ISSN 0005 - 9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

8·1981

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Дорогие товарищи!

Поздравляем Вас с Днем строителя,
желаем больших успехов в выполнении
грандиозных задач
в области капитального строительства,
поставленных XXVI съездом КПСС!

16-этажный жилой дом с газозолобетонными цельноформованными панелями. Отделка каменными дробленными материалами и способом «декор» (к статье Е. С. Силаенкова «Долговечность конструкций из ячеистого бетона»)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Ячеистые бетоны в одиннадцатой пятилетке 2
Новиков Б. А., Кузнецов Ю. Б., Левин Н. И. Статистический анализ производства ячеистых бетонов и их однородности 3
Домбровский А. В. Новое оборудование для заводов автоклавных ячеистых бетонов 4
Эвинг П. В., Йыгева А. П. Резервы интенсификации производства ячеистых бетонов 7
Баранов А. Т. Улучшение свойств ячеистого бетона 9
Горяйнов К. Э., Счастный А. Н., Коновалов В. Б., Чанышева Р. И. Неавтоклавные ячеистые бетоны с керамзитовым гравием и золошлаковой смесью 10
Коровкевич В. В. Жилые дома с комплексным применением ячеистых бетонов . . 11
Бочков В. И., Парменов В. А. Поточное строительство домов с конструкциями из ячеистых бетонов 13
Паплавскис Я. М., Соловей Ж. Б., Фингрут А. И., Лепп Р. Объемные блоки из ячеистых бетонов 14
Белкин Я. М., Хаимский З. М. Оптимальные режимы автоклавной обработки ячеистого бетона 16
Книгина Г. И. Прогнозирование деструкции в газобетонных стеновых панелях . . 17
Силаенков Е. С. Долговечность конструкций из ячеистого бетона 18

Конструкции

Габрусенко В. В., Бутвиловский И. И., Якушин В. А., Строков В. В. Керамзитобетонные стропильные балки 20
Укялис Г. С., Клевцов В. А. Преднапряженные перемычки для зданий с кирпичными стенами 21

Бетоны

Лещинский А. М. Влияние тепловой обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона 22

Заводское производство

Рапопорт Б. Е., Ратинов Б. В., Розенберг Т. И., Крыжановский И. И., Иванов Ф. М. Оптимизация тепловлажностной обработки бетонов с помощью добавок 24

Экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов

Аристова Л. И. Унификация армирования наружных стеновых панелей 25

В помощь заводским лабораториям

Кварцхава К. К. Датчик для измерения собственных напряжений в бетоне . . . 26

Вопросы экономики

Рогатин Ю. А., Толпежникова Н. Н. Экономическая эффективность клеевых стыков забивных составных свай 27

Стандарты

Яшин А. В., Богословский В. А. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона 29

Библиография

Мощевитин Г. Т. Книга о стыковых соединениях панельных конструкций 30

Зарубежный опыт

Гаранин В. Н. Автострада внутри жилых зданий 30

8

(317)

август 1981

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© Стройиздат, 1981

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru
ВОЛОГОДСКАЯ

Наращивать выпуск прогрессивных железобетонных, металлических и деревянных конструкций.

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года

Ячеистые бетоны в одиннадцатой пятилетке

Автоклавные ячеистые бетоны являются эффективным материалом для наружных ограждающих конструкций — стен и покрытий жилых и промышленных зданий. Роль таких бетонов в последнее время повышается в связи с необходимостью улучшения теплозащитных свойств стен и покрытий.

Если термическое сопротивление стен и покрытий из легких бетонов на пористых заполнителях повышается на 10%, то этот показатель для стен из ячеистых бетонов — газобетона, газосиликата, газозолобетона и т. п. — должен увеличиться на 30%. Ячеистые бетоны являются более дешевыми, поэтому увеличение термического сопротивления стен из них на 30% не вызывает существенного удорожания.

Осуществление этой важной народнохозяйственной задачи требует больших усилий проектировщиков, работников заводов по освоению выпуска ячеистых бетонов пониженных объемных масс и переоснастке производства, а также научных работников по совершенствованию технологии, обобщению и распространению опыта передовых заводов и т. д.

Решению этой задачи способствуют большие работы, проведенные в девятой и десятой пятилетках, когда по планам важнейших научно-исследовательских работ Госстроя СССР разрабатывались технология ячеистых бетонов пониженных объемных масс и конструкции из этих бетонов. В результате на большинстве заводов освоен выпуск бетона объемной массой 700 кг/м³, проектной марки М35, а на десяти передовых заводах — бетон объемной массой 600 кг/м³, марки М25. Большинство типовых проектов жилых, общественных и производственных зданий разработаны для бетонов объемной массой 700 и 600 кг/м³. Имеются чертежи стен промзданий для экспериментального строительства из бетонов объемной массой 500 кг/м³.

Однако одним снижением объемной массы ячеистых бетонов повысить термическое сопротивление стен и покрытий на 30% не удается. Приходится увеличивать толщину стен и особенно чердачных и бесчердачных покрытий. Вместо толщины стен 25 см теперь необходимо применять толщину 30—35 см, а в северных районах даже 40—45 см. Однако технико-экономические расчеты, проведенные в НИПИсиликатобетоне, показали, что даже при увеличенной толщине стен ячеистые бетоны остаются наиболее легкими, дешевыми, с низкими капиталовложениями и менее энергоемкими в изготовлении и эксплуатации. Их низкая теплопроводность будет на протяжении многих десятилетий обеспечивать улучшенную комфортность в жилых и производственных зданиях.

В одиннадцатой пятилетке наряду с расширением выпуска на большинстве заводов ячеистых бетонов пониженной объемной массы и повышенных теплозащитных свойств, необходимо осуществить разработку и внедрение бетонов повышенной прочности. В зарубежной практике наиболее распространенными являются ячеистые бетоны объемной массой 600 и 500 кг/м³, прочностью 35 и 25 кгс/см², т. е. на одну ступень выше прочности отечественного бетона (М25 и М15), предусмотренной СНиП II-21-75. Между тем наши передовые заводы тоже способны давать бетоны прочностью выше нормированной. В целевой комплексной научно-технической программе по строительству на 1981—1985 гг. один из разделов ее посвящен разработке и внедрению ограждающих конструкций из автоклавного ячеистого бетона повышенной прочности — марок М35 и М50, соответственно, при объемной массе 600 и 700 кг/м³.

Для перевода заводов на выпуск ячеистых бетонов повышенной прочности по указанной комплексной программе необходимо выполнить большой объем работ по анализу деятельности передовых предприятий, выявлению технологических факторов, определяющих получение повышенной прочности, и распространению этого опыта на другие заводы. Одновременно следует пересмотреть и подкорректировать многие типовые чертежи жилых и промышленных зданий. Выпуск конструкций из бетонов повышенной прочности даст возможность повысить их транспортабельность и трещиностойкость, увеличить долговечность, несколько снизить расход арматурной стали.

В одиннадцатой пятилетке поставлена также общая задача — расширить применение автоклавных ячеистых бетонов в строительстве. Основной путь для этого — строительство заводов ячеистого бетона в районах Дальнего Востока и Крайнего Севера. Заводы ячеистых бетонов не нуждаются в крупных заполнителях, на них используются такие местные материалы, как пески, золы и известь. Такие предприятия могут выпускать и высокоиндустриальные крупноразмерные панели, и более транспортабельные среднеразмерные полупанели, и мелкие стеновые блоки для рассредоточенного малоэтажного строительства.

Однако наряду со строительством новых должны быть использованы все резервы действующих заводов, которые в среднем загружены на 85% суммарной мощности. За этой средней цифрой скрываются десятки заводов, недогруженных на 1/4 мощности. А ведь проектная мощность заводов далеко не предельна, например Ворошиловский завод ячеистого бетона при первоначальной проектной мощности порядка 200 тыс. м³ в год регулярно выдает 340 тыс. м³ продукции, поэтому надо серьезно взяться за организацию дополнительного выпуска продукции на каждом недогруженном заводе, независимо от его ведомственной принадлежности.

Наиболее экономичной продукцией, которую проще всего выпускать на заводах ячеистого бетона без крупных затрат на реконструкцию, являются мелкие стеновые блоки по ГОСТ 21520—76. Спрос на эти блоки особенно резко увеличился в связи с расширением строительства домов приусадебного типа, которое ведут колхозные и межколхозные организации, а также индивидуальные застройщики. Для организации производства мелких блоков на заводах имеются различные резательные машины и приспособления.

Наряду с мелкими блоками действующие заводы могут выпускать армированные панели из ячеистых бетонов для чердачных и бесчердачных покрытий жилых зданий со стенами из кирпича или из легкобетонных панелей, особенно в тех районах, где используется тяжелый керамзит и керамзитобетон.

В текущей пятилетке необходимо использовать все резервы заводов автоклавных ячеистых бетонов, что позволит без больших капиталовложений дополнительно выпустить еще 1—1,5 млн. м³ таких бетонов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:666.973.5:004.12.311

Б. А. НОВИКОВ, канд. техн. наук; Ю. Б. КУЗНЕЦОВ, инж. (НИИЖБ);
Н. И. ЛЕВИН, канд. техн. наук (ЦНИИСК)

Статистический анализ производства ячеистых бетонов и их однородности

В нашей стране функционирует около 100 заводов и цехов по выпуску изделий из ячеистых бетонов, отличающихся друг от друга мощностью, техническим уровнем, видом технологии (литьевая и вибрационная), свойствами применяемого сырья, составами ячеистого бетона, режимами автоклавной обработки, квалификацией инженерно-технического и производственного персонала и др. Эти признаки в той или иной мере влияют на свойства ячеистого бетона и качество готовой продукции. Однако все однотипные изделия независимо от завода-изготовителя и исходного сырья должны обладать одинаковыми показателями качества, зафиксированными в стандартах.

На рис. 1 приводятся показатели плотности и прочности ячеистого бетона, взятые из отчетных данных десяти заводов за десятую пятилетку, а также абсолютные значения коэффициента конструктивного качества, подсчитанные по этим данным. Плотность ячеистого бетона показана в высушенном состоянии, а показатели прочности приведены к прочности куба с размером ребра 15 см при влажности 10±2% (ГОСТ 12852.1—77). Коэффициент конструктивного качества определялся по формуле

$$K_{\text{к}} = \frac{\overline{R}}{\overline{\gamma}^2}, \qquad (1)$$

где $\overline{R}$ — показатель среднего предела прочности на сжатие ячеистого бетона (среднемесячная прочность); $\overline{\gamma}$ — показатель средней плотности ячеистого бетона за тот же период.

На рис. 1 показана верхняя ($T_{\text{в}}$) и нижняя ($T_{\text{н}}$) границы поля допусков по плотности и прочности ячеистых бетонов, из которых изготовляли стеновые панели для жилых и промышленных зданий, при заданных $\gamma_{\text{э}}=700$ и $\gamma_{\text{макс}}=750$ кг/м³ $R_{\text{п}}=35$ кгс/см². Усредненные показатели плотности и прочности ячеистых бетонов на десяти заводах сильно колебались, но практически не выходили за пределы поля допусков. В среднем для всех заводов они составили $\overline{\gamma}=681$ кг/м³, $\overline{R}=38$ кгс/см² и $\overline{K}_{\text{к}}=82$.

На первый взгляд картина вполне благополучна. Однако по действующим стандартам, границы поля допусков назначаются не для средних месячных показателей, а для единичных, характеризующих плотность и прочность отдельных серий в партии контрольных образцов. Известно, что распределение показателей плотности и прочности ячеистых бетонов подчиняется нормальному закону, характеризующемуся двумя параметрами — $\overline{X}$ и S [средним арифметическим ($\overline{X}$) и средним квадратическим отклонением (S_n)], которые определяются по формулам:

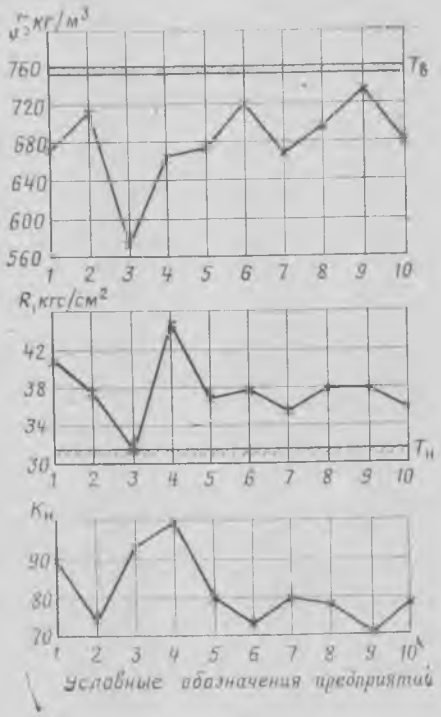


Рис. 1. Усредненные показатели качества ячеистых бетонов на действующих заводах

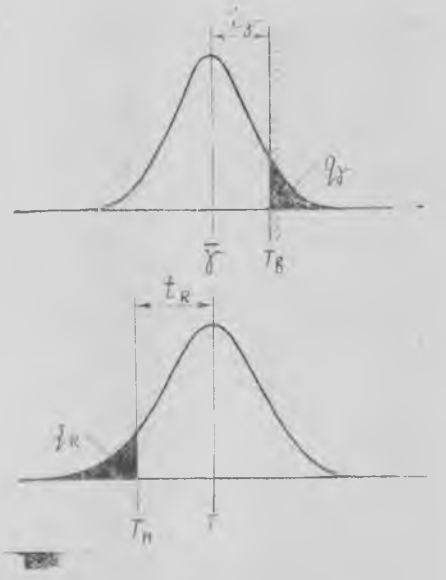


Рис. 2. Кривые нормального распределения плотности и прочности ячеистого бетона

t_γ и t_R — нормированные отклонения от границ поля допусков плотности и прочности бетона; q_γ и q_R — доля некондиционной продукции по показателям плотности ($\gamma < T_{\text{в}}$) и прочности ($R < T_{\text{н}}$)

$$\overline{X} = \frac{\sum_i^n X_i}{n}; \qquad (2)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}, \qquad (3)$$

где X_i — единичный показатель случайной величины — плотность или прочность в серии образцов (X); $\overline{X}$ — среднее арифметическое значение случайной величины во всех сериях образцов — X; n — число результатов наблюдений, составляющих выборку.

Величина S характеризует степень отклонения единичных значений (X_i) от их среднего арифметического значения $\overline{X}$. Однако разброс показателей нагляднее характеризуется коэффициентом вариации — V, который определяется по формуле

$$V = \frac{S_x}{\overline{X}} 100\%. \qquad (4)$$

На действующих заводах коэффициенты вариации не одинаковы и колеблются: по плотности (V_γ) от 3 до 8%, по прочности (V_R) от 10 до 25%; в среднем по стране 18% — это значение V_R включено в главу СНиП II-21-75. По кривой нормального распределения можно подсчитать вероятность выхода единичных значений плотности и прочности за установленные стандартами границы поля допусков — $T_{\text{в}}$ и $T_{\text{п}}$. Так, согласно ГОСТ 11118—73, допускается отклонение плотности бетона в отдельных сериях не более, чем на 50 кг/м³; прочность ячеистого бетона партии изделий по ГОСТ 12852.1—77 отвечает требованиям стандарта, если среднее арифметическое значение прочности всех серий контрольных образцов будет не ниже нормируемой прочности (в данном случае не ниже $R_{\text{п}}=35$ кгс/см²). При этом прочность каждой отдельной серии контрольных образцов составит не менее 0,9 $R_{\text{п}}$, т. е. $T_{\text{н}}=R_{\text{мин}}=0{,}9\ R_{\text{п}}$.

