для главных площадок ($k=1,2,3$), определяемые на основании известных соотношений механики деформируемого твердого тела, как параметры зависящие от тензора напряжений:

$$m_k = \frac{1}{(1 + \alpha_k^2 + \beta_k^2)^{0.5}}; \quad n_k = -\beta_k m_k; \quad l_k = \alpha_k m_k, \quad (5)$$

где

$$\beta_k = \frac{(\sigma_x - \sigma_k)(\sigma_y - \sigma_k) - \tau_{xy}^2}{(\sigma_x - \sigma_k)\tau_{zy} - \tau_{xy}\tau_{zx}}, \quad (6)$$

$$\alpha_k = \frac{(\beta_k \tau_{zx} - \tau_{xy})}{(\sigma_x - \sigma_k)}.$$

Здесь σ_k - одно из главных напряжений (σ_1, σ_2 или σ_3), а $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{zx}, \tau_{zy}$ - компоненты тензора напряжений.

Согласно исследованиям [1,3] распределение напряжений между бетоном и

арматурой по направлению действия главных напряжений следует учитывать введением интегрального коэффициента ψ_{sk}

$$\sigma_{bk} = \sigma_k (1 - \psi_{sk}) \quad \sigma_{sk} = \sigma_k \cdot \psi_{sk} / \mu_k, \quad (7)$$

где $1 \leq k \leq 3$ - порядковый номер одного из главных напряжений. При этом коэффициенты ψ_{sk} определяют по единой формуле как до, так и после образования трещин

$$\psi_{sk} = 1 - \alpha (1 + n_k^* \mu_k), \quad (8)$$

где $n_k^* = E_{sk} / E_{bk}^*$ - отношение текущих модулей деформации стали и бетона.

При отсутствии трещин значение параметра α выражается:

$$\alpha = (1 + n_k^* \mu_k)^{-2} < 1, \quad (9)$$

а при наличии таковых

$$\alpha = R_{bt,ser}^3 / \sigma_k^3 < 1, \quad (10)$$

Существенное влияние на деформирование бетона, по мнению авторов [4] оказывает скорость роста деформаций. Причем с увеличением времени загрузки неупругая составляющая полных деформаций за счет ползучести возрастает быстрее, чем снижается упруго-мгновенная составляющая в связи с уменьшением R_{bn} . Нарушение этого принципа возможно только при очень высоких скоростях нагружения.

Такой характер деформирования позволяет описывать рост E_b^* при увеличенном времени загрузки зависимостью

$$E_b^*(\tau) = E_b^* \cdot f(\tau), \quad (11)$$

где $f(\tau)$ - эмпирическая функция, учитывающая влияние времени загрузки.

Зависимость призмочной прочности от времени загрузки может быть аппроксимирована в виде

$$R_{bn}(\tau) = [k + (1-k)\varphi(\tau)] R_{bn}, \quad (12)$$

где k - коэффициент, отражающий экспериментально установленные пределы снижения прочности бетона при длительном нагружении, изменяется в пределах от 0,9 до 0,75 (для практических расчетов принимается $k = 0,85$); $\varphi(\tau)$ - эмпирическая функция, учитывающая влияние времени загрузки на призмочную прочность

бетона; R_{bn} - стандартная призмная прочность, отвечающая кратковременному загрузению (при $\tau = 60$ мин).

На основе экспериментальных и теоретических исследований [4] оказалось возможным при изменении времени загрузения в ограниченном диапазоне (от 1-2 мин до 21 сут) функции $f(\tau)$ и $\Phi(\tau)$ представить простыми зависимостями

$$f(\tau) = 0,76 + 0,059 \ln(\tau) \quad (13)$$

$$\Phi(\tau) = 1,46 - 0,112 \ln(\tau), \quad (14)$$

где τ - время загрузения, мин.

Формулу для установления дискретного значения обобщенного (интегрального) параметра деформации, т.е. уравнение механического состояния материала принимаем в виде предложенном в [6]

$$E_b^*(t, t_0, \sigma_l, |\sigma_l|, \mu_k) = \left[\delta_y(t, t_0) + \frac{S_m^0(\sigma_l, |\sigma_l|, t_0)}{E_m^0(t)} + \right. \\ \left. + 1/\sigma_l^{(m)} \sum_{n=1}^m \left[\sigma_l^{(n-1)} S_n^0(\xi_{n-1}) - \sigma_l^{(n)} S_n^0(\xi_n) \right] \chi \right. \\ \left. \chi C^*(t_m, t_{n-1}) \right]^{-1}, \quad (15)$$

где $\delta_y(t, t_0)$ - единичная деформация от усадки бетона (нормируемая величина); $\xi_n = \sigma_l^{(n)} / |\sigma_l|$ - уровень напряжения в n -ом загрузении.

