

DOI: 10.12737/22023

Чернышева Н.В., д-р техн. наук, доц.,
Дребезгова М.Ю., инж.,
Глаголев Е.С., канд. техн., доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

chernysheva56@rambler.ru

Наиболее трудные, нерешенные задачи совершенствования индустриального строительства, прежде всего самой перспективной формы – объемно-блочного домостроения, скрыты в сфере заводского производства изделий, где традиционно используется медленнотвердеющий портландцементный бетон, а также в сложных методах их перевозки и монтажа. Многие проблемы можно решить путем создания технологий заводского производства строительных изделий с применением экономических, быстротвердеющих, энергоэффективных композитов на основе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости (КГВ).

Ключевые слова: индустриальное строительство, конструкционные изделия, композиционные гипсовые вяжущие, бетонные смеси.

Введение. Потребность в продукции строительства не только остается, но и обостряется со временем, включая необходимость в воспроизводстве жилья, замену ветхого жилого фонда, реконструкцию и модернизацию существующих строений. Решение этой проблемы возможно не только путем наращивания производственных мощностей строительных компаний, а в первую очередь, созданием принципиально новых технологий и материалов.

Для строительной отрасли в последнее время определились такие актуальные проблемы, как недостатки используемых методов повышения энергоэффективности зданий, отсутствие оптимальных решений по ряду технологий строительных материалов, в том числе недоиспользование потенциальных прочностных характеристик минеральных вяжущих веществ и бетонов на их основе, значительные энергетические, трудовые затраты и др. Все это негативно сказывается на итоговых технико-экономических показателях строительства.

Наиболее опробованными и перспективными направлениями для решения обозначенных проблем являются индустриальные строительные технологии. Акт переноса строительных работ в заводские условия позволяет применять новые материалы, технологии, найти иные, более эффективные конструкционные решения, то есть выйти на новый качественный уровень [1, 2].

Индустриализация строительства в наибольшей степени воплощена в полносборных вариантах – крупноблочном, крупнопанельном и объемно-блочном видах домостроения. Объемно-блочное домостроение имеет свою специфику и принципиальные отличия от всех других методов строительства. Сущность

различия заключается в том, что здесь основной монтажной единицей является изготавливаемый в заводских условиях элемент объема здания, а не его плоскостей. Это создает преимущества, выражающиеся в повышении заводской готовности изделий, скорости построечных работ, снижении зависимости от погодных климатических условий и в других параметров метода.

Наиболее трудные нерешенные задачи совершенствования индустриального строительства, прежде всего самой перспективной формы – объемно-блочного домостроения, скрыты в сфере заводского производства изделий, где традиционно используется медленнотвердеющий портландцементный бетон, а также в сложных методах их перевозки и монтажа. Многие проблемы можно решить путем создания технологий заводского производства элементов с применением экономических, быстротвердеющих, энергоэффективных строительных материалов на основе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости (КГВ) [3–12].

Основная часть. Композиционные гипсовые вяжущие, как и портландцементы, обладают способностью к гидравлическому твердению, но скорость схватывания и твердения у них такая же, как у полуводного гипса. Изделия на основе КГВ достигают распалубочной прочности без термообработки. Такие качества исключительно важны в производстве.

Композиты на КГВ экологически чисты и обладают хорошими строительными и эксплуатационными свойствами – качественной поверхностью формируемых изделий, тепло- и звукоизоляцией, водо-, атмосферо-, огне- и биостойкостью, гвоздимостью и т.д.

Исходные сырьевые компоненты для КГВ и бетонов на их основе достаточно широко распространены в природе. Все это позволяет считать материалы на основе КГВ пригодными для применения в качестве быстротвердеющих материалов в производстве базовых объемных и других основных элементов индустриального строительства - шахт-лифтов, вентблоков, сантехкабин и др.

Рациональным способом изготовления сантехкабин является их «литье» из подвижной бетонной смеси на КГВ без заполнителя (или мелкозернистой бетонной смеси на основе КГВ и мелкого заполнителя).