На рис. 2 показаны кривые распределения плотности и прочности бетона, границы поля допусков $T_{\text{в}}$ и $T_{\text{н}}$, а также участки q_γ и q_R, выходящие за границы поля допусков, которые характеризуют число некондиционной продукции, определяемой уравнением:

$$q = 1/2\ [1 - F\ (t)], \qquad (5)$$

где $F(t)$ — интеграл вероятностей (функция Лапласа), который находится по таблицам в зависимости от t, где

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Условные обозначения заводов	$\bar{\gamma}$, кг/м³	$\bar{R}$, кгс/см²	$K_н$	S_γ	S_R	V_γ, %	V_R, %	t_γ	t_R	q_γ, %	q_R, %
1	675	41	90	40,5	7,4	6	18	1,85	1,28	3,2	10
2	715	38	74	35,8	3,8	5	10	0,98	1,71	16,8	4,3
3	575	31	94	23	3,1	4	10	3,26	2,58	0	0,5
4	670	45	100	33,5	6,8	5	15	2,39	1,98	0,8	2,4
5	675	37	81	20,3	4,4	3	11,9	3,69	1,25	0	15,5
6	720	38	73	57,6	4,9	8	12,9	0,52	1,33	30,1	9,2
7	670	36	80	40,2	6,1	6	16,9	1,99	0,74	2,3	22,9
8	695	38	79	20,9	3,8	3	10	2,63	1,71	0,5	4,3
9	735	38	70	44,1	6,8	6	17,9	0,34	0,96	36,7	16,9
10	680	36	78	27,2	3,7	4	10,3	2,57	1,22	0,5	11,1

$$t_\gamma = \frac{T_в - \bar{\gamma}}{S_\gamma} \quad \text{и} \quad t_R = \frac{\bar{R} - T_н}{S_R},$$

S_γ и S_R — средние квадратические отклонения плотности (S_γ) и прочности (S_R), определяемые по формуле (3)

В таблице приводятся результаты расчета по формуле (5) объема некондиционной продукции при средних статистических значениях для каждого завода и $T_в = \gamma_{макс} = 750$ кг/м³; $T_н = R_{мин} = 31{,}5$ кгс/см².

При статистических расчетах допускается выход за пределы границы поля допусков не более 5%. Некондиционная продукция по совместным показателям плотности и прочности на семи заводах превышает 10%. Эти показатели, в отличие от анализа по усредненным данным, свидетельствуют о недостаточном качестве ячеистых бетонов на действующих заводах. Таким образом, статистические методы анализа позволяют количественно оценить качество продукции и установить оптимальное соотношение между границами поля допусков и средними значениями, выявить связи между технологическими факторами и выходными параметрами.

Госстроем СССР утвержден и вводится в действие с 1 января 1982 г. новый ГОСТ 18105.0—80 — ГОСТ 18105.2—80, который устанавливает основные положения правил статистического контроля прочности бетонов, в том числе и автоклавного ячеистого бетона. Внедрение этого стандарта на заводах ячеистых бетонов, несомненно, будет способствовать повышению качества выпускаемой продукции, а также потребует от работников заводов усилить внимание к контролю прочности и плотности бетона.

Для улучшения работы заводов и повышения качества продукции необходимо, чтобы усредненное значение плотности бетона в контролируемый период $\bar{\gamma}$ не превышало заданного γ; коэффициенты вариации не превышали $V_\gamma \leqslant 5\%$ и $V_R \leqslant 15\%$; коэффициент конструктивного качества бетона $K_н$ был более 90.

Известно, что плотность ячеистого бетона легко регулируется изменением расхода порообразователя, поэтому не трудно откорректировать состав бетона на тех заводах, где его плотность сильно завышена. Однако при снижении средней плотности уменьшится и прочность бетона, за счет чего увеличится объем некондиционной продукции по показателям прочности. В этих случаях необходимо добиваться увеличения $K_н$ и снижения V_γ и V_R до указанных выше значений. Коэффициент конструктивного качества зависит в основном от свойств вяжущих и кремнеземистых компонентов (при оптимальном их соотношении) и от технологической дисциплины. Если не удается повысить значение $K_н$ путем строгого соблюдения технологической дисциплины, то необходимо ввести в состав бетона какие-либо химически активные добавки, рекомендуемые СН 277-80, либо заменить вид вяжущего или кремнеземистого компонента.

Коэффициенты вариации плотности и прочности зависят от стабильности технологических процессов и изменчивости параметров, установленных на каждом заводе, с учетом специфических условий и особенностей производства. В новой Инструкции СН 277-80 приводятся базовые показатели коэффициентов вариации для всех основных технологических параметров. На тех заводах, где $V_\gamma > 5\%$, а $V_R > 15\%$, необходимо определить коэффициенты вариации всех технологических параметров и привести их в соответствие с показателями, приведенными в СН 277-80.

УДК 666.973.6.002.5

А. В. ДОМБРОВСКИЙ, канд. техн. наук (НИПИсиликатобетон)

Новое оборудование для заводов автоклавных ячеистых бетонов

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года перед народным хозяйством страны поставлены серьезные задачи по повышению эффективности производства и улучшению качества продукции, выполнение которых во многом определяется применением современного технологического оборудования, обеспечивающего комплексную механизацию процессов.

В настоящее время для подотрасли автоклавных ячеистых бетонов в НИПИсиликатобетоне разработаны, изготовлены, проверены в промышленных условиях принципиально новые технологические линии, единицы оборудования и оснастки.

Гидродинамический смеситель (рис. 1) предназначен для приготовления качественных ячеистобетонных смесей с высокой степенью однородности при пониженном количестве воды затворения. Он состоит из горизонтальной смесительной камеры с лопастным валом, механическим активатором, загрузочным и разгрузочным устройством; самоходного портала; щита снабжения электроэнергией; пульта управления. Смеситель может быть установлен на самоходном портале или стационарно.

Смеси приготовляют из различных видов вяжущих материалов (известь, цемент, зола ТЭС и др.), кремнеземистого компонента (сухого или в виде песчаного шлама) и порообразователя. В гидродинамическом смесителе можно приготовить высокогомогенную растворную смесь для ячеистобетонных изделий объемной массой 300—900 кг/м³.

Приготовление смеси начинается с включения механических активаторов и загрузки песчаного шлама или технической воды в смесительную камеру. Затем включается лопастной вал и загружаются сухие компоненты. Во время перемешивания компонентов смеситель передвигается к месту выгрузки, затем в него подается алюминиевая суспензия.

Готовая растворная смесь выгружается из камеры в форму через затвор разгрузочного устройства, затем смеситель возвращается к месту загрузки. Формование изделий может осуществляться с применением вибрации на стадии газовыделения и вспучивания смеси или по литьевой технологии.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Техническая характеристика гидродинамического смесителя

Рабочая емкость, м³	5
Максимальная производительность, м³/ч	50
Установленная мощность, кВт·ч/м³	0,85
Продолжительность цикла перемешивания, мин	до 3
Колея портала, мм	4200
Габаритные размеры (с порталом) (длина×ширину×высоту), мм	5200×4830××4200
Масса (с порталом), кг	9000

Гидродинамический смеситель заменит отечественные и зарубежные образцы турбинных, лопастных и вибрационных смесителей, в том числе и виброгазобетоносмеситель СМС-40М. Предложенные смесители в течение многих лет успешно эксплуатируются на Нарвском комбинате строительных материалов и Ступинском заводе ячеистого бетона.

Автоматический порционный дозатор алюминиевой суспензии (рис. 2) предназначен для автоматического дозирования компонентов, приготовления и выгрузки готовой алюминиевой суспензии в смеситель. Он состоит из кантователя банок с алюминиевой пастой, бункера питания, шнекового подавателя, автоматических весов, дозаторов воды и поверхностно-активного вещества (при необходимости), суспензатора, исполнительных органов, шкафа автоматики и пульта.

Дозатор работает в автоматическом режиме, вручную осуществляются лишь установка банок с алюминиевой пастой и заполнение сосуда поверхностно-активным веществом. Из бункера питания шнековый подаватель направляет порцию алюминиевой пасты на автоматические весы; требуемое количество воды для приготовления суспензии поступает в суспензатор, куда подается порция алюминиевой пасты. Все компоненты перемешиваются и после получения соответствующего сигнала выгружаются в смеситель.

Применение дозатора позволяет значительно снизить процент технологического брака благодаря повышению точности дозирования, исключает ручной труд при приготовлении алюминиевой суспензии.

Техническая характеристика дозатора

Точность дозирования, %:	
алюминиевой пасты (до 15 кг)	±1,5
воды и поверхностно-активного вещества	±3
Суммарный цикл работы, мин	не более 7
в том числе промывание и выгрузка	0,5
Габаритные размеры (длина×ширину×высоту) без контователя и выпускного трубопровода, мм	1410×1150××2740
Масса, кг	не более 900

Автоматические порционные дозаторы алюминиевой суспензии с 1975 г. работают на Нарвском комбинате строительных материалов, Харьковском заводе ЖБИ, в объединении Сморгоньсиликатобетон и на других предприятиях.

Комплект оборудования и оснастки для производства изделий из ячеистого бетона по резательной технологии (рис. 3, 4) предназначен для доавтоклавной резрезки массивов на армированные панели, стеновые камни и перегородочные плиты. Он состоит из резательной машины (агрегат продольной и поперечной разрезки); захвата для подъема и перемещения массивов; захвата для подъема и перемещения решеток; решеток для запаривания разрезанных массивов. В комплекте применяют универсальные формы трех видов: стационарные для агрегатно-поточной линии; переставляемые краном при использовании стандартных виброплощадок; вагонетки для конвейерной линии с применением виброустановки.

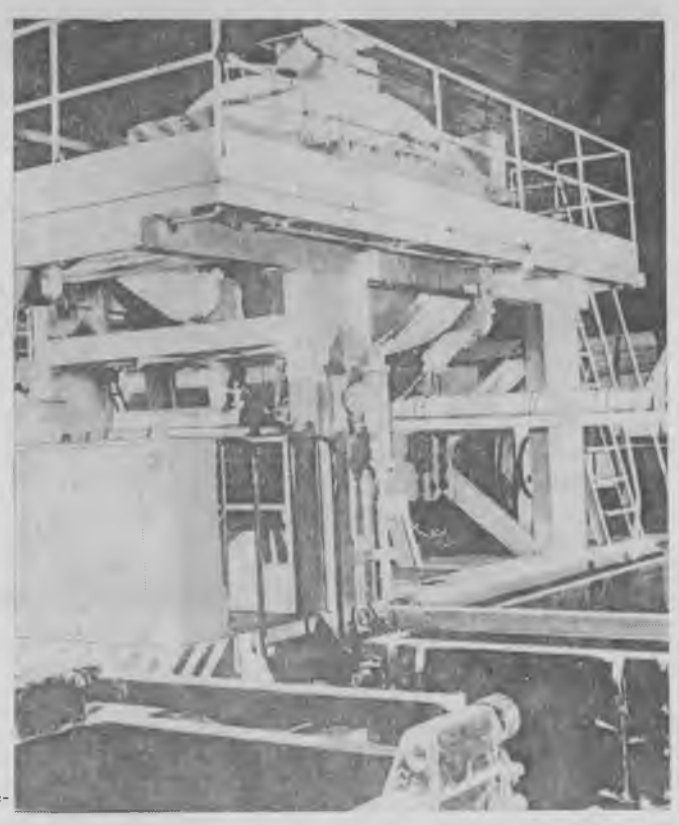
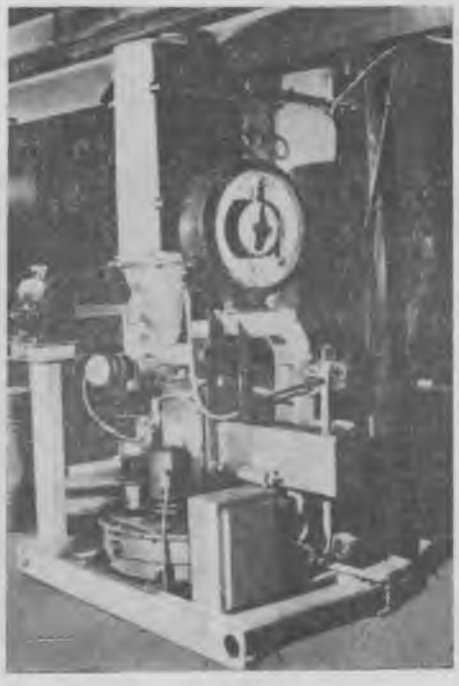


Рис. 1. Гидродинамический смеситель

Рис. 2. Автоматический порционный дозатор алюминиевой суспензии



После заливки ячеистобетонной смеси в формы и достижения необходимой пластической прочности массив захватом передается на стол резательной машины. Разрезанный в трех направлениях массив вместе с решеткой снимается с рабочего стола и устанавливается на автоклавную тележку.

По сравнению с традиционным способом формования изделий в индивидуальных формах применение данного комплекта оборудования обеспечивает сокращение металлоемкости форм в 2—3 раза; увеличение производительности автоклавов в 1,3—1,5 раза за счет повышения коэффициента заполнения до 0,4; увеличение производительности формовочной линии в 1,5—2 раза; увеличение производительности труда рабочих.

Технико-экономические показатели комплекта оборудования

Размеры разрезаемого массива-сырца, м	(0,6÷0,9)××(1,2÷1,5)×6,6
Шаг вертикально-продольной разрезки, мм	100—400 (через 50 мм)
Шаг горизонтально-продольной и вертикально-поперечной разрезки	бесступенчато регулируемый
Точность резки по всем направлениям, мм	±3
Нижний предел пластической прочности массива до разрезки, кПа	30
Продолжительность цикла резки, мин	не более 12
Экономический эффект	2—3 р/м³

14 комплектов этого оборудования различных модификаций успешно работают на Нарвском, Сморгонском, Славутском, Матвеевском комбинатах строительных материалов и на других предприятиях страны.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

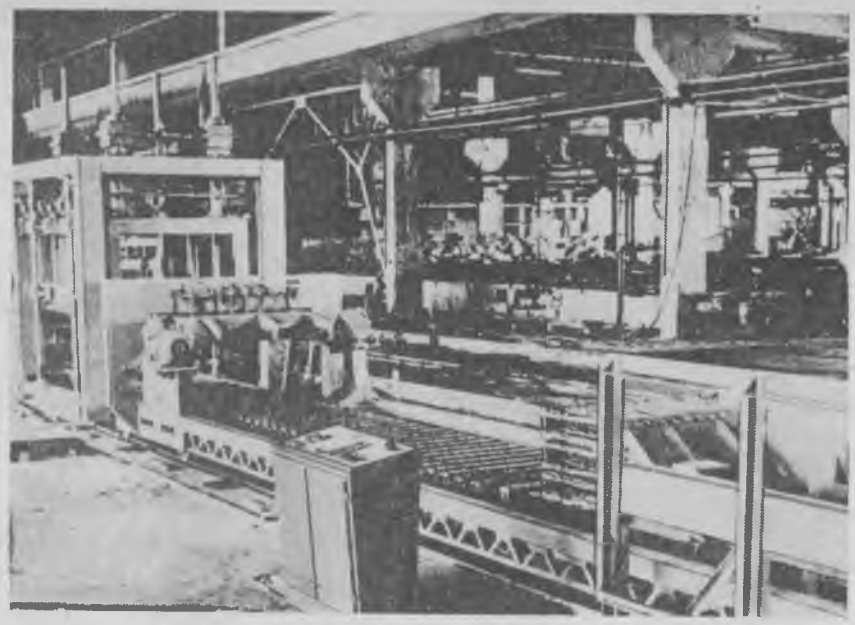


Рис. 3. Резательная машина ХБ-58

Универсальная конвейерная линия для изготовления составных панелей (рис. 5) предназначена для укрупнительной сборки и полной заводской отделки составных ячеистобетонных панелей наружных стен размером на одну и две комнаты с дверными и оконными проемами. Линия состоит из установки для укрупнительной сборки и калибровки составных панелей; линии отделки их наружных поверхностей; линии отделки внутренних поверхностей и установки столярных изделий.