Одними из наиболее удобных математических форм записи влияния силовых функций и нелинейности диаграммы "интенсивность напряжений - интенсивность деформаций" на жесткостной параметр являются выражения предложенные в [1] для одноосного напряженного состояния и экстраполированные в модифицированном виде на объемное напряженное состояние бетона авторами [6]

$$S_m^0(\sigma_l, |\sigma_l|, t_0) = \beta_0 \left[1 + \eta_m^* \left(\frac{\sigma_l(t_0)}{|\sigma_l|} \right)^{\alpha_m^*} \right] \\ S_n^0(\sigma_l, |\sigma_l|, t_0) = 1 + \eta_n^* \left(\frac{\sigma_l(t_0)}{|\sigma_l|} \right)^{\alpha_n^*}, \quad (16)$$

где S_m^0 и S_n^0 - соответственно мгновенные и запаздывающие деформации; η_m^* , η_n^* , α_m^* , α_n^* - феноменологические коэффициенты, зависящие от класса бетона; t_0 - фиксированный момент

времени наблюдения; σ_l - интенсивность напряжений, определяемая по известным формулам теории упругости; $|\sigma_l|$ - интенсивность предельных напряжений, определяемая по формуле (15); $\beta_0 = |\sigma_l| / R_{bm}(\tau) \geq 1$ (если $|\sigma_l| < R_{bm}(\tau)$ то $\beta_0 = 1$). Звездочки у параметров нелинейности в выражениях (15,16), а также в остальных зависимостях означают, что соответствующие величины берутся не для натуральных, а для условных классов бетона, соответствующих вычисленному критерию прочности.

Выражение для мгновенного модуля деформации $E_m^0(t)$ и деформации ползучести $C^*(t, t_0)$, входящих в (15), определяются по [1] применительно к объемному напряженному состоянию как и для одноосного, но с коррекцией входящих в них реологических коэффициентов γ , γ_1 и α . На основании теоретических и экспериментальных исследований [3-6] соотношение скоростей протекания частных деформаций при одноосном и трехосном напряженных состояниях материала описывается зависимостями

$$\gamma^* = \nu \gamma; \quad \gamma_1^* = \nu \gamma_1; \quad \alpha^* = \nu \alpha, \quad (17)$$

где γ , γ_1 и α - параметры нелинейности, входящие в выражения

$$E_m^0(t) = E_m^0(\infty) (1 - \beta \cdot \exp(-\nu \alpha t)); \\ C^*(t, t_0) = 1/E_b^*(t_0) - 1/E_b^*(t) + \\ + C(\infty, t_0) \Omega(t_0) f(t, t_0); \\ C(\infty, t_0) = C^N(\infty, t_0) \xi_{2c} \cdot \xi_{3c}; \\ \Omega(t_0) = c + d \cdot \exp(-\nu \gamma t_0); \\ f(t, t_0) = 1 - A_0 \cdot \exp(-\nu \gamma_1 (t - t_0)).$$

Здесь ν - коэффициент, определяемый по формуле (2), основанной на полной математической аналогии выражений для интенсивности напряжений, величины и скорости деформаций.

Величины, входящие в зависимости (18) приняты в соответствии с рекомендациями [1,6] в зависимости от класса бетона, кроме коэффициентов γ (сут⁻¹), d , ξ_{2c} - которые табулируются в зависимости от модуля открытой поверхности (см⁻¹) и параметра ξ_{3c} , выбираемого в зависимости от влажности среды. Эти коэффициенты характеризуют скорости протекания частных деформаций и входят в

качестве сомножителей в показатели степеней экспоненциальных функций, влияющих на значения величин $E_M^0(t)$ и $C^*(t, t_0)$.

Для функций нелинейности деформаций арматурной стали, ввиду ее низкой ползучести, на основании [1] можно воспользоваться выражением

$$E_{sk} = E_s^0 (1 + \nu_{ks} \eta_s^{\alpha_{ks}})^{-1}, \quad (19)$$

где величина $\eta_s = \sigma_s / R_{sk}$ не должна превышать 0,83 для преднапрягаемой арматуры класса А-VI; R_{sk} - расчетный предел сопротивления арматурной стали. Параметры нелинейности ν_{ks}, α_{ks} зависят от класса стали.

Для определения интегрального параметра деформации с учетом армирования можно использовать зависимость [6]

$$E_{b,s}^* = E_b^*(\tau) (1 + \mu_i n_i) \quad (20)$$

$$\mu_i n_i = 3^{-0.5} \left(\sum_{k=1}^3 (\mu_k n_k)^2 \right)^{0.5},$$

где $n_k = E_{sk} / E_b^*(\tau)$; E_{sk} - модуль деформации арматурной стали по направлению главных напряжений ($k = 1, 2, 3$); $E_b^*(\tau)$ - устанавливаемый по (15) интегральный модуль деформации бетона.