В целях получения подвижных нерасслаивающихся бетонных смесей на КГВ при изготовлении различных строительных изделий и конструкций и в монолитном строительстве для густоармированных или тонкостенных изделий целесообразно применение комплексных химических добавок на основе суперпластификаторов и замедлителей сроков схватывания. Использование таких смесей позволяет сократить время формования, тепловой обработки и сушки, отказаться от вибрирования, увеличить оборачиваемость дорогостоящего формовочного оборудования, что приводит к повышению производительности формовочных линии, сокращению расходов электроэнергии и тепла, улучшению социальных условий труда работающих. Прочность бетона через 25 мин после заливки

подвижной бетонной смеси должна быть не менее 3,5 МПа, после сушки – 7,5...10 МПа.

Проведенные лабораторные исследования показали на возможность получения подвижных бетонных смесей на КГВ с помощью эффективных комплексных добавок, состоящих из суперпластификатора С-3 и замедлителя сроков схватывания ЩСПК.

В исследованиях для формования сантехкабин применяли подвижную бетонную смесь на водостойком КГВ, отвечающем требованиям действующих нормативных документов и ТУ 21-0284757-90 с минеральной добавкой шамотной пыли.

С целью изучения взаимосвязи между количеством отдельных компонентов в составе КХД, включающей суперпластификатор С-3 и замедлитель сроков схватывания ЩСПК, подвижностью, сроками схватывания и прочностными характеристиками полученного быстротвердеющего композита был запланирован активный 3-х факторный эксперимент.

Для извлечения максимума информации при наименьших затратах на эксперимент и обработку полученных результатов исследований было принято Д – оптимальное планирование типа 2^k , что обеспечило минимальные значения дисперсии при оценке коэффициентов регрессии.

В этом случае взаимосвязь между факторами может быть аппроксимирована моделями в виде полинома второй степени [13, 14]:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2 + b_3x_3^2, \quad (1)$$

где x_i – независимые переменные, Y – соответствующее свойство бетона.

Определение коэффициентов и их ошибок осуществлялось при помощи бланков – алгоритмов, составленных В.А. Вознесенским [15] для соответствующих планов.

Варьируемыми параметрами приняты: X_1 – В/Вяз отношение; X_2 – содержание добавки ЩСПК в составе комплексной химической добавки (КХД), в % от массы КГВ; X_3 – содержание суперпластификатора С-3.

Изучались: прочности при сжатии затвердевших образцов в различные сроки твердения: через 2 часа – $R_{сж}^2(Y_1)$, в 28 суток – $R_{сж}^{28}(Y_2)$, подвижность – $P(Y_3)$, сроки начала схватывания – $T(Y_4)$.

Задачей оптимизации являлось определение условий приготовления подвижной смеси, с обеспечением максимальной прочности затвердевшего камня при сжатии с определенными ограничениями: для сроков схватывания – $T \geq 15$ мин, для подвижности – $P \geq 180$ мм.

Изучались: прочности при сжатии затвердевших образцов в различные сроки твердения: через 2 часа – $R_{сж}^2(Y_1)$, в 28 суток – $R_{сж}^{28}(Y_2)$, подвижность – $P(Y_3)$, сроки начала схватывания – $T(Y_4)$. В табл.1 представлены значения уровней варьирования независимых переменных факторов.

Изучение прочностных свойств, подвижности и сроков схватывания проводилось на КГВ с шамотной пылью состава 75:15:10 (% по массе, гипсовое вяжущее: портландцемент : шамотная пыль).

Матрица планирования и общие результаты исследования представлены в табл. 2.

Для сравнительной оценки приняты величины рассматриваемых свойств затвердевшего камня на КГВ без добавок, полученных в аналогичных условиях (опыт 0).

Работа выполнялась в соответствии с требованиями теории эксперимента, результаты каждого опыта являлись средними (отклонения от средних величин по Y_1 – 8 %, Y_2 – 5 %, Y_3 – 10 %, Y_4 – 15 %).

$Y_3 - 7\%$) из трех испытаний. Опыты проводились в последовательности, определенной по таблице случайных чисел. Обработка полученных результатов экспериментального исследо-

вания проводилась согласно методике [15]. Значения коэффициентов регрессии получены при $t = 0,05$ (табл. 3).