Конвейерная линия позволяет производить все типоразмеры составных панелей полной заводской готовности в соответствии с Всесоюзным каталогом унифицированных ячеистобетонных изделий для жилищно-гражданского строительства. Составные панели собираются с применением клея и металлических тяжей из ячеистобетонных элементов, изготовленных по резательной технологии.

Укрупнительную сборку и полную заводскую отделку составных панелей производят в следующем порядке. На складе исходных (первичных) элементов мостовым краном на тележки устанавливают пакеты с поясными и простеночными элементами. На верхние склеиваемые стыковые поверхности наносят клеевую мастику, первичные элементы на тележках подают к посту укрупнительной сборки. Специальным укладчиком исходные элементы снимают с тележек и укладывают на поворотный стенд-рольганг, который приводится в вертикальное положение. При этой операции за один подъем устанавливают все элементы одного ряда составной панели, например одновременно монтируют все простеночные элементы. Дистанционное управление по сравнению с другими известными способами позволяет примерно вдвое сократить время на установку исходных элементов. Затем стенд-рольганг переводят в горизонтальное положение, в специальные отверстия вводят металлические тяжи и выполняют их натяжение тарировочным гайковертом. Составная панель подается на пост, где при помощи фрезерного агрегата осуществляется ее калибровка. Таким образом достигаются проектные размеры составной панели и по периметру нарезаются требуемые проектом профили (пазы и фаски).

Затем лицевые поверхности составных панелей выравнивают металлической щеткой; очищают с них пыль, готовят поверхности под отделку (заделывают дефекты, наносят грунтовочный состав и т. п.) и наносят первый покрасочный слой. Панель просушивают в камере, наносят второй покрасочный слой (или клеящую основу для насыпной фактуры); наносят присыпку и снова сушат. Вслед за этим панель кантуют в вертикальное положение и удаляют излишки присыпки; укладывают «лицом вниз», отделывают (шпатлюют) внутренние поверхности и в вертикальном положении подают на конвейер для монтажа оконных и дверных блоков и окончательной доводки.

На этом конвейере устанавливают и фиксируют в проемах оконные и дверные блоки; законопачивают щели, герметизируют швы специальной мастикой, устанавливают подоконные сливы и выполняют другие операции по окончательной доводке. Готовые панели снимают мостовым краном с конвейера и устанавливают на панелевозы или отправляют на склад готовой продукции.

Техническая характеристика линии

Объемная масса панелей, кг/м³	до 800
Габаритные размеры панелей (длина×ширину×толщину), мм	(2000÷7200)× ×(600÷3000)× ×(200÷300)
Максимальная масса панелей, кг	6500
Скорость передвижения, м/мин	3
Установленная мощность, кВт	16

Производительность линии при двухсменной работе — 35 тыс. м³ панелей в год. Применение конвейерной линии укрупнительной сборки на действующих и строящихся заводах позволяет повысить степень индустриализации, механизировать и автоматизировать производственные процессы.

Рис. 4. Резательная машина «Универсал-60»

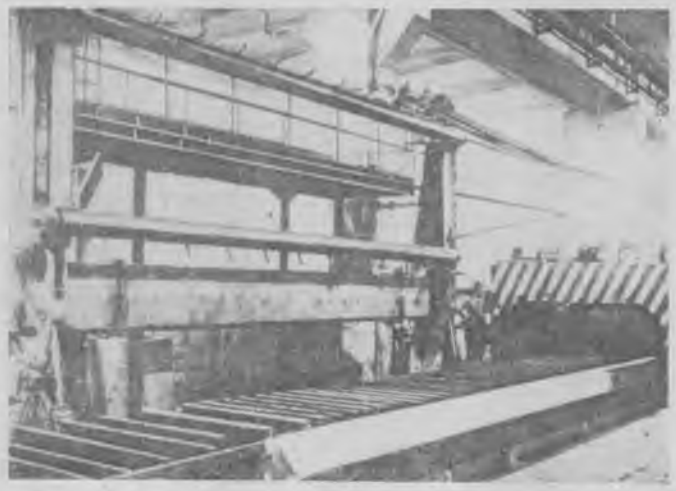
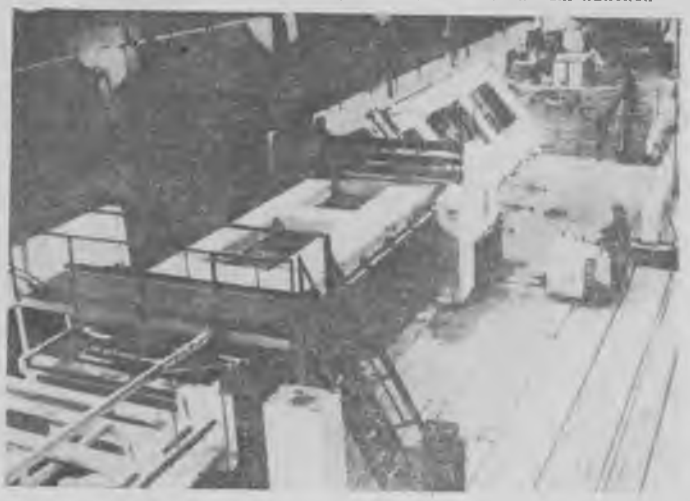


Рис. 5. Линия укрупнительной сборки и отделки составных панелей



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Технология и оборудование для ударного объемного формирования ячеистобетонных смесей с низким количеством воды затворения и пониженным расходом вяжущих материалов. Это принципиально новое направление в формовании базируется на использовании энергии удара, более эффективного по сравнению с вибрацией, и явления колебаний смеси на основной собственной частоте в период между ударами.

Ударные площадки обеспечивают получение ячеистобетонных изделий высокого качества объемной массой 300—1200 кг/м³. Они несложны в изготовлении и эксплуатации, обладают высокой степенью надежности. Уровень шума на постах формования находится в пределах требований СН 1004-73.

Применение ударной технологии формования по сравнению с вибрационной позволяет уменьшить расход цемента примерно на 30%, извести и газообразователя — на 10—15%, сократить до 1—1,5 ч время набора пластической прочности, необходимой для транспортировки массива сжатыми бортами на стол резательной машины, а также значительно повысить качество изделий.

Ячеистый бетон имеет следующие показатели: объемная масса — 630—650 кг/м³; предел прочности при сжатии — 6,6—7,2 МПа; влажностная усадка — 0,48—0,5 мм/м. Прочностные и деформативные характеристики, качество структуры и минералогический состав бетона, изготовленного по новой технологии, находится на уровне лучших промышленных бетонов отечественного производства.

Основные характеристики ударных площадок

Грузоподъемность, т	15—25
Установленная мощность, кВт	13—27
Годовая производительность, тыс. м³	160—180
Масса, т	5,7—8,9
Габариты (длина×ширину×высоту), мм	(4100÷8500)×(2120÷3420)×(1040÷1230)

По сравнению с существующими формовочными машинами, например К-494, металлоемкость ударной площадки на 1 т грузоподъемности в 2 раза меньше, установленная мощность электродвигателей уменьшена в 4 раза, расход электроэнергии на формование 1 м³ бетона сокращается в 8 раз. Характеристики уровня шума и вибрации ударной площадки полностью соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.003—76 и ГОСТ 12.1.012—78.

Экономический эффект от производства изделий из ячеистых бетонов по ударной технологии составляет 1,22—1,3 р/м³. Фактически полученный экономический эффект от внедрения ударной технологии и оборудования в ПО Сморгоньсиликатобетон МПСМ БССР составляет 356 тыс. р.

Комплект высокопроизводительных стационарных отделочных машин (КСОМ), предназначенный для механизации всех основных технологических операций заводской отделки ячеистобетонных, керамзитобетонных, бетонных и других строительных изделий, может быть установлен на существующих, а также на вновь проектируемых отделочных конвейерах. Все машины КСОМ снабжены контурами сбора, возврата и повторного использования частиц отделочных составов, благодаря чему потери материалов практически отсутствуют. Механизированная промывка поверхностей машин, соприкасающихся с клеевыми и окрасочными составами, осуществляется по замкнутому контуру с промежуточным осветлением воды. Подготовка поверхности и нанесение отделочных слоев производятся способами, полностью исключающими образование пыли и унос части состава.

Каждая машина КСОМ одновременно выполняет несколько операций, вследствие чего резко сокращается количество постов (с 16 до 4).

КСОМ включает универсальную грунтовочно-зачистную машину, готовящую поверхности изделия под отделку, пропитку свежеобнаженной поверхности материала грунтовочным составом с нанесением первого отделочно-шпатлевочного слоя; универсальную машину для формирования гладких, шероховатых, присыпных и покрытий типа «терразитовых»; универсальную машину для нанесения фиксирующих (закрепляющих присыпку), грунтовочных и других жидких составов; машину для нанесения клеевых, окрасочных и других густых составов; установку для сбора, осветления и повторного использования воды.

Машины КСОМ снабжены устройствами для приготовления пропиточных, грунтовочных, отделочных и фиксирующих составов, а также контейнерами для хранения основных компонентов составов и весами.

Характерной особенностью отделки с помощью КСОМ являются высокое качество, декоративность, однотонность, равная толщина наносимого по всей отделанной поверхности слоя, хорошие защитные свойства и повышенная долговечность.

Габариты отделываемых на машине КСОМ изделий: ширина до 1800 мм; длина не менее 1500 мм (при использовании настила или направляющих — не ограничивается); толщина до 360 мм (возможны модификации и для больших размеров). Скорость передвижения изделия — 3 м/мин и более. Машину обслуживают два оператора. Общая масса КСОМ без загрузочно-разгрузочных транспортирующих участков — 9000 кг.

Комплект машины эксплуатируется в одном из цехов ПО Сморгоньсиликатобетон. Экономический эффект от его внедрения составляет 5—6 р. на 1 м³.

На базе созданного институтом НИПИсиликатобетон оборудования в настоящее время ведется разработка типовых проектов цеха и технологической линии по производству мелких ячеистобетонных блоков по резательной технологии при высоте массива 0,6 м.

УДК 691.327:666.973.5.002.2

П. В. ЭВИНГ, инж., А. П. ЙЫГЕВА, экономист (НИПИсиликатобетон)

Резервы интенсификации производства ячеистых бетонов

В 1980 г. на 96 предприятиях по производству изделий из автоклавных ячеистых бетонов произведено 5,53 млн. м³ изделий, что в 1,3 раза больше, чем в 1970 г. Ниже приведены данные о выпуске основных видов изделий в млн. м³.

	1970 г.	1980 г.
Стеновые панели	0,83	1,34
Панели покрытий, перекрытий и теплоизоляционные панели покрытий	0,3	0,32
Крупные блоки	0,21	0,22
Мелкие блоки и перегородочные плиты	0,64	1,75
Теплоизоляционные плиты	2,23	1,88
Акустические и декоративные плиты	0,01	0,02
Всего	4,22	5,53

Объем выпуска ячеистобетонных стеновых панелей и блоков с 1,68 млн. м³ в 1970 г. увеличился до 3,31 млн. м³ в 1980 г., а удельный вес их в общем объеме ячеистого бетона возрос с 39,9 до 60%. Производство армированных ячеистобетонных изделий за этот период выросло с 1,25 до 1,8 млн. м³, а доля их в общем выпуске ячеистого бетона повысилась с 29,7 до 32,5%. Выпуск теплоизоляционных плит с 1975 г. уменьшился на 0,6 млн. м³, что следует считать правильным, так как ячеистобетонная теплоизоляция менее эффективна, чем минераловатная и пенопластовая.

Средний коэффициент использования мощностей в 1980 г. составил 0,843. В таблице приведены данные по использованию мощностей по производству ячеистобетонных изделий в различных министерствах и ведомствах.

Наряду с определенными успехами имеются значительные резервы интенсификации и повышения эффективности производства автоклавных ячеистых бетонов. Основные резервы заключаются в

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Министерства и ведомства	Количество предприятий	Выпуск изделий в 1980 г., тыс. м³	Среднегодовая производственная мощность, тыс. м³	Коэффициент использования среднегодовой мощности
Минстройматериалов СССР	32	3026	3432	0,882
Минтяжстрой СССР	10	564	673	0,838
Минстрой СССР	10	451	686	0,657
Минпромстрой СССР	11	312	381	0,82
Минэнерго СССР	7	250	281	0,891
Минмонтажспецстрой СССР	1	265	282	0,938
Совет Министров РСФСР	7	295	372	0,791
Межколхозные строительные организации РСФСР, УССР, ЭССР	4	88	99	0,888
Другие (10 министерств и ведомств)	14	276	347	0,795
Всего	96	5527	6553	0,843

улучшении использования производственных мощностей — автоклавов и оборудования формовочных линий, расширении применения прогрессивной резательной технологии, увеличении применения отходов производства и местных вяжущих материалов, дальнейшем снижении материалоемкости изделий, техническом перевооружении действующих предприятий, механизации и автоматизации производственных процессов.

На предприятиях по производству ячеистобетонных изделий установлено 490 автоклавов, которые в среднем работали 245 дней в году при фактическом режимном времени 293 дня. Таким образом, плановые и неплановые простои одного автоклава колебались в основном в пределах 15—65 дней и составили в среднем 48 дней в году, а на некоторых предприятиях — более 100 дней в году (заводы — Барнаульский ячеистого бетона, Березниковский сборных железобетонных конструкций № 4, Кизельский ЖБК и др.). Данные 20 предприятий показывают, что при правильной организации производства и эксплуатации простои автоклавов не превышают в среднем 24 дней в году, что в 2 раза меньше среднеотраслевого фактического показателя.

Имеются резервы также в увеличении оборачиваемости автоклавов за счет сокращения времени загрузки и выгрузки изделий, межцикловые перерывы.

Известно, что загрузка и выгрузка изделий и перерывы между циклами запаривания на многих отсталых предприятиях составляют 3,8—5 ч, что значительно выше времени (1—2 ч), достигнутого на 10 передовых предприятиях.

При сокращении потерь режимного времени и простоев между циклами запаривания — уменьшении их на половину, т. е. при доведении среднеотраслевых показателей использования рабочего времени автоклавов до уровня лучших предприятий, объем выпуска ячеистобетонных изделий можно увеличить на 20—25% и достичь снижения себестоимости изделий за счет уменьшения условно-постоянной части накладных расходов на 8—9 млн. р. в год.

Существенные резервы интенсификации работы оборудования имеются в повышении коэффициента заполнения автоклавов и сокращении цикла запаривания изделий. В настоящее время на передовых предприятиях эти показатели в 1,5—3 раза лучше, чем на отстающих. Ниже приводятся максимальные и минимальные показатели (в м³) съема различных изделий с 1 м³ объема автоклавов в год.