Рассмотренные выше соотношения дают возможность определять с достаточной достоверностью дискретные значения обобщенного параметра деформации E_b^* для сталебетона при объемно-напряженном состоянии, в произвольной напряженной точке, с учетом влияния времени загрузки, изменения прочности, армирования и реологических факторов. Записи выражений для критерия прочности и интегрального параметра деформации в форме (1), (15) и (20) для трехосно-напряженного состояния возможны, при условии определения в них параметров

$E_b^*(\tau)$, $R_{bn}(\tau)$, $E_M^0(t)$, $C^*(t, t_0)$ и E_{sk} с учетом зависимостей (12)-(20). Необходимыми исходными данными для промежуточных вычислений являются значения компонент тензора напряжений. Эти компоненты, в свою очередь, зависят от обобщенного параметра деформации и частных производных последнего. Соответственно обе группы данных должны последовательно уточняться, в процессе реализации итерационно-циклического метода расчета.

Указанная процедура апробирована при статическом расчете на ЭВМ методом конечных

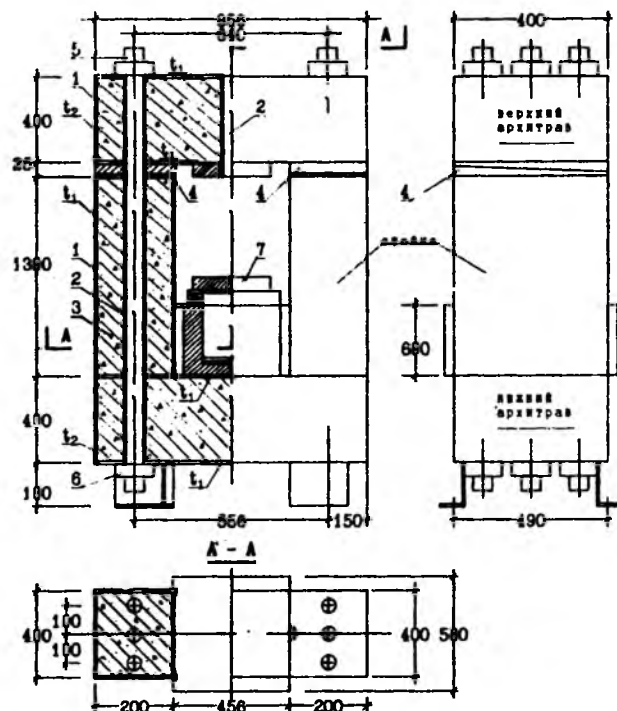


Рис. 1. Общий вид станины пресс-установки усилием 2000 кН: 1) Стальная рубашка ($\delta_s = 10$ мм, Ст.3); 2) Трубка-каналообразователь ($d = 53 \times 3$ мм, А-VI); 3) Бетон В40; 4) Мерные металлические вкладыши ($400 \times 200 \times 25$ мм); 5) Напрягаемая шпилька ($d = 40$ мм, А-VI); 6) Закаленные динамометрические шайбы (Ст.40Х); 7) Силовой гидроцилиндр.

элементов исследуемых СБС и архитравов (рис.1) по известной программе для расчета различных железобетонных конструкций "ЛИРА".

ВЫВОДЫ

1. Предложенная методика оценки прочности и жесткости компонентов сталежелезобетонных элементов станин при действии на них нагружающего устройства прессов с учетом физически-нелинейных факторов, согласуется с экспериментальными данными авторов в пределах 7-11%.

2. С реологических позиций трехосно-напряженное состояние можно рассматривать как одноосное по направлению действия максимальных главных напряжений, с корректировкой условия прочности в зависимости от характера и величины напряженного состояния, времени наблюдения и загрузки.

3. Вертикальное обжатие бетона архитравов напрягаемой стержневой арматурой в сочетании

с листовым поперечным и продольным армированием вызывает напряженно-деформированное состояние с соотношением главных напряжений повышающим нормативную прочность бетона. С учетом эксплуатационного силового воздействия соотношение главных напряжений при предельных нагрузках в отдельных точках внутри бетонного массива становится 1:0.5:0.5, что повышает нормативную прочность ($R_{bn}=56,2$ МПа) до 123 МПа, т.е. на 220%.

Библиографический список

1. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона.-М.: Стройиздат, 1982.-287с.
2. Браиловский М.И. Применение железобетона для изготовления элементов технологических и испытательных прессовых машин.//Бетонные конструкции машин и оборудования.-М.: НИИЖБ, 1990,-с.153-180.

3. Гениев Г.А., Кисюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. -М.: Стройиздат, 1974. -316 с.

4. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Петров А.Н. Диаграммы деформирования бетона, их трансформации в зависимости от различных факторов и использование в расчетах конструкций. //Материалы конф-й и совеща-й по гидротехнике./Предельные состояния бетонных и железобетонных конструкций энергетических сооружений.-Л.: Энергоатомиздат, 1987. -с. 170-180.

5. Римшин В.И. Совершенствование методики расчета жесткости и несущей способности силовых преднапряженных опорных железобетонных ригелей прессов./Повышение качества и эффективности применения бетона и железобетонных изделий и конструкций.- Тезисы доклада научно-технической конференции. -М.: НИИЖБ, 1988.-с.120-124.