Таблица 1

Значение уровней переменных факторов

Уровни варьирования	Факторы варьирования		
	В/Вяз X_1	ЩСПК, % X_2	С-3, % X_3
Основной уровень (0)	0,46	0,2	0,2
Интервал варьирования (X)	0,06	0,1	0,1
Верхний уровень (+)	0,52	0,3	0,3
Нижний уровень (-)	0,4	0,1	0,1

Таблица 2

Матрица планирования и экспериментальные значения

№ опытов	Уровни варьирования входных параметров			Прочность при сжатии, МПа через		Подвижность, см	Начало схватывания мин.
	X_1	X_2	X_3	2 ч	28 сут		
1	+	+	+	1,3	1,5	33	24,5
2	-	+	+	3,5	5,3	16	22
3	+	-	+	2,2	3,0	30	10
4	-	-	+	3,8	7,4	14	8,5
5	+	+	-	1,5	2,7	25	25
6	-	+	-	3,0	6,8	13	22,5
7	+	-	-	2,2	4,5	24	10,5
8	-	-	-	3,9	8,6	12	8,5
9	+	0	0	-	2,0	29	25
10	-	0	0	-	8,1	15	22,5
11	0	+	0	-	0,5	19,5	26
12	0	-	0	-	5,4	17	10,5
13	0	0	+	-	4,6	22	14,5
14	0	0	-	-	4,2	16	21
15	0	0	0	1,9	3,4	20	24
16	0	0	0	2,0	3,2	18	23
17	0	0	0	1,8	3,3	19,5	22,5

Таблица 3

Коэффициенты уравнений регрессии

Условные обозначения коэффициентов регрессии	Численные значения коэффициентов регрессии для:			
	$R_{сж}$ 2 часа	$R_{сж}$ 28 сут	подвижности	начала сроков схватывания
b_0	26,75	135,6	19,1	22,5
b_1	-8,75	-22,5	7,1	1,1
b_2	-3,5	-12,1	0,95	7,2
b_3	0,25	-5	2,5	-0,8
b_{12}	-0,5	0,75	0,125	0,187
b_{13}	-0,75	-	1,125	-0,06
b_{23}	0,5	-	0,375	-0,06
b_{11}	-	11,7	2,84	1,7
b_{22}	-	-6,3	-0,91	-3,8
b_{33}	-	8,2	-0,16	-4,3
$(b_0)_{кр}$	1,84	0,9	0,6	0,645
$(b_i)_{кр}$	1,36	0,64	0,45	0,47
$(b_{ij})_{кр}$	1,52	0,73	0,5	0,53
$(b_{ii})_{кр}$	2,62	1,23	0,87	0,9

Для определения дисперсии воспроизводимости проведено трехкратное повторение экспериментов при значениях входных параметров на нулевых уровнях. Однородность дисперсии проверялась по критерию Кохрена. Проверка адекватности моделей осуществлялась по критерию Фишера. Статистическую значимость полученных коэффициентов регрессии проверяли по критерию Стьюдента для 5 % уровня значимости при числе степеней свободы, $f_{\bar{y}} = n_0 - 1$, где n_0 – число опытов в нулевой точке.

Значения коэффициентов при независимых переменных в уравнении указывают на величину влияния изучаемых факторов. Зависимость – прямо пропорциональная. Полный эксперимент позволяет также количественно оценить и эффекты парного взаимодействия X_1, X_2, X_3 . Были получены функциональные зависимости для Y_1, Y_2, Y_3 .

Взаимосвязь исследуемых факторов с прочностью при сжатии (кгс/см^2) затвердевших образцов через 2 часа после изготовления описывается уравнением:

$$Y_1 = R_{\text{сж}} = 26,75 - 8,75X_1 - 3,5 X_2 \quad (14)$$

Знаки коэффициентов регрессии свидетельствуют, что уменьшение X_1 (В/Вяз отношения) и X_2 (ЩСПК, %) от основного до нижнего уровня их варьирования увеличивает Y_1 (прочность при сжатии через 2 часа). Для получения более полной наглядности влияния факторов на $R_{\text{сж}}$ через 2 часа применен метод сечения поверхности отклика плоскостью. Параллельные линии соответствуют поверхности отклика, представляющей собой стационарное возвышение (рис. 1).