Панели	125—136/19—22
Мелкие блоки	175—239/40—55
Теплоизоляционные плиты .	250—274/26—47

(перед чертой — максимальные, после черты — минимальные показатели)

Коэффициент заполнения автоклавов можно значительно повысить за счет применения резательной технологии производства. Выпуск ячеистобетонных изделий по этой прогрессивной технологии (с формованием массивов и их разрезкой на механизированных линиях) увеличился в десятой пятилетке в 1,3 раза и достиг к 1980 г. 2,94 млн. м³ (в том числе 1,51 млн. м³ мелких блоков; 1,26 млн. м³ теплоизоляционных плит и 0,17 млн. м³ армированных изделий). В связи с внедрением для производства армированных изделий резательного оборудования с вертикальной разрезкой массивов высотой 0,6 м производительность формовочного и автоклавного участков увеличится в 1,5 раза, металлоемкость форм уменьшится в 3—5 раза, расход пара снизится до 0,07 Гкал/м³. Экономический эффект составит в среднем 2—3 р. на 1 м³ панелей.

Актуальной остается задача снижения объемной массы ячеистобетонных изделий, особенно в связи с повышением требований к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций. В течение 1970—1980 гг. средняя их объемная масса снизилась на 20—30 кг/м³ и составила около 700 кг/м³ по стеновым панелям (при средней прочности на сжатие 4,2 МПа), 660 кг/м³ по мелким блокам (3,8 МПа), 390 кг/м³ по теплоизоляционным плитам (1 МПа).

Возросли объемы выпуска ячеистобетонных изделий пониженной объемной массой. В 1980 г. произведено 210 тыс. м³ стеновых панелей для жилищно-гражданского строительства объемной массой ниже 650—660 кг/м³ (на 14 предприятиях), 135 тыс. м³ стеновых панелей для промзданий объемной массой около 600 кг/м³ (на 5 предприятиях), 450 тыс. м³ мелких блоков объемной массой 600 кг/м³ (на 9 предприятиях) и 750 тыс. м³ теплоизоляционных плит марки А плотностью 350 кг/м³ (на 11 предприятиях). Расчеты показывают, что снижение объемной массы ячеистобетонных стеновых панелей и блоков на одну марку (100 кг/м³) обеспечивает годовой экономический эффект в сумме 0,3—0,5 р. на 1 м² (при той же толщине стен). Расход топлива на обогрев зданий в центральных районах страны снижается на 3 кг усл. ед. на 1 м² стены в год.

Одним из путей снижения материалоемкости ячеистого бетона является расширенное применение известково-цементного смешанного вяжущего, использование зол ТЭС и шлаков. За последние 10 лет доля выпуска ячеистого бетона только на цементе снизилась в общем выпуске таких бетонов на 15%, а удельный вес их на смешанном вяжущем увеличился на 14%, на сланцезольном вяжущем — на 2%.

От общего объема ячеистых бетонов 33,4% было произведено на цементно-известковом вяжущем (содержание цемента в вяжущем более 50%), 23% — на известково-цементном (содержание цемента менее 50%); 14,8% — на известково-цементно-шлаковом, известково-цементно-зольном и известково-зольном; 13,8% на извести; 7,7% на цементе и 7,3% на сланцезольном вяжущем.

При выпуске ячеистых бетонов появилась возможность дополнительно использовать отходы промышленности. В 1980 г. на 14 предприятиях с применением зол ТЭС и шлаков выпущено 1,4 млн. м³ изделий из автоклавных ячеистых бетонов (25% общего объема производства), в том числе 0,44 млн. м³ панелей стен и покрытий. С использованием сланцевой золы произведено 0,42 млн. м³, на каменноугольных золах — 0,19 млн. м³ и золах бурых углей — 0,1 млн. м³; с добавкой шлака выпущено 0,66 млн. м³ ячеистобетонных изделий. При этом использовано 204 тыс. т сланцевой золы, 56 тыс. т каменноугольных зол, 40 тыс. т зол бурых углей и 16 тыс. т шлака. Применение этих отходов позволило сэкономить около 60 тыс. т цемента и 65 тыс. т извести.

В нынешней пятилетке большое внимание будет уделено техническому перевооружению предприятий. План перевооружения и реконструкции предприятий по производству изделий из ячеистых бетонов Минстройматериалов СССР, разработанный с участием НИПИсиликатобетона, предусматривает повышение технического уровня и механизации производства на 20 из них с увеличением мощности на 0,6 млн. м³ изделий в год. Предусматриваются установка 24 комплектов резательного оборудования, 10 линий для отделки и 6 линий для укрупнительной сборки и отделки панелей, установка 20—25 комплектов дозировочного, смесеприготовительного, ударно-формовочного и другого оборудования. Экономический эффект от внедрения мероприятий составит 6,2 млн. р. в год; окупаемость затрат — 3,4 года.

Перечисленные мероприятия не исчерпывают всех резервов интенсификации производства и повышения эффективности и качества изделий из ячеистого бетона. Необходимо мобилизовать все усилия, чтобы одиннадцатая пятилетка стала крупным шагом в дальнейшем переходе народного хозяйства на рельсы интенсивного развития.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:666.973.5.002.237

А. Т. БАРАНОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Улучшение свойств ячеистого бетона

Производство изделий из автоклавного конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного ячеистого бетонов составляет в нашей стране около 6 млн. м³ в год.

Анализ показателей плотности и прочности на сжатие ячеистого бетона позволяет отметить, что при плотности 700 кг/м³ практически на всех предприятиях выпускают его марки М35, что соответствует требованию норм. На отдельных заводах при той же плотности получают бетон более высокой прочности, поэтому там появляется возможность получить марку М35 при плотности не 700, а 600 кг/м³. К сожалению, таких заводов еще мало, хотя в современных условиях необходимость изготавливать ячеистый бетон более низкой плотности обусловлена требованием повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций, в том числе и из ячеистого бетона. Кроме улучшения теплозащитных свойств снижение плотности ячеистого бетона позволяет снизить массу конструкций и экономить сырье, что является важной народнохозяйственной задачей.

Надежным путем улучшения физико-механических свойств ячеистого бетона является получение от поставщиков вяжущего, кремнеземистого компонента и необходимых добавок (порообразователей, регуляторов схватывания, пластификаторов), удовлетворяющих всем требованиям СН 277-80.

Применяемый портландцемент в качестве минеральной добавки должен содержать в оптимальных количествах доменный гранулированный шлак, а клинкерная часть цемента не должна содержать более 6% трехкальциевого алюмината. Активность портландцемента не должна быть ниже марки М300, а дисперсность составлять 3000 см²/г. Известь молотая, негашеная должна содержать CaO+MgO не менее 70%. Медленно гидратирующейся части в виде «пережога» должно быть не более 2%. Дисперсность молотой извести — 5000 см²/г.

Для получения высоких показателей по прочности и долговечности наиболее рационально использовать смешанное цементно-известковое вяжущее в соотношении 60% цемента и 40% извести (по массе) или же применять известково-белитовое вяжущее.

Основными видами кремнеземистого компонента, позволяющего резко повысить прочность автоклавного ячеистого бетона, являются молотый кварцевый песок и дисперсная зола-унос, получаемая от сжигания каменного угля.

Прочностные показатели ячеистого бетона обусловлены высоким содержанием кварца в песке, его достаточно высокой удельной поверхностью и отсутствием глинистых примесей. Зола-унос должна содержать достаточное количество окиси кремния, стекловидной фазы, обладать умеренной водопотребностью, малым количеством несгоревшего угля, определенной дисперсностью и однородностью свойств.

Как известно, главными факторами, определяющими прочностные свойства ячеистого бетона и его стойкость к воздействиям окружающей внешней среды, являются состав межпустотного материала, его дефектность и качество макропористой структуры при заданной плотности. В свою очередь на состав межпустотного материала существенное влияние оказывает качество исходного минерального сырья, о котором сказано выше, и соотношение компонентов смеси из этого сырья С.

Величину С для данных материалов обычно устанавливают опытным путем, проводя большое количество экспериментов для получения ячеистого бетона максимальной прочности при наиболее экономичном расходе вяжущего. Если учесть, что на прочность влияет большое количество факторов, установление наиболее выгодного состава является сложной и длительной операцией.

Нами предложен расчетный метод подбора состава *С* для известково-песчаной, цементно-песчаной и известково-цементно-песчаной смесей, наиболее широко применяемых в практике работы заводов автоклавного ячеистого бетона.

Ниже приведены формулы, позволяющие рассчитать состав исходной смеси *С* для ячеистого бетона:

на основе извести и песка

$$C_x = \frac{\text{П}}{\text{И}} = \frac{x O_c}{y P_x},$$

где П — масса песка; И — масса извести; x — содержание CaO в извести, доли от единицы; y — содержание SiO_2 в песке, доли от единицы; P_x — доля песка, вступившего в соединение с CaO извести; O_c — коэффициент, учитывающий молекулярное отношение CaO/SiO_2 в гидросиликате;

на основе цемента и песка

$$C_z = \frac{\text{П}}{\text{Ц}} = \frac{z O_c}{y P_z},$$

где Ц — масса цемента; z — доля цемента, участвующего в реакции с SiO_2; P_z — доля песка, вступившего в соединение с цементом (т. е. с продуктами его гидратации);

на основе смешанного вяжущего и песка

$$C_y = \frac{\text{П}}{\text{И}+\text{Ц}} = \frac{[(z n + x (1-n)] O_c}{y [P_z n + P_x (1-n])},$$

где n — доля цемента или извести в известково-цементном (смешанном) вяжущем.

Необходимо отметить, что приведенные выше формулы для определения оптимального отношения песка к вяжущему при изготовлении автоклавного ячеистого бетона не претендуют на очень высокую точность, так как не учитывают, что в реальных условиях песок кроме SiO_2, а известь кроме CaO содержат в своем составе и другие соединения. Так, в песке обычно находится небольшое количество Al_2O_3 и Fe_2O_3, а в извести MgO, $CaCO_3$ и $MgCO_3$. Если карбонаты кальция и магния, а также полуторный окисел железа следует отнести к примесям, которые в этих условиях, вероятно, не вступают в реакцию, то Al_2O_3 и MgO могут участвовать в реакциях. Однако предложенный расчет в достаточной мере отвечает практической задаче при малом проценте этих соединений в исходном сырье.

Сопоставление данных, полученных расчетным путем, с фактическими данными показало их хорошую сходимость для известково-песчаной смеси.

Расчетные формулы основываются на получении низкоосновных гидросиликатов кальция, обеспечивающих ячеистому бетону высокую прочность. Однако, применяя соответствующие коэффициенты, можно в принципе произвести расчет

Удельная поверхность молотого песка, применяемого для изготовления известково-песчаных и цементно-песчаных смесей, см²/г	Активность смеси по CaO (%) и состав цементно-песчаной смеси *С*	Количество SiO_2 в долях от единицы *P*, полученное в зависимости от давления, МПа, и времени изотермического прогрева, ч				
		0,4/4	0,4/12	0,8/12	1,2/4	1,2/12
1000	15 20	0,115 0,122	0,198 0,191	0,24 0,233	0,2 0,244	0,197 0,299
2000	20	0,157	0,252	0,285	0,24	0,267
3000	20 28	0,157 0,168	0,294 0,171	0,237 0,254	0,268 0,33	0,279 0,396
4000	20 35	0,192 0,179	0,253 0,263	— —	— 0,33	— 0,353
1000	1	0,049	0,104	0,152	—	0,189
4000	1	0,12	0,151	0,176	—	0,149

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

соотношения исходных компонентов для гидросиликатов другой основности. Что касается величины P, то она получена из опытов с автоклавным бетоном 50 составов, отличающихся продолжительностью обработки при разном давлении пара в автоклаве, разной удельной поверхностью песка, на двух видах вяжущего — извести и цементе.

Значения P, представляющие количество SiO_2 песка, вступившее в реакцию с CaO извести, приведены в таблице.

Если состав межпустотного материала обусловлен в первую очередь соотношением исходных компонентов смеси и условиями твердения, то качество макропористой структуры обусловлено реологическими свойствами растворной смеси, которые позволяют предвидеть ход процесса газообразования и структурообразования, и тем самым обеспечить качество макропористой структуры. В этой связи следует подчеркнуть важность получения качественной макропористой структуры любым технологическим приемом, в том числе применением комплексной вибрации или использования в технологии ячеистого бетона добавок суперпластификатора. Что касается дефектности межпоровых перегородок, то она обусловлена свойствами исходного сырья, а также условиями и режимом автоклавной обработки. Хотя дефектность межпорового материала сказывается главным образом на прочности при растяжении, а не при осевом сжатии, она оказывает отрицательное влияние на стойкость бетона.

Кроме рассмотренных факторов, оказывающих значительное влияние на физико-механические показатели автоклавного ячеистого бетона, имеются такие технологические приемы, как гомогенизация смеси, микрогранулометрия исходного сырья, применение качественных порообразователей и добавок, регулирующих процесс структурообразования.

Вышедшая в свет новая Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона (СН 277-80) регламентирует основные технологические параметры, строгое выполнение которых обеспечивает получение высоких физико-механических показателей свойств бетона.

УДК 691.327:666.973.5

К. Э. ГОРЯЙНОВ, А. Н. СЧАСТНЫЙ, доктора техн. наук (ВЗИСИ);
В. Б. КОНОВАЛОВ, Р. И. ЧАНЫШЕВА, инженеры (трест Донецксельстрой)

Неавтоклавные ячеистые бетоны с керамзитовым гравием и золошлаковой смесью

Неавтоклавные ячеистые бетоны получили широкое распространение в жилищном и промышленном строительстве. В табл. 1 приведены средние данные по внедренным за последние годы автоклавным и неавтоклавным ячеистым бетонам. По существующей технологии получают керамзитогазобетон с высоким расходом цемента (300—330 кг/м³), коэффициентом эффективности использования цемента $A_{э.ц}$ от 0,015 до 0,024 МПа на 1 кг цемента и коэффициентом конструктивного качества $A_{к.к}$ от 32,8 до 88. Прессование ячеистобетонной массы с пористым заполнителем позволяет повысить $A_{э.ц}$ для ячеистого автоклавного бетона до 0,04—0,064.

На донецком заводе «Стройдеталь» в опытном порядке в 1980 г. изготовляли фрагменты наружного стенового блока размером 0,8×0,2×0,4 м. Необходимая для заполнения форм бетонная смесь с осадкой конуса 1—2 см содержала на 1 м³ изделия 220 кг портландцемента Амвросиевского завода марки 500; 525 кг керамзита Керченского завода объемной массой 452 кг/м³ (фракции 10 мм, марка гравия — 450, прочность при сжатии в цилиндре — 1,6 МПа, объем межзерновых пустот 43,5%, объемная масса зерен 0,756 т/см³); 180 кг золошлаковой смеси Кураховской ГРЭС; 0,1 кг ПАП-1; 0,9% массы цемента разжижителя С-4 и 178 л воды.