6. Суров К.Л., Нурмагамбетов Е.К. Определение универсальных жесткостных параметров железобетонных конструкций./Ж. Бетон и железобетон. -М.:Н9,1990.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

УДК 691.327:699.874

*В.И. СОЛОМАТОВ, д-р техн.наук, проф., В.Т. ЕРОФЕЕВ, канд.техн.наук,
М.С. ФЕЛЬДМАН, канд.биол.наук*

Биологическое сопротивление бетонов

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию биологического сопротивления бетонов и разработке способов его повышения. Это обусловлено огромным ущербом, причиняемым микроскопическими организмами: бактериями, грибами, актиномицетами. Разрушающему воздействию микроорганизмов подвергаются железобетонные конструкции и изделия на пищевых, мясомолочных, животноводческих и на других предприятиях, в гидротехнических сооружениях.

Большинство имеющихся работ в области биокоррозии бетонов посвящено негативному воздействию на них бактерий

(тионовых, сульфатредуцирующих, нитрофицирующих, денитрифицирующих и аммонифицирующих) [1, 5, 6, 8]. Согласно этим исследованиям, в начальный период бетоны на цементном связующем обладают бактерицидными свойствами за счет щелочной среды поровой жидкости цементного камня, но с течением времени защитные свойства бетона снижаются из-за его карбонизации. В работе [8] показано, что это происходит уже после одного года эксплуатации.

Существенная роль в биоповреждении строительных конструкций принадлежит мицелиальным грибам, среди которых особенно агрессивны и широко рас-

пространены представители родов кладоспориум, альтернария, аспергиллус, пеницилиум, триходерма [2]. Степень развития микроорганизмов на материалах определяется физическими, химическими и биологическими факторами.

Основным фактором, стимулирующим размножение грибов на материалах, является влага на поверхности субстрата. Если материал имеет значительную влажность, то сначала появляются менее требовательные к влаге грибы, а затем заселяются более влаголюбивые виды, в том числе патогенные, для которых первые микроорганизмы являются питательной средой. В некоторых промышлен-

ных сооружениях источниками биоповреждений служат накапливаемые на поверхности материалов органические продукты, используемые в производственных процессах (сахар, жиры, белковые продукты и др.), а также другие загрязнения, которые могут усваиваться микроорганизмами. Микроскопические грибы, как и другие микроорганизмы, оказывают на бетоны как прямое (потребление микроорганизмами компонентов материалов), так и косвенное воздействие (влияние метаболитов).

Учитывая, что разрушительные процессы при воздействии микроорганизмов начинаются с поверхности материалов, важное практическое значение для количественной оценки биодеградации композитов имеют исследования, направленные на установление границы фронта продвижения агрессивной среды и изменения физико-механических свойств на поверхности материала. При выполнении исследований в качестве композитов рассматривались материалы на портландцементе и напрягающем цементе.

Испытания проводили согласно ГОСТ 9049-75. Контролируемыми показателями служили изменения массосодержания образцов, а также изменения твердости и модуля упругости материала на его поверхности. Последние два показателя определяли с помощью консистометра Гепплера по методике, описанной в работе [7]. Образцы были выдержаны в среде микроскопических организмов в течение 56 сут в условиях постоянного их роста. Изменение массосодержания образцов контролировали через каждые 14 сут экспозиции, а механические испытания были выполнены после окончания эксперимента.

Результаты эксперимента свидетельствуют, что у композитов на портландцементе биодеградация протекает с образованием на поверхности образцов малорастворимых продуктов коррозии, обладающих низкой прочностью. У образцов после испытаний незначительно уменьшается массосодержание и резко выражено снижение физико-механических свойств материала

на поверхности по сравнению с контрольными образцами. Композиты на напрягающем цементе при разрушительном воздействии микроскопических организмов имеют гетерогенный характер деградации. Продвижение координаты фронта агрессивной среды у этих образцов происходит в пределах незначительной диффузионной области за счет химических реакций, что подтверждается значительным уменьшением массосодержания и близким с контрольными показателями твердости и модуля упругости на поверхности.

Полученные результаты могут быть использованы для моделирования биологической деградации и прогнозирования работоспособности бетонов, эксплуатирующихся в биологически активных средах.

Биологическое сопротивление бетонов определяется их структурой, видом цемента и заполнителей, а также интенсивностью их контактного взаимодействия. С целью установления биологического сопротивления цементных композитов были проведены исследования в стандартных средах мицелиальных грибов. Испытывались образцы размером $1 \times 1 \times 3$ см. В качестве характеристик для оценки микробиологической стойкости материалов рассматривали обрастаемость грибами, а также изменение массосодержания и прочности при изгибе. Исследования показали, что при увеличении пористости цементного камня происходит резкое падение прочности композитов после воздействия мицелиальных грибов.