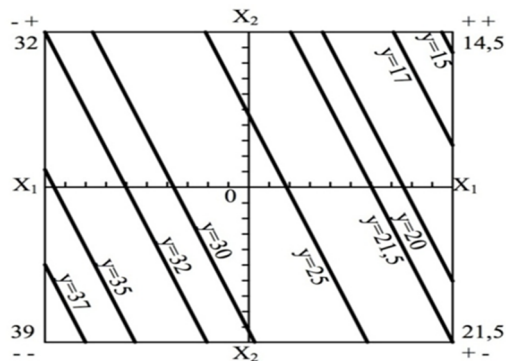


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии через 2 часа (Y_1) от В/Вяз отношения (X_1) и количества добавки ЩСПК (X_2)

Геометрическая интерпретация полиномиальной модели для Y_2 ($R_{\text{сж}}^{28}$) приведена на рисунке 2 при фиксировании на постоянном уровне 2-х факторов.

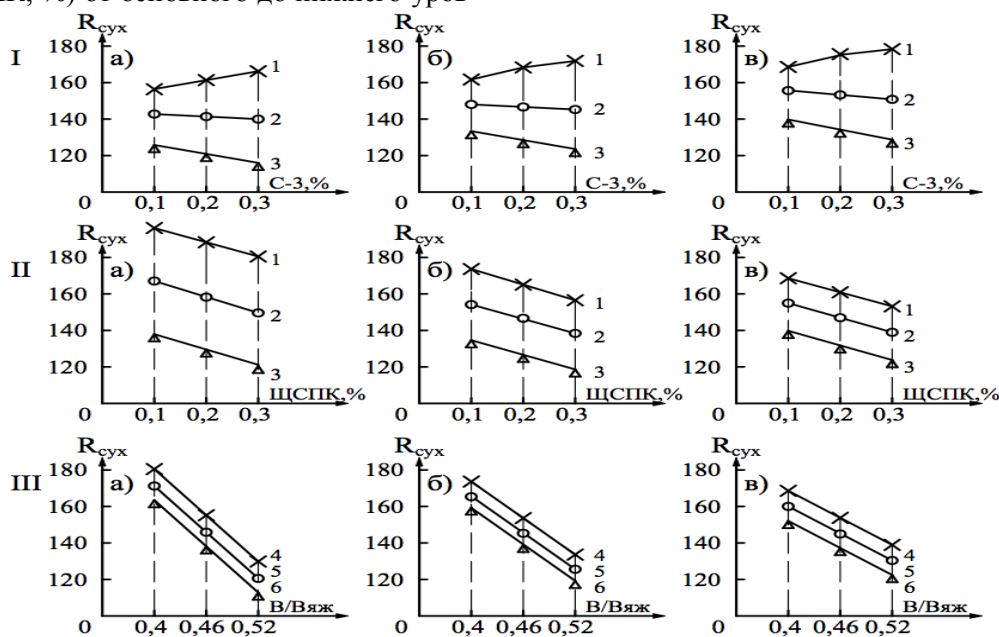


Рис. 2. Изменение прочности при сжатии образцов затвердевшего КГВ через 28 суток нормального твердения в зависимости от В/Вяз отношения и содержания добавок ЩСПК и С-3.

1,2,3 – В/Вяз = 0,4;0,46;0,52, соответственно; 4,5,6 – количество ЩСПК – 0,1;0,2;0,3 %, соответственно.

I – концентрация ЩСПК – постоянная; а – содержание ЩСПК – 0,3%; б – 0,2%; в – 0,1%;

II, III – концентрация С-3 – постоянная; а – содержание С-3 – 0,3%; б – 0,2%; в – 0,1%

Анализируя уравнение и графики следует отметить, что наиболее значительное влияние на прочность образцов в 28 суточном возрасте оказывает изменение В/Вяз отношения ($B_1^{\text{отн}} =$

16,6 %) и количество добавки ЩСПК в составе комплексной химической добавки (КХД)- ($B_2^{\text{отн}} = 8,9\%$). Наибольшее значение прочностных показателей, равное 18,6 МПа наблюдается

при $V/V_{яж} = 0,4$, содержании ЩСПК–0,1 %, С-3 – 0,1 %. Увеличение $V/V_{яж}$ отношения и количества ЩСПК в КХД, приводят к снижению прочности затвердевшего камня. С увеличением

количества добавки С-3 в составе КХД прочность образцов увеличивается.