После укладки смеси в форму через 8 мин ее уплотняли на виброплощадке Б-2 при частоте 46 Гц и амплитуде 0,25—0,3 мм в течение 3—5 мин, а затем подвергали двукратному прессованию в специальном устройстве в течение 10 мин при удельном давлении 0,1 МПа. После прессования форму с бетонной смесью портальным краном доставляли к рециркуляционным камерам, оборудованным теплогенераторами ТОК-2 и ТОБ-000 и в них бетон подвергали тепловлажностной обработке по режиму: 2+6+3 ч при температуре изотермического прогрева 110—120°С. При этом периодически, не реже чем через 0,5 ч производили 10-минутную продувку камеры, снижающую относительную влажность среды до 4—7%. Расход природного газа составлял 12 м³ на 1 м³ изделия.

Таблица 1

Вид бетона	Расход цемента (и извести), кг/м³	Объемная масса в сухом состоянии, кг/м³	$R_{б28}$, МПа	$A_{э.ц}$	$A_{к.к}$
Автоклавный ячеистый	94+87*	640	6,9	0,028	169
Керамзитогазобетон	320	831	5	0,156	72,5
	300	1104	4	0,013	32,8
	300	965	5,5	0,019	60
Шунгизитогазобетон	320	950	4,56	0,015	50,5
Ячеистый бетон с пористым заполнителем:					
без прессования	330	800—970	8,24	0,024	88
с прессованием	220	960	13,2	0,06	143,2
	343	1090	13,8	0,04	116,5
	272	1170—1200	19	0,076	132

* Принят коэффициент 1,75 для извести.

Промышленное апробирование проходил бетон состава № 10 (табл. 2). Наилучшие показатели имели бетоны составов № 9 и 10 (табл. 3). Опыты показали, что прессование вспученной смеси под удельным давлением 0,1 МПа намного увеличивает коэффициент конструктивного качества ячеистого бетона с керамзитом и золошлаковой смесью, а

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

№ состава бетона	Расход материалов, кг на 1 м³ ячеистого бетона						
	портландцемента М 500	шлакопортландцемента М 300	керамзитового гравия	кварцевого песка	золошлаковой смеси	ПАП-1	воды
1	—	341	407	—	—	0,8	177
2	—	275	407	188	—	0,5	174
3	341	—	518	174	—	0,62	224
4	440	—	440	—	—	0,63	240
5	339	—	516	—	—	0,62	242
6	—	282	465	80	190	0,3	230
7	—	282	465	80	190	0,3	240
8	—	282	465	80	190	0,3	230
9	220	—	525	—	198	0,1	180
10	220	—	465	80	260	0,3	230

Примечания: 1. В состав № 5 вводили 100 кг/м³ кварцевого песка; в составы № 6, 7, 8, 10—20 кг/м³ негашеной извести; в составы № 8, 9, 10 — разжижитель С-4 в количестве соответственно 1,55; 7; 3,1 кг/м³.

2. Золошлаковая смесь Кураховской ГРЭС имеет объемную насыпную массу 800 кг/м³; плотность 2,15; удельную поверхность 2800 см/г; химический состав (% по массе): 45 SiO_2, 23 Al_2O_3, 14 Fe_2O_3, 3 CaO, 1,9 MgO, 3 SO_3 и 5% потерь при прокаливании.

Таблица 3

№ состава бетона	γ_0, кг/м³	$R_{сж}$, МПа	$A_{э.ц}$	$A_{к.к}$	Удельное давление прессования, МПа	Температура, °С
1	1040	10,31	0,03	95,32	0,1	90
2	1010	10,6	0,039	103,9	0,2	90
3	1089	13,2	0,039	111,3	0,3	90
4	946	10,34	0,024	115,54	0,2	90
5	1062	11,24	0,033	99,66	0,05	90
6	1000	12,57*	0,045	126	0,1	134
7	1021	13,3**	0,048	127,6	0,1	120
8	1050	14	0,05	127	0,1	120
9	961	14,1	0,064	152,7	0,1	90
10	965	14,5	0,066	155,7	0,1	90

* При выдержке перед тепловой обработкой 2 ч. Передержка до 12 ч снижает предел прочности при сжатии до 4,25 МПа.

** Без прессования предел прочности при сжатии 7,8 МПа и $A_{к.к}$ =74,82.

также позволяет получить материал с высокой степенью стереорегулярности. Подтверждена целесообразность использования попутных продуктов ГРЭС — золошлаковой смеси и возможность экономии цемента и топлива.

На донецком заводе «Стройдеталь» смонтирована и работает опытно-промышленная установка по получению наружных стеновых блоков из прессованного неавтоклавного ячеистого бетона.

УДК 691.327:666.973.5:728

В. В. КОРОВКЕВИЧ, инж. (ЛенЗНИИЭП)

Жилые дома с комплексным применением ячеистых бетонов

Одним из перспективных направлений является комплексное применение автоклавных ячеистых бетонов в жилых и общественных зданиях. Такое решение позволяет по единой технологии на одном предприятии изготовлять практически весь комплект конструкций для возведения объекта. При этом масса сооружения снижается на 30—40% в сравнении с аналогичным из традиционных материалов с конструкциями из легких бетонов на пористых заполнителях и тяжелым бетоном, что удешевляет строительство на 7—10%. Действующие заводы автоклавных ячеистых бетонов располагают значительными резервами. Так, в 1980 г. недоиспользование их мощностей составило около 2,4 млн. м³ ячеистого бетона в пересчете на выпуск мелких стеновых блоков по ГОСТ 21520—76, что позволяет организовать выпуск комплектов конструкций для жилищно-гражданского строительства.

По типовым проектам серии 126, разработанной ЛенЗНИИЭП, с комплексным применением несущих и ограждающих конструкций из автоклавного ячеистого бетона ведется строительство во многих районах страны — в ЛатвССР, Ленинградской, Калининской, Карагандинской, Павлодарской и Астраханской, Одесской областях и др. (рис. 1, 2).

Жилые дома, блок-секции и общественные здания этой серии с конструкциями из автоклавного ячеистого бетона предназначены для строительства в городах, рабочих поселках и сельской ме-

Рис. 1. 5-этажный, 7-секционный 105-квартирный жилой дом серии 126 в г. Калинине

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 2. 2—3-этажный, 4-секционный жилой дом серии 126 в пос. Вангажи ЛатвССР

стности II и III климатических районов IB и IVГ климатических подрайонов с расчетной температурой (—20)—(—40)°С.

В состав серии входят 2-, 4- и 5-этажные блок-секции (14 проектов) и 1, 2, 2—3, 4- и 5-этажные жилые дома (9 проектов), включающие в различных сочетаниях все типы квартир. Помимо этого разработаны детские сады-ясли различной вместимости, школа, универсальное административное здание.

Конструктивные решения зданий серии основаны на максимальном использовании изделий из автоклавного ячеистого бетона — наружные и внутренние несущие стены, панели междуэтажных и чердачных перекрытий, перегородки. Проекты предусматривают конструктивные варианты стен из мелких блоков ячеистого бетона и перекрытий из круглопустотных железобетонных настилов. Усредненные технико-экономические показатели для 1—5-этажных жилых домов серии в расчете на 1 м² общей приведенной площади характеризуются следующими данными: сметная стоимость 123,8 р., расход стали, приведенный к стали класса А-I, —21—30 кг, расход цемента — 0,15—0,1 т.

Номенклатура сборных конструкций по 18 проектам зданий и блок-секций в панельно-блочном варианте включает 95 марок, в том числе из ячеистого бетона — 59. В случае использования мелких блоков число сборных элементов сокращается до 74 марок.

ЛенЗНИИЭП разработана типовая серия 216 проектов индивидуальных жилых домов усадебного типа с надворными постройками из блоков ячеистого бетона в составе 19 различных жилых домов (одноэтажные, мансардные, двухэтажные) и 13 надворных построек.

Фундаменты ленточные из бутобетона или из мелких ячеистобетонных блоков со специальной гидроизоляцией, наружные и внутренние стены запроектированы из мелких ячеистобетонных блоков (ГОСТ 21520—76) или из крупных ячеистобетонных блоков высотой на этаж, шириной 600 мм, изготовляемых по резательной технологии, на машинах «Универсал-60», разработанных НИПИсиликатобетоном. Перекрытия предусмотрены из дерева, многопустотных настилов, из мелких ячеистобетонных блоков по монолитным железобетонным балкам. Перегородки предлагаются из мелких ячеистобетонных блоков, из ячеистобетонных балок на этаж шириной 600 мм, толщиной 100 мм, деревянные со штукатуркой по обрешетке или обшивкой сухой штукатуркой. Кровля во всех проектах жилых домов скатная по деревянным стропилам с обрешеткой и покрытием из волнистой асбофанеры или черепицы.

Число марок ячеистобетонных изделий на всю серию домов и надворных построек при крупноблочном варианте стен — 18. Сопоставление технико-экономических показателей трехкомнатных одноэтажных жилых домов усадебного типа приведено в таблице. Благодаря полному использованию резервов производства за пятилетку можно изготовить комплекты конструкций, необходимых для возведения 16,6 млн. м² сельского жилья. Конструкции из автоклавных бетонов ячеистой, поризованной и плотной структуры в ближайшее время должны найти применение при строительстве в районах Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера. Транспортировка в эти районы различных конструкций весьма не эффективна, и в некоторых случаях удорожает строительство в 10—15 раз. В то же время в большинстве их нет промышленных природных запасов щебня, песчано-гравийной смеси, глин нужного качества, но, как правило, имеется природный песок — основное сырье для изготовления разнообразных конструкций из автоклавных бетонов. Это позволяет рекомендовать строительство в восточных районах страны новых производственных предприятий по изготовлению комплектов конструкций для жилищно-гражданского строительства из автоклавных бетонов ячеистой, поризованной и плотной структуры.

В Якутской АССР (расчетная температура — 56°С) Айхальский завод автоклавных бетонов ведет застройку 5-этажными жилыми домами поселка «Надежный». Здания имеют наружные стены из автоклавного газосиликатобетона толщиной 360 мм, а внутренние конструкции (несущие стены, перекрытия, лестницы и т. п.) — из плотного автоклавного силикатного бетона. В течение 5 лет каких-либо дефектов не обнаружено.

В настоящее время широкое применение автоклавных бетонов на северо-востоке страны сдерживается из-за отсутствия местного производства, а также типовых проектов жилых и общественных зданий для этих районов.

У ЛенЗНИИЭП, ведущей организации в системе Госграждастроя по конструкциям из ячеистых бетонов, появились последователи. Так, КиевЗНИИЭП разработал типовую серию 144 5-этажных блок-секций и жилых домов с комплексным применением конструкций из ячеистых бетонов для строительства в УССР. Казсевсельпроект, Карагандагорсельпроект и другие институты при участии ЛенЗНИИЭП разрабатывают типовые проекты серии 126 применительно к условиям производства и строительства в своих регионах.

№ типовой серии и тип конструкции	Общая приведенная площадь дома, м²	Стоимость, р.	Общий расход бетона, м³	Расход стали, приведенный к классу А-I, кг	Трудоемкость в построечных условиях, чел.-дн.
91, панельная	94,21	162,2	0,68	22,9	3,13
84, панельная	99,9	184,2	1,07	28	2,51
93, панельная	92,42	198,1	1,6	30,9	3,89
83, панельная	88,44	162,6	0,98	24,1	2,98
16, кирпич	87,5	149,34	0,42	1,38	5,42
16, кирпич	87,5	142,18	0,34	3,93	5,29
Деревянный брус	88,84	174,58	0,33	0,5	6,36
Деревянные панели	87,46	141,45	0,25	2,95	3,12
115, арболит	89,28	140,71	0,25	14	3,76
Виброкирпичные панели	87,9	139,46	0,53	24,7	3,3
17, крупные легкобетонные блоки	70,59	147	0,96	111	3,48
216, ячеистобетонные блоки	78,93	119,06	0,86	3,17	4,1

Примечание. Стоимость, расход материалов и трудоемкость даны на 1 м² общей приведенной площади.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.057.12-412:691.327:666.973.5

В. И. БОЧКОВ, канд. техн. наук (ДСК-3, Ленинград);
В. А. ПАРМЕНОВ, канд. техн. наук (Проектно-строительное объединение КПД, Ленинград)

Поточное строительство домов с конструкциями из ячеистых бетонов

Проектно-строительное объединение крупнопанельного домостроения Главленинградстроя освоило строительство домов серий ЛГ-600 и 137ГБ с применением конструкций из ячеистого бетона. Впервые в отечественной практике производство таких конструкций по прогрессивной резательной технологии внедрено на Автовском ДСК-3 в 1971 г. Этому предшествовали научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы, проведенные ДСК-3 совместно с НИИЖБ и другими организациями. В результате был разработан состав газобетона, обладающий повышенной устойчивостью, предложена оптимальная схема производства, изготовлено технологическое оборудование, система автоматики и т. д. Это позволило коллективу ДСК-3 освоить формование массива высотой до 1600 мм с последующей его разрезкой на элементы различных типоразмеров и механической обработкой заготовок на фрезеровальных установках после ТВО. Размеры массива определяли исходя из архитектурно-строительных требований с учетом возможности выпуска изделий широкой номенклатуры.

Для унификации формовочной оснастки резательных машин размер однотипного поддона с учетом диаметров используемых автоклавов принят 6610×1680 мм, а высота бортовой оснастки 1600 мм. Шаг вертикальной продольной разрезки изделий 80 мм позволил изготавливать изделия толщиной 80, 160, 240 и 320 мм, а шаг установок для вертикальной поперечной и горизонтальной разрезки 10 мм. Такие конструктивные решения дали возможность наладить выпуск изделий различной номенклатуры для домов серии ЛГ-600.

Рис. 1. Линия формования и разрезки крупных массивов газобетона на ДСК-3

Внедрение резательной технологии при производстве газобетона позволило повысить точность изготовления изделий (рис. 1). Если раньше погрешность размеров определялась деформациями формовой оснастки, степенью ее изношенности, качеством срезки «горбуши» (5—20 мм), то при разрезке массива струнами она не превышает 5 мм. Снижение удельного расхода материалов на 1 м³ газобетона достигается благодаря сокращению расхода арматурной стали в результате формования изделий в положении, исключающем монтажно-транспортные нагрузки.

Изготовление в однотипной унифицированной форме одновременно группы изделий, на что раньше требовалось 7 и более индивидуальных форм, снизило трудоемкость подготовительных и формовочных операций. Совершенствование технологии производства изделий и расширение их номенклатуры в условиях действующего предприятия требует решения крупных научных и технических проблем, связанных с приготовлением

Рис. 2. Дома серии ЛГ-600, сооружаемые Автовским ДСК-3

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

больших объемов сырьевой смеси, армированием изделий, обеспечением однородности свойств массива и т. д. В настоящее время по резательной технологии выпускают простеночные блоки, блоки утепления лестничных клеток и мелкие теплоизоляционные блоки для утепления кровли.

ДСК-3 до 1978 г. возводил дома только серии ЛГ-600, в которых применялась ленточная разновысокая разрезка фасадов, с опиранием газобетонных блоков по всей длине на кант перекрытия в уровне этажа. В настоящее время освоено строительство домов из типовых блок-секций разной протяженности и конфигурации в плане, позволяющих максимально использовать особенности рельефа и разнообразить фасады. Так, комбинатом построены дома с блок-секциями, имеющими поворот на 135 и 150°, с прямыми углами и сдвижками. В Ленинграде начата застройка экспериментального квартала в Сосновой Поляне домами типа «трехлистник» с разноэтажными блок-секциями (9—12—15 этажей) (рис. 2).