Факт снижения прочности композитов с повышением или понижением содержания воды от оптимального уровня объясняется увеличением площади поражаемой поверхности материала продуктами метаболизма грибов у более пористых материалов. Эти результаты подтверждаются и другими исследователями. Например, в работе [5] показано, что инфицирование бактериальной суспензией крупнопористого цементного раствора по сравнению с плотными воз-

растает в 12—17 раз. Авторы проводили с композитами при различных водоцементных отношениях. С увеличением В/Ц от 0,4 до 0,8 капиллярная пористость цементного камня возросла от 18 до 51,9%.

К резкому повышению стойкости привело введение в состав цементных композиций тонкодисперсного наполнителя — отходов производства ферросилиция и полимерной добавки, состоящей из эпоксидного связующего и аминоксанцефольного отвердителя. Эти добавки оказывают благоприятное влияние на процесс структурообразования и характер пористости цементного камня. Отходы производства ферросилиция в основном состоят из аморфного кремнезема, который, взаимодействуя с гидроксидом кальция, способствует образованию дополнительного количества низкоосновных гидросиликатов кальция, что вызывает уплотнение цементного камня. Полимерная добавка наряду со снижением пористости цементного камня улучшает его структуру за счет образования взаимопроникающих фаз полимера и цемента, что повышает его устойчивость в агрессивных средах метаболитов.

Для получения бетонов используют цементы, наполнители и заполнители различного химического состава. Нами исследована устойчивость к обрастанию грибами композитов на основе различных цементов из равноподвижных составов при выдерживании их в стандартных средах микроскопических грибов.

Результаты свидетельствуют, что без дополнительных источников питания цементные композиты являются грибоустойчивыми. Все композиты, за исключением изготовленных на напрягающем цементе, при испытании по методу А показали результат 0 баллов. Большей поражаемости грибами композитов этого вида способствует, видимо, один из его составных компонентов — глиноземистый цемент, который содержит вещества, легкоусваиваемые микромицетами. Результаты исследований также показывают,

что при наличии внешних загрязнений цементные композиты также поражаются грибами.

Важная роль в совершенствовании технологии приготовления растворов и бетонов, экономии цемента принадлежит пластифицирующим и другим химическим добавкам. Испытания показали, что введение в состав цементных композитов технического лигносульфоната (СДБ), суперпластификатора на основе нафталинсульфокислоты (С-3), смолы нейтрализованной воздухововлекающей (СНВ) в количествах до 1% массы цемента не привело к изменению устойчивости материалов к обрастанию микроскопическими грибами.

Исследованные заполнители (различные минералы и горные породы) для цементных бетонов проявили различную устойчивость к воздействию микромицетов. В отсутствие внешних загрязнений не поражались плесневыми грибами лишь образцы базальта — 0 баллов. На образцах дунита, боксита, кварца, талька, пирита, кальцита под микроскопом наблюдалось развитие отдельных ветвящихся гиф — 1 балл (материалы грибостойки). Ветвящиеся гифы и споронотения отмечены на биотите, лимоните, дюрите, апатите при изучении этих материалов под микроскопом — 2 балла (материалы грибостойки). Едва видимые невооруженным глазом мицелиальные гифы и споронотения обнаружены на образцах сиенита, габбро и гипса — 3 балла (материалы негрибостойки). Отчетливо видимый мицелий и споронотения, занимающие менее 25% поверхности образцов, зафиксированы на альбите. Этот материал также является негрибостойким (4 балла). Испытания также показали, что все рассмотренные заполнители не обладают фунгицидными свойствами. Обрастимость материалов при испытании по методу Б составила 4—5 баллов, причем очень сильное развитие мицелия, полностью заполняющего образец, наблюдалось на биотите, лимоните, гипсе.

Биосопротивление композитов в значительной степени определяется интенсивностью контактного взаимодействия между связующим и заполнителем. Это следует из результатов испытания биостойкости каркасных полимербетонов [2]. При одинаковой обрастимости самое малое падение прочности произошло у материалов на керамзите, а наибольшее — на гранитном щебне. Промежуточное положение по показателю биостойкости соответствует материалам на полимерном заполнителе. Здесь, видимо, сказывается роль структурных напряжений. В контактах с высокими структурными напряжениями (случай с жестким заполнителем) облегчается проникновение продуктов метаболизма микроорганизмов.

Поселяясь на поверхности строительных конструкций, микроорганизмы наряду с разрушающим воздействием приводят к ухудшению экологической ситуации в зданиях и сооружениях, так как выделяют токсические продукты, аллергены. Например, в работе [4] отмечается, что в животноводческих зданиях, строительные конструкции и изделия в которых инфицированы патогенными микроорганизмами, снижаются приросты, отмечается гибель животных, а медицинские учреждения, зараженные стафилококковой инфекцией, пригодны к эксплуатации только после проведения ремонтных работ, заключающихся в замене зараженного слоя штукатурки новым.