Подвижность бетонной смеси описывается уравнением (см):

$$Y_3 = P = 19.1 + 7.1X_1 + 0.95X_2 + 2.5X_3 + 2.84X_1^2 - 0.91X_2^2 + 1.125X_1X_3 \quad (16)$$

В рассматриваемой области варьирования (рис. 3) X_1 , X_2 и X_3 подвижность гипсоцементного теста повышается с увеличением $V/V_{яж}$ отношения (X_1) и количества вводимой добавки С-

3 (X_3) от нулевого до верхнего уровня при фиксированных значениях остальных параметров на нулевом уровне.

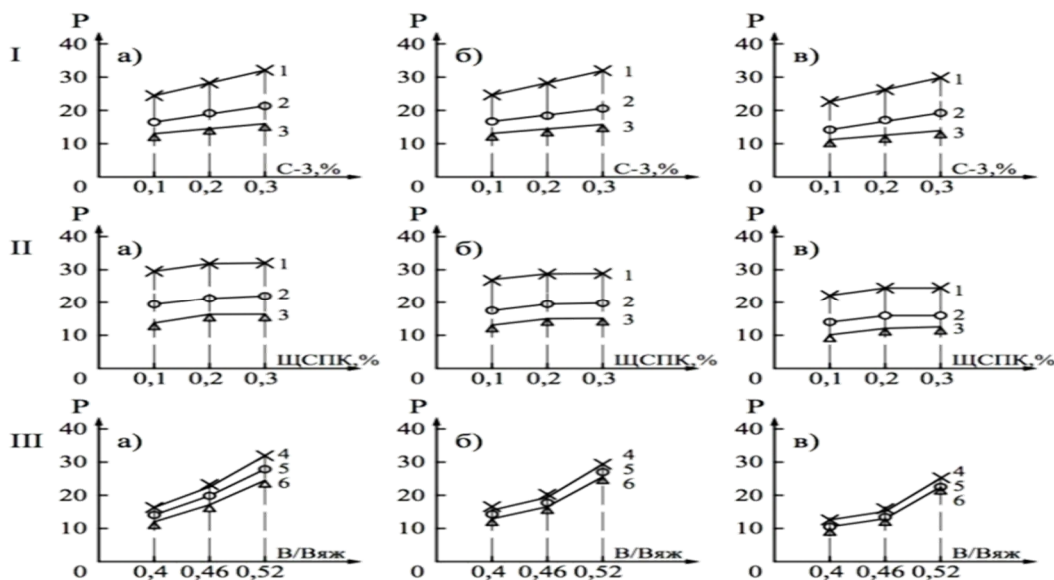


Рис. 3. Изменение подвижности теста на КГВ в зависимости от $V/V_{яж}$ и содержания добавок ЩСПК и С-3 (обозначения как на рисунке 2)

Влияние $V/V_{яж}$ отношения на рассматриваемое свойство наиболее существенно по сравнению с другими факторами, о чем свидетельствует величина коэффициента регрессии при X_1 и X_1^2 . Максимальное значение подвижности достигается при $X_1 = +1(0,52)$.

Экстремум $Y_3 = f(X_1, X_2, X_3)$ составляет 33 см при $X_1 = 0,52$, $X_2 = 0,3$, $X_3 = 0,3$.

Взаимосвязь исследуемых факторов со сроками схватывания КГВ теста описывается уравнением:

$$Y_4 = T = 22.5 + 1.1X_1 + 7.2X_2 - 0.8X_3 + 1.7X_1^2 - 3.8X_2^2 - 4.3X_3^2 \quad (17)$$

Из уравнения видно, что наиболее значительное влияние на сроки схватывания бетонной смеси оказывает количество добавки ЩСПК в

составе КХД. С увеличением ее количества сроки схватывания увеличиваются (рис. 4).