Дальнейшему распространению газобетона в значительной мере препятствовала система, при которой ДСК-3 изготовлял номенклатуру изделий, необходимых для строительства домов только серии ЛГ-600. Проектно-строительное объединение провело работу по специализации производственных баз. Это позволило применить газобетонные ограждающие конструкции при строительстве домов усовершенствованной серии 137 без изменения технологического процесса.

Автовским ДСК-3 с 1971 г. построено домов серии ЛГ-600 и 137ГБ более 4,5 млн. м² полезной площади (рис. 3). В 1971—1979 гг. сооружено 3 дома серии ЛГ-600 в Гданьске, 15 в Щецине, 5 в Полице, 4 в Свиноустье (ПНР). В настоящее время широко используются газобетонные ограждающие конструкции для строительства зданий в Ленинградской области и в отдаленных районах СССР.

Рис. 3. Дом серии 137ГБ с газобетонными стеновыми панелями на внутреннем каркасе серии 137

С 1979 г. Автовский ДСК-3 отправляет продукцию в Уренгой для сооружения жилых домов с толщиной газобетонных стен 32 см. Продолжая возведение многоэтажных жилых домов серий ЛГ-600 и 137ГБ с наружными стенами из газобетона, коллектив ДСК-3 работает над проблемами технологической специализации производства, повышения его гибкости, совершенствования архитектурно-планировочных решений зданий, повышения степени заводской готовности изделий, разработки новых способов отделки газобетона, расширения сферы его применения и т. д. Увеличение выпуска изделий из газобетона, изготовленного по резательной технологии, позволит успешно решать поставленные задачи, направленные на всемерное повышение качества продукции и эффективности производства.

УДК 691.327:666.973.5-46-412

Я. М. ПАПЛАВСКИС, канд. техн. наук (НИПИсиликатобетон);
Ж. Б. СОЛОВЕЙ, А. И. ФИНГРУТ, инженеры (ЛенЗНИИЭП); Р. ЛЕПП, архит. (НИПИсиликатобетон)

Объемные блоки из ячеистых бетонов

Сотрудники ЛенЗНИИЭП разработали в 1972—1974 гг. конструкцию замкнутых блок-комнат из ячеистого бетона для монтажа железнодорожных стрелочных и переездных постов и жилых домов высотой до 5 этажей. Объемный блок собирали из плоских элементов максимальным размером 4,2×0,9 м. Элементы для несущих продольных стен пола, потолка и перегородок толщиной 12 см формовали из бетона объемной массой 900 кг/м³, марки М75, а для наружных стен толщиной 30 см — из бетона объемной массой 700 кг/м³, марки М35. Все элементы изготавливали в индивидуальных формах.

Такие блоки размером 3×3×4,35 м, оборудованные оконными и дверными проемами, выдержали испытания на транспортные и монтажные нагрузки. В начале процесса сборки объемного блока монтировали плиты пола, устанавливали объемный кондуктор и на него навешивали панели стен. После полимеризации в стыках элементов клеевой композиции (на основе смолы ДФК-9 по составу, разработанному НИПИсиликатобетоном) извлекали кондуктор и монтировали плиты потолка. Далее производилось обжатие клеевых швов с помощью металлических тяжей, пропущенных через вертикальные каналы стеновых элементов и отверстия в плитах пола и потолка. Заключительными операциями являлись сверление гнезд для шпилек в стыках стен и потолка и установка этих шпилек на клею.

В 1975—1978 гг. в ЛенЗНИИЭП были разработаны конструкции объемных блоков из ячеистого бетона высотой 2,94 м, шириной 3,6 и длиной 6 м. Такие блоки были изготовлены в НИПИси-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ликатобетоне и испытаны на статические, транспортные (рис. 1) и монтажные нагрузки, а также на огнестойкость. Были также разработаны рекомендации по технологии изготовления исходных элементов, выбору клеев и технологии сборки объемных блоков, их транспортированию и монтажу. Выполнены технико-экономические расчеты и исследованы вопросы архитектурного решения жилых домов из объемных блоков, разработана номенклатура составных блок-комнат.

В результате проведенных сотрудниками ЛенЗНИИЭП и НИПИсиликатобетона работ установлено следующее. Для строительства 1—5-этажных жилых домов и малых служебно-технических зданий возможно и целесообразно изготовление объемных блоков с комплексным применением ячеистых бетонов. Экономический анализ показал, что здания из таких блоков несколько дороже, чем из крупных панелей из того же материала. Однако трудоемкость на строительной площадке сокращается в 3—4 раза, что при производстве работ в суровых климатических условиях может оказаться решающим фактором. Сравнительно небольшая номенклатура исходных плоских элементов позволяет получить большое количество типоразмеров ячеистобетонных объемных блоков.

Несущие и ограждающие конструкции и перегородки сборных объемных блок-комнат могут быть изготовлены из ячеистого бетона марок М25—М100; $\gamma = 600$ —1000 кг/м³ и толщиной 100—350 мм по кассетной и резательной технологии. Получение армированных изделий с лучшими технико-экономическими показателями обеспечивается по вертикальной резательной технологии. Например, допускаемые отклонения геометрических размеров по длине изделия составляют ± 5 мм, по ширине и толщине +3, —2 мм. Могут быть получены изделия с каналами, пазами, фасками, с профилем граней различной конфигурации.

Специфика вертикальной резательной технологии (ограничение ширины размером 650 мм с перспективой увеличения в ближайшие годы до 900 мм, сложность изготовления изделий с закладными деталями и одновременно возможность получения их высокопрочными, с четвертями, фасками, вырезами, образованными в доавтоклавный период) в значительной степени определяет конструкцию объемного блока. Стены блока должны иметь 3—4-рядную горизонтальную разрезку, пол и потолок состоят из нескольких элементов. Для перегородок предпочтительна вертикальная разрезка. Соединение исходных элементов в объемный блок должно осуществляться с помощью металлических тяжей, размещенных в каналах несущих стен и проходящих через панели пола и потолка, металлических вклеенных и забиваемых нагелей, инвентарных металлических связей и клеевых швов.

Для повышения трещиностойкости стен и обеспечения требуемого обжатия клеевых швов завертывание гаек тяжей должно выполняться тарированными гайковертами. Сборка объемных блоков может выполняться путем последовательного монтажа исходных армированных изделий с применением объемного кондуктора (монтаж «россыпью»), а также из предварительно изготовленных на линии укрупнительной сборки составных («на комнату») панелей стен, пола, потолка и перегородок. Разработанная в институте НИПИсиликатобетон линия укрупнительной сборки была использована для изготовления составных панелей стен объемных блок-комнат. Максимальный размер панелей, которые можно собирать на линии, составляет 7,2 м (длина), 3 м (ширина) и 3 м (толщина).

Рис. 1. Транспортировка ячеистобетонного составного объемного блока на стройплощадку

Рис. 2. Жилой дом из ячеистобетонных составных блок-комнат в процессе монтажа

В настоящее время в пригороде Таллина заканчивается строительство объемно-блочного 2-этажного жилого дома (рис. 2). Здесь будут проведены эксплуатационные испытания и определена действительная величина звукоизоляции стен и перекрытий.

Для внедрения ячеистобетонных объемных блоков в строительство требуется наладить массовое производство тонкостенных армированных ячеистобетонных элементов, максимально механизировать сборку блок-комнат, снизить стоимость работ. В ближайшее время технически возможно внедрение описанного опыта при возведении малых служебно-технических зданий для транспортного строительства, потребность в которых исчисляется тысячами.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Я. М. БЕЛКИН, канд. техн. наук; З. М. ХАИМСКИЙ, инж. (ВНИИстром)

Оптимальные режимы автоклавной обработки ячеистого бетона

Оптимальные режимы автоклавной обработки изделий из газобетона и газосиликата должны в минимально возможные сроки обеспечить практически полное связывание извести в гидросиликаты кальция.

Продолжительность цикла автоклавной обработки изделий при принятой длительности периодов подъема и снижения температуры (давления) среды определяется сроками их нагрева до установленной максимальной температуры автоклавной обработки и временем, необходимым для связывания оставшейся после этого свободной извести в гидросиликаты кальция. Взаимодействие вяжущего с кремнеземом в газобетоне и газосиликате на кварцевом песке при температуре 175—191°С (избыточном давлении 0,8—1,2 МПа) происходит весьма энергично, и сроки твердения бетона при этих температурах не превышают 4—5 ч. Время же нагрева изделий, как показали исследования последних лет, при данной конфигурации и размерах, зависит от механизма внутреннего теплообмена в бетоне и изменяется в весьма широких пределах (от нуля до 15—20 ч). Соответственно изменяется и общая продолжительность изотермического периода.

Внутренний теплообмен может происходить в результате молекулярного и молярного тепломассопереноса. Первый процесс обусловлен молекулярно-кинетическими явлениями и протекает весьма медленно, а второй обусловлен инфильтрацией пара в глубинные слои изделия и обеспечивает их быстрый нагрев. Движущей силой процесса внутреннего теплообмена в последнем случае является градиент общего давления в изделии. При соизмеримых молекулярных и молярных потоках имеет место смешанный тепломассоперенос, при котором нагрев изделий происходит несколько интенсивнее, чем при молекулярном тепломассопереносе, но значительно медленнее, чем при молярном.

Приоритет в разработке эффективных режимов с высокоинтенсивным нагревом изделий принадлежит Советскому Союзу[1], в их отработке и внедрении помимо ВНИИстрома участвовали НИИ строительства Госстроя ЭССР[2], НИПИсиликатобетон, Рижский политехнический институт и др. организации. В течение длительного времени эти режимы используются рядом заводов (Автовский, Белгород-Днестровский экспериментальный завод ячеистого бетона, Гродненский и Нарвский комбинаты строительных материалов, Рижский ЖБК, Старооскольский завод силикатных стеновых материалов и др.).

Основным препятствием к протеканию молярного тепломассопереноса является воздух в порах ячеистого бетона, который при повышении в автоклаве давления сжимается до давления среды, вследствие чего перепад давлений, необходимый для поступления теплоносителя в глубинные слои изделия, становится равным нулю, и молярный перенос прекращается. Поэтому, во-первых, необходимо, чтобы количество воздуха, содержащегося в порах бетона перед автоклавной обработкой, было минимальным и, во-вторых, чтобы находящийся в автоклаве воздух был удален и не нагнетался в поры бетона вместе с паром, так как при этом перепад общего давления между средой и изделием, являющийся движущей силой молярного переноса, снижается до нуля.

Количество воздуха, содержащегося в порах бетона перед началом автоклавной обработки, при данной объемной массе бетона и данном водотвердом отношении однозначно определяется температурой бетона и существенно зависит от нее. С повышением температуры бетона содержание воздуха в порах снижается, и, как показывает опыт, при температуре в центральной зоне изделий, близкой к 70°С, его количество таково, что он не препятствует протеканию молярного переноса практически во всем объеме изделия, а перепады температуры по сечению при этом не превышают нескольких градусов.

Для выполнения второго требования, т. е. удаления воздуха из автоклава, его сообщают перед пуском с атмосферой и продувают паром до достижения температуры 101—103°С. Продувка может контролироваться сопоставлением показаний термопары и манометра: при отсутствии в автоклаве воздуха температура среды должна быть равна температуре насыщенного пара при фактическом давлении в автоклаве. Практически продувка продолжается 30—40 мин, расход пара на продувку, как показали прямые определения (путем конденсации), незначителен и составляет, в зависимости от коэффициента заполнения автоклава, 3—5 кг пара на 1 м³ изделий.

При обеспечении указанных выше условий режимы с молярным переносом могут использоваться при обработке массивов любой практически возможной высоты и любой их разрезки (даже при ее отсутствии). Это подтверждает, например, многолетний опыт успешного их применения на указанных предприятиях при изготовлении массивов высотой до 1,5 м с вертикальной и горизонтальной разрезкой. Нагрев массивов при этом заканчивается одновременно с окончанием подъема температуры среды.

Продолжительность изотермического периода при данных режимах обусловлена только сроками связывания извести в гидросиликаты кальция, которые зависят от температуры твердения и минералогического состава песка, и при принятой в промышленности тонкости помола песка составляют: при кварцевом песке и температуре твердения 175°С — 4—6 ч, а при температуре 191°С — 3—6 ч, при кварцевом песке соответственно 9—10 и 6—8 ч. Цикл автоклавной обработки при этом на 5—14 ч короче (в зависимости от схемы разрезки массивов), чем при режиме с молекулярным переносом. Указанные продолжительности изотермического периода, а также приведенные ниже при режимах с молекулярным переносом являются ориентировочными и должны уточняться в каждом конкретном случае. Для контроля завершения твердения бетона целесообразно использовать кондуктометрический метод, при котором момент завершения твердения устанавливается по относительному изменению электрического сопротивления бетона в центральной зоне изделия в процессе автоклавной обработки и соответствует стабилизации сопротивления.

Изделия, изготовляемые в индивидуальных формах, быстро охлаждаются и в большинстве случаев имеют относительно низкую начальную температуру, при которой содержание воздуха в порах бетона повышенное. При этом молекулярный перенос происходит лишь в верхней части изделия, а нижняя его часть, куда воздух вытеснен паром, нагревается путем молекулярного переноса. К началу изотермического периода перепад давления между средой и газовой фазой в порах бетона становится равным нулю, молярный перенос прекращается, температура наиболее нагретой части изделия снижается в результате оттока тепла в менее нагретую часть, и дальнейший нагрев изделия происходит за счет молекулярного тепломассопереноса. Автоклавная обработка таких изделий может производиться либо по режимам с молекулярным переносом, при которых изотермический период удлинен, либо по режимам с предварительным нагревом изделий в автоклаве до 70°С, обеспечивающим последующий интенсивный нагрев за счет молярного переноса.

Ориентировочная продолжительность изотермического периода при режимах с молекулярным переносом, температуре 191°С и использовании кварцевого песка составляет 5—6 ч для панелей толщиной 20 см и 8—9 ч для панелей толщиной 30 см, при кварцево-полевошпатовом песке — соответственно 8—9 и 11—12 ч; в случае обработки при температуре 175°С продолжительность увеличивается

---

[1] А. с. № 309597. Способ гидротермальной обработки изделий из ячеистого бетона. Я. М. Белкин и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1972, № 24.

[2] Эйнре А. Х., Оямаа Э. Г., Кивисельг Ф. П. Интенсификация прогрева крупных панелей из сланцезольного газобетона при автоклавной обработке. Сб. НИИ строительства Госстроя ЭССР «Исследования по строительству», вып. VI. Таллин, 1966.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

примерно на 1 ч при кварцевом песке и на 3 ч при кварцево-полевошпатовом.

Предварительный нагрев изделий до температуры в центральной зоне 68—70°С производится в автоклаве, сообщающемся с атмосферой, при температуре среды в нем 101—103°С, после чего автоклав отключается от атмосферы, и подъем температуры продолжается. Время предварительного нагрева определяется опытным путем: обычно оно составляет 1—1,5 ч. Продолжительность изотермического периода принимается как для режимов с молярным переносом.

В настоящее время ВНИИстромом производится промышленная проверка предложенных институтом режимов автоклавной обработки изделий с низкой начальной температурой, основанных на удалении части содержащегося в порах воздуха путем промежуточного снижения давления в начальный период обработки, что при положительных результатах проверки позволит производить обработку по режимам с молярным переносом без предварительного нагрева.

Повышение и снижение температуры среды следует осуществлять равномерно во времени, продолжительность этих периодов может быть минимальной (1,5—2 ч).