Одним из основных способов подавления обрастания бетонов микроскопическими грибами является введение в их состав фунгицидных добавок, в основе токсического действия которых лежит способность ингибировать определенные реакции метаболизма грибов, угнетать их дыхание, нарушать их клеточные структуры. С целью получения таких бетонов было исследовано большое количество добавок органической и неорганической природы. С точки зрения фунгицидной активности, а также положительного влияния на некоторые физико-механические

свойства бетонов эффективны добавки пиросульфата натрия и оловоорганического препарата АВП-40, синтезированного в НИИ химии при Нижегородском университете. Фунгицидная активность первого проявляется за счет окислительной способности данного соединения. Механизм фунгицидного действия второго и других подобных полимеров включает реакцию гидролитического отщепления оловоорганического биоцида от полимерного каркаса и диффузию на поверхность низкомолекулярного оловоорганического соединения, обуславливающего ее биологическую активность [3].

Применение бетонов с фунгицидными свойствами повышает долговечность строительных конструкций и исключает размножение на их поверхности и в воздушной среде патологически вредных микроорганизмов, что способствует улучшению экологической ситуации в зданиях и сооружениях.

Библиографический список

1. Гончаров В.В. Биоцидные строительные растворы и бетоны // Бетон и железобетон. — 1984. — № 3. — С. 26—27.
2. Ерофеев В.Т. Каркасные строительные композиты: Автореф. дис. ...д-ра техн. наук. — М., 1993. — С. 52.
3. Заботин К.П. Полимерные биоциды // Обрастание и биокоррозия в водной среде. — М.: Наука, 1981. — С. 188—194.
4. Ильичев В.Д., Бочаров В.В., Горленко М.В. Экологические основы защиты от биоповреждений. — М.: Наука, 1985. — 262 с.
5. Инфицирование капиллярно-пористых материалов микроорганизмами / А.М. Рожанская, В.В. Гончаров, Т.В. Теплицкая, Е.И. Андреев // Докл. АН УССР. — 1988. — № 12. — С. 60—62.
6. Каравайко Г.И., Жеребятьева Т.В. Бактериальная коррозия бетона // Докл. АН СССР. — 1989. — Т. 306. — № 2. — С. 477—481.
7. Методика определения физико-механических свойств полимерных композитов путем внедрения конусообразного индентора / НИИ Госстроя Эстонской ССР. — Таллин, 1983. — 28 с.
8. Шпынова Л.Г., Иваськевич И.А. Бактерицидный бетон // Бетон и железобетон. — 1985. — № 8. — С. 29—30.

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ "ЖЕЛЕЗОБЕТОН"
(зарегистрирована в Минюсте России 9 июня 1993 г. № 1760)

ПРИГЛАШЕНИЕ И ПРОГРАММА
3-й МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
21—22 мая 1996 г., Москва

Спонсоры конференции:
ГНЦ РФ "СТРОИТЕЛЬСТВО"
НИИЖБ Минстроя России

Фонд помощи строительному делу и прогрессивным начинаниям
Московский государственный строительный университет

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ:

Мадатян С.А. — председатель
Мамедов Т.И. — зам. председателя
Рожненко М.Д. — секретарь
Маркаров Н.А.
Скубко В.М.
Одесский П.Д.

ОРГКОМИТЕТ:

Браславский Б.М. — председатель
Фаликман В.Р. — зам. председателя
Короткий А.С. — секретарь
Волков Ю.С.
Усков Н.Н.
Зикеев Л.Н.

УВАЖАЕМЫЙ КОЛЛЕГА!

21—22 мая 1996 г. состоится 3-я Конференция Межрегиональной Ассоциации "Железобетон", посвященная проблеме "Арматура — свойства и применение". Конференция состоится по адресу: 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИЖБ.

Проезд: м. "Рязанский проспект". далее трол. 63, авт. 143, 160, 169, 29 до остановки "Институт бетона".

Заседания будут проходить в корпусе коррозии НИИЖБ, 4-й этаж, конференц-зал. Начало заседаний — 10 ч.

Регистрация — 21 мая 1996 г. с 9.00 ч.

Телефон для справок: (095) 174-76-96.

Гостиница и билеты (железнодорожные, авиационные) обеспечиваются самими участниками.

Регистрационный взнос за участие в конференции: индивидуальные члены — 10 (десять) тыс.руб., организации — 100 (сто) тыс.руб. Взносы можно направлять на расчетный счет Ассоциации или сдавать в период регистрации.

П Р О Г Р А М М А

3-й МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ АССОЦИАЦИИ "ЖЕЛЕЗОБЕТОН" (21—22 мая 1996 г., Москва, НИИЖБ, конференц-зал)

Вступительное слово президента Ассоциации — Михайлов К.В.

Сообщение Ученого секретаря о деятельности Ассоциации за 1995—1996 гг. — Маркаров Н.А.

Доклад "Основные задачи науки в современном строительстве" президента Международной инженерной академии — Гусев Б.В.