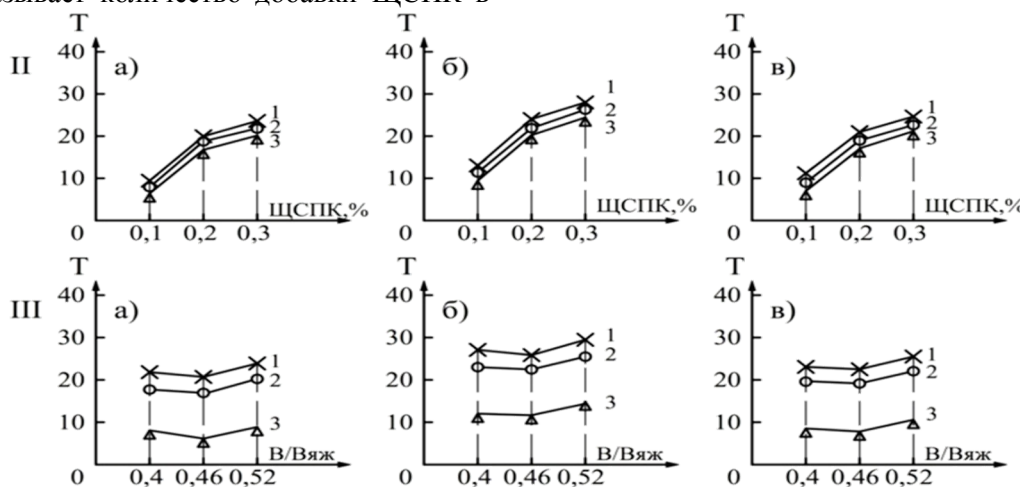


Рис. 4. Изменение начала схватывания теста на КГВ в зависимости от $V/V_{яж}$ и содержания добавки ЩСПК (обозначения как на рисунке 2)

Использование результатов испытаний и уравнений позволяет находить оптимальные количества добавок в зависимости от требований к гипсоцементным смесям.

В работе исследовали влияние химических добавок на водостойкость бетонов на КГВ без

заполнителя во времени, характеризующие их долговечность. Исследования проводились в течение 2,5 лет.

Составы бетонов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Составы бетона на КГВ без заполнителя

№ п/п	Обозначение серии образцов	Расход материалов, кг/м ³				В/Вяз	Расплав (по Сутторду), мм	Средняя плотность смеси, кг/м ³
		КГВ	Вода	ЩСПК	С-3			
1	Г	1192	560	-	-	0,47	180	1752
2	КГВ -1	1189	535	0,59	-	0,45	120	1724
3	КГВ -1 _д	1272	518	1,3	3,8	0,40	120	1795
4	КГВ -2	1217	548	0,5	-	0,45	120	1765
5	КГВ -2 ^л	1114	556	-	-	0,50	180	1671
6	КГВ -2 ^л _д	1170	538	1,2	3,5	0,46	180	1713

Примечание: Г – гипсовое вяжущее, Г-5 А II; 1 – КГВ состава 70:15:15; 2 – КГВ состава 75:15:10; индекс «л» – литая смесь (расплав по Суттарду 180 мм); индекс «д» – с комплексной химической добавкой, содержание которой дано в расчете на сухое вещество добавки; индекс «Е» – воздушно-сухие условия твердения, «В» – в воде.

Снижение прочности бетона в случае водонасыщения конструкции оценивали величиной коэффициента размягчения (табл. 5).

Таблица 5

Показатели свойств бетонов на КГВ без заполнителя при длительном твердении на воздухе и в воде