Согласно тепловому балансу, расход тепла на автоклавную обработку изделий в индивидуальных формах по режимам с молекулярным переносом составляет $6{,}3 \cdot 10^5$ кДж/м³ изделий и на обработку массивов по режимам с молярным переносом $5{,}5 \cdot 10^5$ кДж/м³.

Имеется возможность существенно снизить послеавтоклавную влажность изделий и улучшить их теплозащитные характеристики, а также равномерно охладить и тем самым предотвратить образование дефектов при выгрузке горячих изделий из автоклава путем их сушки и охлаждения по способу ВНИИстрома[3]. Способ основан на создании в автоклаве после сброса давления до атмосферного относительно глубокого вакуума (остаточное давление 20—30 мм рт. ст.). Установка для сушки состоит из теплообменника (конденсатора) и пароэжекторного вакуум-насоса и может обслуживать поочередно 3—5 автоклавов; процесс может осуществляться в автоклавах диаметром 3,6 м, другие автоклавы не обладают необходимой устойчивостью при указанном вакууме. Сушка происходит за счет аккумулированного изделиями тепла, т. е. без их нагревания.

Влажность изделий при этом снижается на 8—10% (абсолютных), а температура выгружаемых из автоклава изделий составляет 30—35°С вместо обычных 100°С. Сушка и охлаждение происходят равномерно во всем объеме изделия. Продолжительность процесса 1,5—2 ч; расход воды (оборотной) 1,5—2 м³ на 1 м³ изделий. В результате сушки и охлаждения коэффициент теплопроводности отпускаемых с завода изделий снижается на 20—25%, отпускная прочность повышается примерно на 10%, снижается брак при производстве изделий.

[3] А. с. № 679402. Я. М. Белкин и др. «Способ принудительного охлаждения и сушки изделий из ячеистого бетона. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1979, № 30,

УДК 691.327:666.973.6:022-413

Г. И. КНИГИНА, д-р техн. наук, проф. (Новосибирский инженерно-строительный ин-т)

Прогнозирование деструкций в газобетонных стеновых панелях

Для газобетонных панелей ограждающих конструкций зданий, особенно для стен, необходима гидрофобная защита от атмосферных воздействий или фасадная отделка, совмещающая декоративные и защитные функции.

В отечественном крупнопанельном домостроении используются традиционные виды отделки — мозаичные стеклянные и керамические плитки, насыпка минеральной, чаще всего мраморной крошки и окраска полимерными красками и лаками. Однако ни один из них нельзя считать совершенным, поскольку такие свойства отделочных материалов, как пористость и влагопроницаемость настолько отличны от газобетона, что под их слоем неминуемо возникают градиенты по влажности и по плотности в результате карбонизации. Длительное существование и изменение перепадов приводит к деструкции — трещинообразованию в панели и отслоению отделочного слоя, а также к общему снижению физико-механических свойств материала. Чем более континентальный климат в районе постройки, тем быстрее обнаруживаются признаки деструкции. В строительной метрологии не применяют лабораторное или натурное исследование системы «панель — отделка». Однако такие методы существуют, они заимствованы из термохимии. Наиболее распространенной является дифференциальная микрокалориметрия, позволяющая прецизионно определять теплоты смачивания H в полярных ($Q_п$) и неполярных ($Q_{н.п}$) жидкостях, и по их изменению судить о стабильности фазового состава и возможности проявления деструкции [1]. Газобетон в этом отношении наиболее сложный для моделирования и исследования строительный материал.

В Новосибирском инженерно-строительном институте с 1960 г. изучали долговечность газобетонных панелей, контролируя физико-механические свойства газобетона традиционными циклическими испытаниями и методом дифференциальной микрокалориметрии (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что через два года у газобетонных образцов более чем в 3 раза снижается теплота смачивания, причем вид отделки почти не влияет на его степень. Под всеми покрытиями, в том числе и под слоем гидрофобной защиты, газобетон ведет себя вполне надежно. Все лабораторные образцы выдержали 25 циклов замораживания и оттаивания без видимых дефектов и с допустимой потерей массы. После 12—19 лет эксплуатации наблюдается снижение теплоты смачивания, которое практически не зависит от вида фасадной отделки. Следовательно, уже через два года фазовый состав газобетона стабилизируется, а в стене эти процессы продолжаются и к возрасту 15—20 лет в газобетоне нет свободной извести — при ее наличии теплота смачивания должна была бы иметь более высокие значения. Все вяжущие вещества в газобетоне перешли в алюмогидросиликаты, гидросиликаты и карбонаты, что подтверждается дифрактометрией.

В Новосибирске с 1974 г. изготовляются опытные стеновые газобетонные панели, отделанные рельефным тиснением, заключающимся в выдавливании глубокого орнамента на поверхности с последующей окраской кремнийорганическими лаками и эмалями или поливинилацетатной эмульсией с пигментом [2]. Неравномерная плотность структуры поверхности панелей при этом требовала особо тщательной проверки возможности возникновения деструкции, несмотря на полную бездефектность продукции. Из панелей, находящихся в стене около года, были взяты по три образца с разных участков (табл. 2). При этом определили коэффициент гидрофильности β по формуле [3]:

$$\beta = \frac{Q_п}{Q_{н.п}}.$$

Из табл. 2 следует отсутствие близости деструкции. Теплоты смачивания водой наружного слоя отделки и особенно посередине панели находятся в пределах свежеизготовленного газобетона, а β снижается к внутренней поверхности панели. Для сравнения были взяты пробы из газозолобетонных панелей в Ангарске, в которых через 10 лет обнаружены четкие деструктивные процессы, которые в последующем частично затухают. Газозолобетон по сравнению с газобетоном на кварцевом песке более активный материал; после длительной эксплуатации значения теплот смачивания в нем выше (табл. 3).

Таблица 1

Вид отделки	Срок службы, годы	$H \cdot 10^{-4}$, Дж/кг
Газобетон:		
без защиты и отделки	—/—*	7,86/—*
без отделки с защитой ГКЖ	2/19	2,237/1,646
Полимерцементное покрытие	2/14	2,169/1,605
Плитка фарфоровая	2/—	1,836/—
Плитка керамическая глазурованная	2/12	1,866/1,799
То же, неглазурованная	2/—	2,287/—
Мраморная крошка	2/12	2,506/1,676
Керамзит фракционированный	2/—	2,086/—

* Перед чертой — лабораторные образцы, после черты — образцы из панелей.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Участок	До испытания		После испытания, циклы,			
			25		65	
	$H \cdot 10^{-4}$, Дж/кг	β	$H \cdot 10^{-4}$, Дж/кг	β	$H \cdot 10^{-4}$, Дж/кг	β
На верхней уплотненной поверхности	5,05/0,205*	25	6,47/0,635*	10	5,771/0,237*	24
По середине панели	6,57/0,566	11	7,39/0,722	10	3,259/0,234	14
На внутренней поверхности	3,98/0,295	13	5,61/0,424	14	3,067/0,241	12

* Перед чертой — $Q_п$; после черты — $Q_{н.п}$.

Кроме того, для этого материала характерно отсутствие четкой тенденции к снижению H и то, что значение β возрастает. В процессе деструкции в газобетоне образуются новые плоскости фазового раздела, но без наличия соединений хотя и гидрофильных, но с высоким тепловыделением, в частности свободной извести. Вместе с тем теплота смачивания толуолом характеризует не величину тепловыделения под действием воды, а величину физической адсорбции, которая могла увеличиться именно в результате внутренней диспергации материала, характерной для деструктивных процессов. Таким образом, проверяя изменение теплот смачивания, можно прогнозировать стойкость газобетона методом микрокалориметрии, подтверждая наблюдаемые явления традиционными способами.

Связать определенной количественной зависимостью H и β невозможно, поскольку они имеют различный физический смысл.

Однако судить по изменению теплоты смачивания о тех изменениях, которые претерпевает материал под влиянием разнообразных воздействий среды, необходимо. На основании этого метода разработаны следующие предложения: отыскание удельной поверхности порошков, определение стабильности фазового состава силикатных строительных материалов, гидрофильности глинистых пород и др.

Таблица 3

Срок службы, годы	$H \cdot 10^{-4}$, Дж/кг	β
5	12,62/0,836*	15
10	7,09/0,438	16
15	9,98/0,876	11
20	7,71/0,359	21

* Перед чертой — $Q_п$; после черты — $Q_{н.п}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Книгина Г. И.** Микрокалориметрия — новый метод исследования строительных материалов. — Строительные материалы, 1973, № 2.
2. **Книгина Г. И., Харенко Н. П.** Новый способ отделки газобетонных панелей. — Бетон и железобетон, 1976, № 4.
3. **Книгина Г. И., Вершинина Э. Н.** Лабораторные работы по технологии строительной керамики и легких пористых заполнителей. М., Высшая школа, 1972.

УДК 624:691.327:666.973.5.012.35:69.059.4

Е. С. СИЛАЕНКОВ, канд. техн. наук (Уралпромстройниипроект)

Долговечность конструкций из ячеистого бетона

Производство крупноразмерных конструкций из автоклавных ячеистых бетонов на Среднем Урале было начато в конце 50-х годов. Накопленный за прошедшие годы опыт позволил впервые в строительной практике перейти к изготовлению цельноформованных панелей размером на две комнаты и массовому их внедрению. С применением таких панелей из ячеистых бетонов лишь в Свердловске построено жилых домов площадью около 5 млн. м², сотни общественных и производственных зданий. При этом уменьшена масса зданий более чем на 1 млн. т, объем транспортных перевозок на 45—50 млн. т·км, сэкономлены затраты тепла на производство изделий почти на 6 млн. мДж и энергоресурсы на 60 млн. кВт·ч, снижена стоимость строительства более чем на 20 млн. р.

В 1979 г. удельный вес Уральского экономического района в общем выпуске изделий из автоклавных ячеистых бетонов в нашей стране превысил 10%. Из них изготовляют цельноформованные панели наружных стен жилых зданий размером на одну и две комнаты, панели наружных стен промзданий и зданий серии ИИ-04, панели покрытий, а также стеновые камни.

Исследование процесса старения автоклавных ячеистых бетонов, проведенное в Уралпромстройниипроекте, показало, что морозостойкость автоклавных ячеистых бетонов не является показателем их долговечности. Более существенное значение имеет трещиностойкость бетона, связанная с уменьшением его влажности и карбонизацией. Процесс старения автоклавных ячеистых бетонов приводит к развитию усадки, уменьшить величину которой технологическими приемами невозможно, поэтому проблема повышения трещиностойкости изделий многопланова и комплексна. Решать ее надо не только технологическими приемами, но и при проектировании изделий, выборе отделок фасадной поверхности, а также в процессе эксплуатации.

Уралпромстройниипроектом и НИИЖБ разработаны рекомендации по составам портландцемента для автоклавных ячеистых бетонов. Исследования показали, что эксплуатационная усадка ячеистого бетона, приготовленного на цементе с добавками 5 и 15% трепела, на 20 и 50% соответственно выше, чем бетона на цементе без добавок. Повышенное содержание в цементе трехкальциевого алюмината приводит к значительному снижению трещиностойкости бетона, поэтому для производства ячеистого бетона рекомендуется использовать цемент без добавки трепела и с содержанием трехкальциевого алюмината не более 6%. Это требование выполняется наиболее полно, если за заводом по изготовлению ячеистобетонных изделий закреплен определенный поставщик цемента. Например, завод ЖБИ им. Ленинского комсомола в Свердловске имеет специальные условия поставки портландцемента для производства газозолобетонных изделий с Сухоложского цементного комбината.

К основным мероприятиям по повышению трещиностойкости изделий из ячеистого бетона на стадии проектирования, разработанным Уралпромстройниипроектом, относится применение трещиностойкой отделки фасадной поверхности и каркасного армирования панелей. Одним из главных факторов, обеспечивающих долговечность крупноразмерных конструкций из таких бетонов, является сохранность в них стальной арматуры. Развитие коррозии арматуры зависит от толщины защитного слоя ячеистого бетона. Оценка коррозионного состояния около 300 арматурных стержней, выпиленных из эксплуатируемых конструкций, показала, что математическое ожидание развития коррозии арматуры при толщине защитного слоя бетона более 25 мм колеблется около единицы, а при толщине защитного слоя 5 мм — втрое больше. Таким образом, первым условием долговечности арматуры в ячеистом бетоне является соблюдение толщины защитного слоя бетона, равной 25—30 мм. Однако и при этом возможно повышение влажности бетона от атмосферных осадков в зоне, окружающей арматуру. При влажности бетона 5% по объему и менее (7 и 10% по массе для бетонов плотностью 500 и 700 кг/м³ соответственно) коррозия арматуры после начальной фазы стабилизируется к 6 мес. Следовательно, для предупреждения развития коррозии арматуры необходимо применять такие отделки фасадной поверхности панелей, которые предотвратят увлажнение бетона сверх указанных величин.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В крупнопанельных домах в Свердловске при толщине защитного слоя ячеистого бетона 25—30 мм и использовании рекомендуемых нами отделок арматура не корродирует. Это позволяет отказаться от защиты арматурных стержней специальными обмазками при условии высокой культуры изготовления, транспортирования и монтажа панелей на всех заводах, а также полном соблюдении правил эксплуатации. При несоблюдении этих условий одним из необходимых мероприятий по предохранению арматуры от коррозии является покрытие ее защитными составами. На заводах Урала применяют покрытия, разработанные НИИЖБ (в том числе наносимые в электростатическом поле), а также НИПИсиликатобетоном. Регламентация толщины защитного слоя, использование отделок, предупреждающих увлажнение бетона сверх допустимой величины, применение защитных обмазок стержней полностью исключили развитие коррозии арматуры в конструкциях из ячеистого бетона на Урале.

Поведение креплений стеновых панелей исследовали по методике НИИЖБ на 15 зданиях со сроком эксплуатации от 5 до 14 лет. Скорость коррозии креплений панелей в промышленных зданиях с неагрессивной средой при увеличении длительности эксплуатации уменьшается от 0,035 мм/год для зданий с 5-летним сроком эксплуатации до 0,026 мм/год для зданий с 14-летним сроком эксплуатации. Это в несколько раз меньше уровня (0,1 мм/год), который характеризует слабое воздействие среды на незащищенный металл. Коррозионные потери у опорных столиков выше, чем у креплений. Столики проводят холод, поэтому на них часто происходит конденсация влаги с увлажнением окружающего бетона. Несмотря на отсутствие в зданиях, эксплуатирующихся в течение 15 лет, дефектов, вызванных коррозией креплений и опорных столиков, их необходимо специально защищать от коррозии. Уральские заводы в основном используют для этого защитные покрытия, разработанные НИИЖБ.

Радикальным путем повышения долговечности креплений панелей является использование конструкций без опорных столиков с применением несварных монтажных соединений. Большое значение для повышения качества панелей имела регламентация технических требований к отделке фасадной поверхности изделий из ячеистых бетонов, выполненная с учетом их специфических свойств, а также внедрение на заводах Урала отделок, наиболее отвечающих этим требованиям. Кроме обычных эстетических требований по долговечности к отделке изделий предъявляются и требования по паропроницаемости, сцеплению с бетоном (трещиностойкости), водонепроницаемости, которые дифференцируются в зависимости от вида изделий. Например, к отделке стен из мелких блоков предъявляются требования лишь по уровню паропроницаемости, а крупноразмерных изделий — требования по сцеплению ее с бетоном, трещиностойкости и водонепроницаемости. На Урале наиболее распространены доавтоклавная отделка каменными дроблеными материалами и послеавтоклавная декор. Они отвечают указанным требованиям и широко применяются для всех типов панелей в зданиях высотой до 16 этажей (см. рисунок на обложке).