Доклады и сообщения (регламент 15—20 мин)

АРМАТУРА — СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Общие тенденции развития производства и применения обычной и напрягаемой арматуры в России и зарубежных странах — д.т.н., проф. С.А. Мадатян (НИИЖБ)

Система новых нормативных документов на арматуру и арматурные изделия — инж. В.М. Скубко (Минстрой РФ)
Особенности учета свойств арматуры при расчете железобетонных конструкций — д.т.н., проф. А.С. Залесов (НИИЖБ)

II. СТАЛЬНАЯ АРМАТУРА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Стандарты А.С.Ч.М. России на арматурную сталь и методы ее испытаний — к.т.н. В.Д. Хромов (ЦНИИЧМ)

Новая унифицированная свариваемая термомеханически упрочненная арматура класса А500С — д.т.н., проф. С.А. Мадатян, к.т.н. И.Н. Тихонов (НИИЖБ)

Разработка теоретических основ нового поколения арматурной стали с естественной композиционностью — д.т.н. П.Д. Одесский (ЦНИИСК)

Развитие производства термомеханически упрочненной арматурной стали в России и странах СНГ — к.т.н. В.Т. Черненко (ИЧМ)

Новые виды горячекатаной арматуры повышенной прочности — к.т.н. Ю.Д. Морозов (ЦНИИЧМ)

Холоднодеформированная арматура класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 и ТУ 14-1-516692 — инж. С.И. Поздняков (СПЗ, г. Череповец)

Холоднокатаная высокопрочная проволока для преднапряженного железобетона — инж. А.С. Короткий (НИИЖБ)

Технология производства и свойства стальной фибры — к.т.н. В.И. Бондаренко (НИИЖБ)

Арматура винтового периодического профиля — инж. Б.Н. Фридлянов (НИИЖБ)

Учет локального разупрочнения арматуры повышенной прочности при расчете железобетонных конструкций — к.т.н. В.Д. Терин (Полоцкий государственный университет)

Работа стали повышенной прочности в качестве поперечной арматуры железобетонных конструкций — инж. А.И. Колтунов (ПГУ)

Энергетический подход к выбору арматуры железобетонных конструкций — к.т.н. Л.Г. Литвинов (МГСУ)

Статистические данные о свойствах поставляемой на строительство арматурной стали обычной и повышенной прочности — инж. О.И. Падин (НИИЖБ)

Стандарт России "Сталь арматурная. Методика испытания на коррозию под напряжением" — к.т.н. Г.М. Краковская (НИИЖБ)

Редакционная коллегия: Ю.М. Баженов, В.Г. Батраков, В.М. Бондаренко, В.В. Гранев, В.Г. Довжик, А.И. Звездов, Ф.А. Иссерс, Б.И. Кормилицын, К.В. Михайлов, В.А. Рахманов, И.Ф. Руденко, Р.Л. Серых (главный редактор), В.П. Сизов, В.М. Скубко, В.Р. Фаликман, Ю.Г. Хаяутин, А.А. Шлыков (зам.главного редактора), Е.Н. Щербаков

Корректор Н.Я. Шатерникова

Подписано в печать 19.01.96. Формат 60х88¹/8. Печать офсетная. Бумага книжно-журнальная.
Усл.печ.л. 3,92. Усл.кр.-отт. 4,92. Уч.-изд.л. 5,2. Тираж 1 450 экз. Заказ №98

Адрес редакции:

Москва, Георгиевский пер., д. 1, строение 3, 3-й этаж

Почтовый адрес редакции (экспедиция): 101442, Москва, Долгоруковская ул., 23а
т е л. 292-62-05

Отпечатано в типографии № 9

Комитета РФ по печати

109033, Москва, Волоцкая, д. 40

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

III. ТЕХНОЛОГИЯ АРМАТУРНЫХ РАБОТ

Новые разработки в технологии преднапряжения арматуры — к.т.н. А.А. Мартынов (НИИЖБ)
Сварка арматуры класса А500С — инж. Л.А. Зборовский (НИИЖБ)
Сварка облегченных закладных деталей из стали классов А400С и А500С — к.т.н. И.С. Шапиро (КТБ ЖБ)
Опыт производства арматурных работ в монолитном железобетоне на стройках Москвы — к.т.н. М.Д. Рожненко (НИИЖБ)
Технология предварительного напряжения стержневой арматуры при изготовлении сплошных плит перекрытий на КПД г. Москвы — к.т.н. В.Г. Граник (НИЛ)
Контроль качества сварных соединений арматуры на монтаже — инж. Г.Г. Гурова (КТБ НИИЖБ)
Напрягаемая и обычная арматура, упрочненная на заводах ЖБИ — д.т.н., проф. А.Л. Шагин (ХИСИ, г. Харьков)
Компьютерная система "Сигма" для автоматического определения механических свойств арматуры при испытании на растяжение — к.т.н. С.Н. Нефедов

IV. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ АРМАТУРА

Высокопрочная неметаллическая арматура. Общие тенденции развития — д.т.н., проф. К.В. Михайлов (НИИЖБ)
Производство и применение неметаллической арматуры на строительстве г. Москвы — д.т.н., проф. Э.З. Жуковский (МНИИТЭП)
Безальтопластиковая арматура — к.т.н. Л.Г. Асланова (НИИЖБ)
Особенности работы железобетонных конструкций, армированных полиэтиленовыми сетками — к.т.н. В.Д. Гринев (ПГУ)
Сетки и каркасы из стеклопластиковой арматуры бетонных конструкций — к.т.н. А.М. Олиференко (ХИСИ, г. Харьков)

ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ И СИМПОЗИУМОВ, ПРОШЕДШИХ В 1995 г.