№ п/п	Обозначение составов	Предел прочности при сжатии, МПа				Коэффициент размягчения, в сроки			
		Средняя плотность, кг/м ³ в сроки							
		28	180	360		28	180	360	2,5 года
1	1Е	<u>18,0</u> 1450	<u>17,6</u> 1430	<u>18,5</u> 1420	<u>18,9</u> 1420	0,6	0,62	0,63	0,64
2	1В	<u>14,5</u> 1730	<u>14,8</u> 1780	<u>15,0</u> 1790	<u>15,2</u> 1795	-	-	-	-
3	1Е _д	<u>19,3</u> 1475	<u>21,5</u> 1450	<u>22,8</u> 1450	-	0,63	0,64	0,65	0,67
4	1В _д	<u>15,1</u> 1770	<u>16,3</u> 1790	<u>16,9</u> 1790	-	-	-	-	-
5	2Е ^л	<u>15,8</u> 1310	<u>14,8</u> 1290	<u>16,0</u> 1280	-	0,52	0,53	0,53	-
6	2В ^л	<u>8,2</u> 1620	<u>8,5</u> 1680	<u>8,8</u> 1690	-	-	-	-	-
7	2Е ^л _д	<u>17,5</u> 1370	<u>18,2</u> 1380	<u>20,3</u> 1360	-	0,54	0,56	0,57	-
8	2В ^л _д	<u>11,3</u> 1680	<u>11,5</u> 1680	<u>11,6</u> 1690	-	-	-	-	-

В результате проведенных испытаний установлено, что при твердении в воде предел прочности при сжатии и коэффициенты размягчения образцов КГВ бетонов без заполнителя со временем возрастают. У образцов бетонов с химическими добавками значения предела прочности

при сжатии и коэффициента размягчения выше, чем у бездобавочных.

С целью проверки проведенных исследований и подтверждения сделанных при этом выводов на Новомосковском гипсовом комбинате была выпущена опытная партия санитарно-

технических кабин на основе КГВ (10 штук) с применением комплексной добавки суперпластификатора С-3 и замедлителя ЩСПК. За эталон для сравнения были приняты аналогичные

сантехкабины при изготовлении их без химических добавок по литьевой технологии в то же самое время (рис. 5).

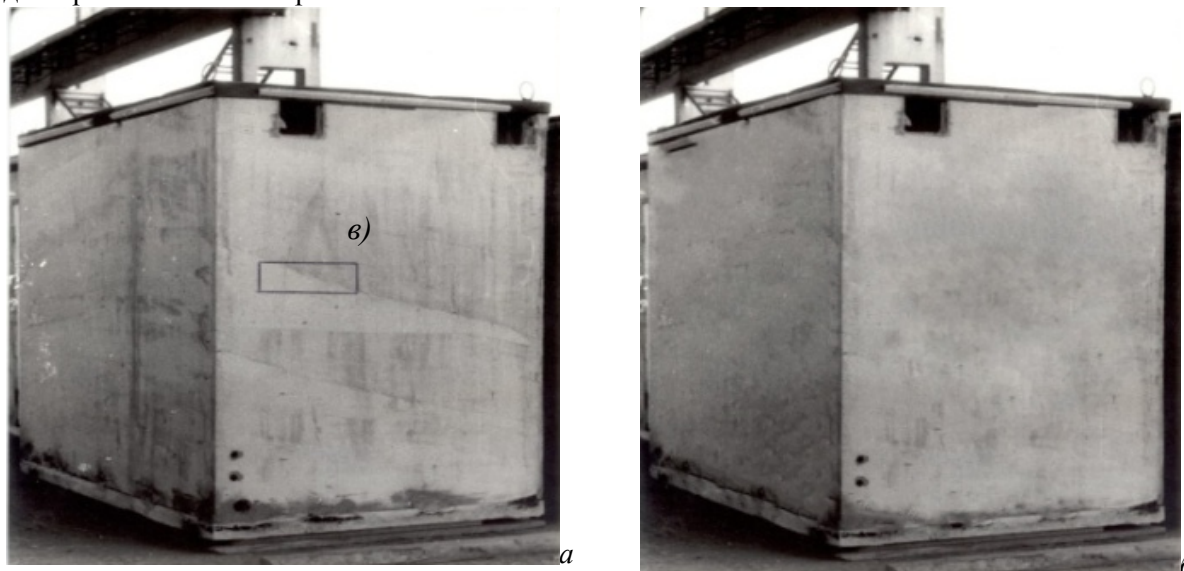


Рис. 5. Сантехкабины, изготовленные на Новомосковском гипсовом комбинате:
а – без использования химических добавок; б – с химическими добавками; в – трещина

В процессе формования фиксировали сроки схватывания, а также по изменению средней плотности смеси, ее однородность. Одновременно с партией изделий были изготовлены образцы-кубы, твердевшие вместе с изделиями и высушенные до постоянной массы, по которым наблюдали за влажностью и изменением прочности образцов с добавкой и без нее.