Д.т.н., проф. Иссерс Ф.А., к.т.н. Сасонко Л.В., к.т.н. Розенталь Н.К. — Конференция ФИП в Австралии (г. Брисбейн) под девизом "Вперед к более совершенным железобетонным конструкциям".

Д.т.н., проф. Батраков В.Г. — Конференция в США (г. Милуоки) по проблеме "Зола уноса, микрокремнезем, шлак и пуццоланы в бетоне".

Д.т.н., проф. Иванов Ф.М. — Симпозиум в Японии (г. Саппоро) по проблеме "Бетон в суровых условиях эксплуатации".

К.т.н. Асланова Л.Г. — Симпозиум в Бельгии (г. Гент) по проблеме "Неметаллическое армирование в конструктивном бетоне".

К.т.н. Ярмаковский В.Н. — Симпозиум в Норвегии (г. Синдефиорд) по проблеме "Конструктивный бетон на легких заполнителях".

Д.т.н., проф. Шугаев В.В. — Конференции в Италии (г. Милан) и Польше (г. Варшава) по проблеме "Легкие конструкции зданий и сооружений".

К.т.н. Степанова В.Ф. — Конференция в США (г. Лас-Вегас) по проблеме "Долговечность бетона".

Обсуждение докладов и сообщений Принятие решений

Организации или специалисты, желающие вступить в качестве коллективного или индивидуального члена Ассоциации "Железобетон", могут перевести вступительный взнос в размере:

коллективным членам — 100 (сто) тыс. руб.,

индивидуальным членам — 10 (десять) тыс. руб.

Для организаций г. Москвы указанные средства необходимо перевести по адресу:
"Содбизнесбанк" Р/счет № 00700717 МФО 44583662, КОД участника Т5.

Для организаций из других регионов по адресу:

Россия, Москва, "Содбизнесбанк" Р/счет № 00700717 МФО 44583662 КОД участника № 201691,
Кор. счет банка № 662161500.

АО "Горнозаводскцемент"

предлагает заинтересованным организациям
ЦЕМЕНТЫ

Индекс 70050

Области применения	Виды цемента
Монолитные бетоны: дороги, мостостроение, гидроспецстрой, промышленное строительство, гражданское строительство	Портландцемент с минеральными добавками быстротвердеющий марок: ПЦ400-Д5-Б ГОСТ 10178-85 ПЦ500-Д5-Б ПЦ400-Д20-Б ПЦ500-Д20-Б
Сборный железобетон: гражданское строительство, промышленное строительство, спецноменклатура	Портландцемент бездобавочный быстро- твердеющий марок: ПЦ400-ДО-Б ГОСТ 10178-85 ПЦ500-ДО-Б Напрягающий цемент марки НЦ-10 ТУ 212613-90 Безусадочный цемент марок: ПЦ400-БУ ТУ 212613-90 ПЦ500-БУ Тампонажный марки ПЦТ-Д20-50 ГОСТ 1581-91 Портландцемент с минеральными добав- ками и бездобавочный марок: ПЦ400-ДО ПЦ400-Д20 ПЦ500-ДО ПЦ600-Д20

Все цементы АО "Горнозаводскцемент" гарантированной марки, нормальная густота 24—25%, обладают высокой ранней прочностью в условиях нормального твердения, а также при пропаривании.

На цементе марки 400 получают бетоны классов по прочности В15—В30 (средняя прочность 196—393 кгс/см² при коэффициенте вариации 13,5%).

На цементе марки 500 изготавливают бетоны классов по прочности В15—В40 (средняя прочность 196—524 кгс/см² при коэффициенте вариации 13,5%).

Применение цементов марки 500 совместно с суперпластификатором позволяет получить бетон класса В45 (средняя прочность 589 кгс/см²).

Цементы АО "Горнозаводскцемент" с суперпластификаторами обеспечивают проектные классы бетона со снижением расхода вяжущего до 15—20%.

Почтовые реквизиты:
618820 г. Горнозаводск
Пермской области
Телефон 2-11-33
Телетайп 634192 "Бетон"
Факс 2-20-28

Платежные реквизиты:
Расчетный счет 000467982
в Горнозаводском отделении
Чусовского филиала акционерного
коммерческого банка
"Пермкомбанк"
Кор. счет 700161950
в РКЦ г. Лысьва МФО 185185

Отгрузочные реквизиты:
Станция Пашия
Свердловской жел. дор.
Код станции 767007
Получатель
АО "Горнозаводскцемент"
Код получателя 4014