Заводские испытания показали следующие результаты:

- применение комплексной химической добавки позволило на 30 % снизить начальную влажность бетона, т.е. с 37 до 25,6 %;
- водопоглощение образцов с КХД было на 18 % меньше, чем у контрольных;
- регулирование сроков схватывания и формовости бетона на КГВ позволило избежать расслоений бетона по высоте изделий;
- повысилась прочность через 2 часа и 1 сутки на 30 %, через 28 суток и в сухом состоянии на 35 %. На готовых изделиях полностью отсутствовали трещины.

Таким образом, результаты проведенных испытаний подтверждают возможность применения при производстве базовых объемных и других основных элементов индустриального строительства (шахт-лифтов, вентблоков, сантехкабин и др.) КГВ бетона без заполнителя в качестве быстротвердеющих материалов. Получены конструкционные изделия (сантехкабины) из подвижных бетонных смесей на КГВ без заполнителя для индустриального строительства классов по прочности В5-В15 повышенной во-

достоятельности (Кр = Модифицирующее действие минеральной и комплексной химической добавок (шамотная пыль + С-3 + ЩСПК) на структуру КГВ камня позволяет на 30 % повысить раннюю и на 35–40 % прочность бетона в возрасте 28 суток, снизить начальную влажность на 25 %, а также повысить качество бетона за счет повышения плотности и оптимизации структуры пор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шамис Е.Е. Строительство XXI – инновационные идеи совершенствования индустриальных методов: монография // Технический университет Молдовы, 2010. 262 с.
2. Шамис, Е.Е. Состояние, проблемы и направления развития домостроительного бизнеса // Строительные материалы. 2009. № 2. С. 90–91.
3. Волженский А.В. Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолновые вяжущие, бетоны и изделия. М., 1971. 318 с.
4. Ферронская А.В. Долговечность конструкций из бетона и железобетона. М., 2006. 336 с.
5. Ферронская А.Ф. Гипс в малоэтажном строительстве. М.: Изд. АСВ, 2008. 240 с.
6. Коровяков, В.Ф. Перспективы производства и применения в строительстве водостойких гипсовых вяжущих и изделий // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 65–67 с.
7. Рахимов Р.З., Халиуллин М.И. Состояние и тенденции развития промышленности гипсо-

вых строительных материалов // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 44–46.

8. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Изд. АСВ, 2006. 526 с.

9. Чернышева Н.В. Стеновые материалы повышенной водостойкости на композиционном гипсовом вяжущем // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №8. С. 57–60.

10. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Стеновые материалы на композиционном гипсовом вяжущем для малоэтажного строительства // Сухие строительные смеси. 2015. № 3. С. 19–21.

11. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного

сырья: монография. г. Белгород: Изд. БГТУ, 2015. 321 с.

12. Гончаров Ю.А., Дубровина Г.Г., Губская А.Г., Бурьянов А.Ф. Гипсовые материалы и изделия нового поколения. Оценка энергоэффективности. Минск: Колорград, 2016. 336 с.

13. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.

14. Налимов В.В. Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. 398 с.

15. Вознесенский В.А. Математическая теория эксперимента и управления количеством композиционных материалов. Киев: Знание, УССР, 1979. 27 с.

Chernysheva N.V., Drebezgova M.Y., Glagolev E.S.

CONSTRUCTION PRODUCTS FOR COMPOSITE GYPSUM BINDERS FOR INDUSTRIAL BUILDING

The most difficult, unsolved problems of perfection of industrial construction, primarily the most promising form - a body-block housing, hidden in factory production of products, which is traditionally used medlennotverdeyuschy Portland cement concrete, as well as sophisticated methods of transportation and installation. Many problems can be solved through the establishment of factory production of building products using efficient technologies, of fast, energy-efficient composites based composite gypsum binders increased water resistance (GFP).

Key words: industrial construction, construction products, composite gypsum binders, concrete mixtures.

Чернышева Наталья Васильевна, доктор технических наук, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: chernysheva56@rambler.ru

Дребезгова Мария Юрьевна, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru

Глаголев Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.