Использование различных материалов для цветового решения фасада при отделке декор

Натурные исследования Уральского Промстройниипроекта показали, что за 18 лет эксплуатации свойства отделки каменными дроблеными материалами не ухудшились. По лабораторным испытаниям долговечность ее превышает 40 лет. В последние годы завод ЖБИ им. Ленинского комсомола в Свердловске усовершенствовал эту отделку: использовал цветные подстилающие слои, применил узкофракционированные материалы (фракций 8—12, 12—16, 16—20 мм), комбинации различных каменных материалов для создания на фасадах объемных изображений и др. Использование этих приемов позволило, сохранив высокую долговечность отделки, создать выразительные архитектурные решения фасадов зданий и отдельных районов города в целом.

Долговечность отделки декор по лабораторным испытаниям составляет около 15 лет. В качестве материала для нее в Свердловске применяют не только стеклокрошку, но и керамзитовый песок, а также некоторые каменные материалы, что позволило создать различные варианты цветового решения фасадов (см. рисунок).

Уральским Промстройниипроектом и ВНИИстром им. П. М. Будникова разработана методика комплексного испытания отделочных покрытий, количественно имитирующего эксплуатационные воздействия за годовой период (переменное замораживание и оттаивание, переменное увлажнение и высушивание, ультрафиолетовое облучение, карбонизацию). Долговечность отделки определяется изменением водопроницаемости отделки, прочности сцепления ее с бетоном, величиной потока рассеянного отражения света. Полная сходимость результатов испытаний наиболее распространенных видов отделок с результатами натурных обследований показывает достоверность прогнозирования долговечности отделки ячеистобетонных изделий по этой методике.

Двадцатилетний положительный опыт применения газобетонных и газозолобетонных конструкций на Урале привел к переоценке ранее сложившихся представлений о видах отделки, пригодных для применения в этом регионе. В 1977 г. завод ЖБИ им. Ленинского комсомола по рекомендациям Уралпромстройниипроекта изготовил партию газозолобетонных двухмодульных панелей с отделкой плитами из декоративного бетона для опытного строительства. Крепление плит к ячеистому бетону рекомендуется осуществлять только одиночными связями из некорродируемых материалов. Натурные обследования показали, что влажность ячеистого бетона при этой отделке в Свердловске достигает нормативного уровня в течение пяти лет эксплуатации. С такой отделкой можно использовать газозолобетонные панели в зданиях повышенной архитектурной значимости.

Серьезной задачей дальнейшего совершенствования технологии производства ячеистого бетона на Урале является повышение его прочности при сохранении или уменьшении плотности. Ранее изготовляли ячеистобетонные панели плотностью 500 кг/м³ марки М 25.

Однако из-за небольшой прочности бетона при производстве панелей возникало большее, чем обычно, повреждение углов кромок и другие дефекты. При малой прочности бетона ассортимент применяемых отделок был ограничен, поэтому широкого распространения производство панелей плотностью 500 кг/м³, марки М25 не получило.

В настоящее время заводы Урала выпускают ячеистый бетон плотностью 650—700 при марке М35. Предусматривается освоить производство ячеистого бетона плотностью 600—650 кг/м³, сохранив марку М35.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691-422.2:666.973.2:666.64-492.3

В. В. ГАБРУСЕНКО, И. И. БУТВИЛОВСКИЙ, инженеры
(Новосибирский филиал СКТБ стройиндустрия);
В. А. ЯКУШИН, канд. техн. наук (НИИЖБ);
В. В. СТРОКОВ, инж. (трест Стройиндустрия Новгородского управления строительства)

Керамзитобетонные стропильные балки

Типовые стропильные балки пролетами от 6 до 12 м таврового и двутаврового сечений следует формовать в вертикальном положении, что не всегда осуществимо. В связи с этим Новосибирский филиал СКТБ стройиндустрия и НИИЖБ разработали конструкцию керамзитобетонных балок сплошного прямоугольного сечения, которые можно изготавливать в горизонтальном положении в простейшей бортоснастке.

Достоинства такой формы сечения заключаются в простоте армирования и формования изделий, в отказе от дефицитных навесных вибраторов и в возможности повышения жесткости бетонной смеси. Некоторое увеличение объема бетона компенсируется снижением расхода арматуры. Собственная масса при этом практически не превышает собственной массы типовых конструкций из тяжелого бетона.

Балки запроектированы из керамзитобетона марок М350 и М400 объемной массой 1800 кг/м³. Арматура (рис. 1) предусмотрена в виде корытообразных каркасов, укладываемых по всей длине изделий, и плоских сварных сеток, устанавливаемых в опорных участках; напрягаемой арматурой служат канаты из стали класса К-7 диаметром 15 мм. Габариты балок и узлы их крепления к колоннам приняты такими же, как и в типовых чертежах. Конструкции рассчитаны на воздействие эквивалентных унифицированных нагрузок от 350 до 750 кгс/м² (пролет 12 м) и до 1100 кгс/м² (пролеты 6 и 9 м).

В большинстве типовых решений предварительно напряженных конструкций допускается эксплуатация в среднеагрессивной газовой среде изделий тех же марок, что и в обычной среде, поэтому стропильные балки для неагрессивной среды рассчитали как конструкции третьей, а для слабо- и среднеагрессивной среды — как конструкции второй категории трещиностойкости с соответствующим ограничением ширины раскрытия трещин. Такой подход дает возможность применить при одинаковых нагрузках изделия разных марок в зависимости от условий эксплуатации, т. е. получить экономию арматуры в конструкциях, предназначенных для использования в обычных условиях (табл. 1). В отдельных случаях эта экономия достигает 25% (балки БК-6-3 и БК-6-5 для нагрузки 850 кгс/м² или БК-12-3 и БК-12-5 для нагрузки 650 кгс/м²).

В ходе проектирования по СНиП II-21-75 были выявлены некоторые недостатки методики определения ширины раскрытия трещин (напряжений в арматуре) при значениях относительной высоты сжатой зоны бетона, близких к единице. Это в отдельных случаях может приводить к уменьшению (до определенного предела), а не к увеличению $\alpha_т$ ($\sigma_а$) с ростом нагрузки, поэтому в расчетах использовали только восходящую ветвь кривой $\alpha_т$—q, а нисходящую условно заменяли прямой линией (показана пунктиром на рис. 2).

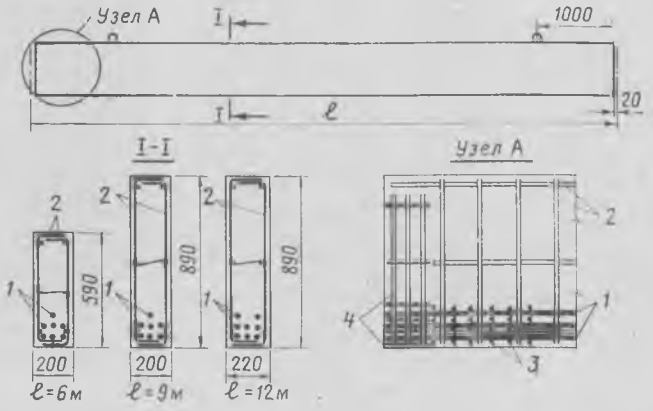


Рис. 1. Конструкция балок
1 — канаты класса К-7; *2* — корытообразные сварные каркасы; *3* — плоские сварные сетки; *4* — опорная закладная деталь

Производство балок было освоено на заводе ЖБИ № 1 в Новгороде в стендкамере длиной 38 м. Опалубка состояла из съемных бортов, а поддоном служил металлический пол камеры. Арматурные канаты натягивали с помощью грузовой установки, протарированной на проектное усилие 17,5 тс.

Для проверки было изготовлено по две балки БК-12-4, БК-9-3 и БК-6-4. Керамзитобетонную смесь готовили из

Таблица 1

Марка балки	Марка бетона	Число канатов	Расход арматуры, кг	Унифицированная расчетная нагрузка, кгс/м², в среде		
				неагрессивной	слабоагрессивной	среднеагрессивной
БК-6-1	М350	2	51	550	350	350
БК-6-3	М350	4	64,9	850	750	650
БК-6-5	М400	6	81,3	—	1100	850
БК-9-1	М350	3	101,7	550	350	350
БК-9-3	М350	5	122,2	750	650	650
БК-9-5	М350	7	146,6	1100	850	—
БК-12-1	М350	5	161,5	350	—	—
БК-12-3	М400	8	214,6	650	450	450
БК-12-5	М400	12	287,8	—	750	650

Таблица 2

Показатели	БК-12-4	БК-9-3	БК-6-4
Объемная масса керамзитобетона, кг/м³	1900/1930*	1880/1920	1880/1910
Прочность при передаче напряжения на бетон, кгс/см²	223/277	283/320	308/271
Кубиковая прочность на день испытания, кгс/см²	306/343	338/349	347/324
Призменная прочность на день испытания, кгс/см²	279/—	304/317	314/292
Начальный модуль упругости, кгс/см²	$216 \cdot 10^3$/—	$193 \cdot 10^3$/$200 \cdot 10^3$	$220 \cdot 10^3$/$220 \cdot 10^3$
Возраст образцов, сут	56/56	41/41	54/54

* Перед чертой — балка № 1; после черты — балка № 2.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

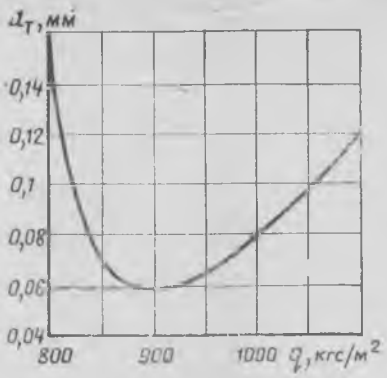


Рис. 2. Изменение ширины раскрытия трещин в балке БК-6-4 в зависимости от нагрузки (данные расчета по СНиП II-21-75)

портландцемента марки М400, речного песка и керамзитового гравия. Объемная насыпная масса гравия 810 кг/м³, прочность на сжатие в цилиндре 36 кгс/см² (фракции 5—10 мм) и 29—33 кгс/см² (фракции 10—20 мм). Характеристики керамзитобетона приведены в табл. 2.

Испытывали опытные балки на заводской площадке в горизонтальном положении. Влияние трения и собственной массы уменьшено путем установки шаровых катков. Контрольные разрушающие нагрузки были приняты максимальными (из условия применения данных балок в неагрессивной среде), а раскрытие трещин контролировалось дважды — при соответствующих нагрузках для неагрессивной и среднеагрессивной сред.

Испытания балок дали положительные результаты. Ширина раскрытия трещин при действии контрольных нагрузок для агрессивной среды во всех случаях не превышала 0,05 мм, а для неагрессивной — 0,1 мм. Жесткость также оказалась достаточной: замеренные прогибы были меньше контрольных. Величины относительных прогибов балок пролетом 12 м составили 1/404 и 1/440, пролетом 9 м — 1/592 и 1/550, пролетом 6 м — 1/731 и 1/713. Разрушение образцов (рис. 3) произошло вследствие раздавливания бетона сжатой зоны при нагрузках, превышающих максимальные расчетные в 1,74—2 раза, а теоретические разрушающие — на 3,6—5,4%.

Применение балок в объеме 1900 м³ в год позволило получить экономию в размере 20,5 тыс. р.

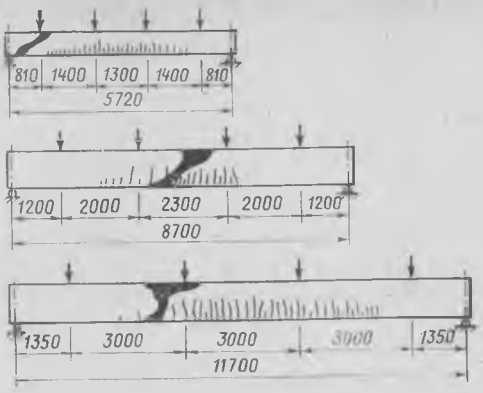


Рис. 3. Схема развития трещин и разрушения балок при испытании

Выводы

Проектирование преднапряженных балок с высокопрочной арматурой в зависимости от степени агрессивности среды дает значительное снижение расхода стали, особенно для конструкций, предназначенных для обычных условий эксплуатации.

Результаты испытания показали, что балки обладают достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью и отвечают требованиям ГОСТ 8829—77.

Экономически целесообразно производство рассмотренных керамзитобетонных балок в районах, бедных естественным заполнителем и имеющим сырье для получения керамзита.

УДК 69.022.36

Г. С. УКЯЛИС, инж. (трест Оргтехстрой Минстроя ЛитССР);
В. А. КЛЕВЦОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Преднапряженные перемычки для зданий с кирпичными стенами

Одной из наиболее массовых железобетонных конструкций являются перемычки для зданий с кирпичными стенами. Объем их производства по стране составляет около 2 млн. м³ в год. Из-за простоты железобетонных конструкций, сравнительно небольших пролетов и воспринимаемых нагрузок считалось нецелесообразным применять для них преднапряженную арматуру. В типовых рабочих чертежах перемычек серии 1.138-10 предусматривается использование обычной арматуры. В ряде районов страны, например в Литовской ССР, распространены нетиповые железобетонные перемычки.

Анализ конструктивных решений перемычек показал, что использование преднапряженной арматуры вместо обычной в ряде случаев обеспечивает существенное снижение расхода стали. Трестом Оргтехстрой Минстроя ЛитССР совместно с НИИЖБ были разработаны чертежи опытных образцов преднапряженных перемычек, проведены их испытания и разработан альбом рабочих чертежей.

Опытные образцы разработаны и привязаны к номенклатуре железобетонных перемычек, изготовляемых в Литовской ССР. Опалубочные размеры преднапряженных перемычек приняты такими же, как у армируемых обычной арматурой. Схема армирования проста: продольная преднапряженная арматура класса Ат-V и гнутые сетки, усиливающие бетон в зоне анкеровки преднапряженной арматуры и выполняющие роль поперечной арматуры (рис. 1).

Сборные железобетонные перемычки проектируются как элементы, работающие на кручение, так как нагрузка от перекрытий может передаваться со смещением относительно продольной оси. Однако в реальных условиях перемычки всегда работают совместно с расположенными над ними рядами кирпичной кладки, которая создает крутящий момент, обратный крутящему моменту от перекрытия. В связи с этим при разработке преднапряженных перемычек прямоугольного сечения было решено отказаться от замкнутой поперечной арматуры. Часть опытных перемычек было намечено испытать в наиболее тяжелых условиях — со смещением нагрузки относительно продольной оси. Следовало также экспериментально проверить возможность отсутствия верхней продольной арматуры в средней зоне.

Особенностью конструкции является большой защитный слой преднапряженной арматуры в некоторых типоразмерах перемычек, что может привести к повышенному раскрытию трещин на поверхности бетона.

В принятой конструкции перемычек несколько необычным является отсутствие поперечной и конструктивной арматуры, охватывающей преднапряженную на средних участках пролета. При этом учитывалось, что по сравнению с расчетной схемой действительная работа перемычек происходит в более благоприятных условиях за счет включения вышележащих слоев кирпичной кладки и влияния распора.

Испытывали опытные образцы двух серий. В серию I входили перемычки шириной 250 мм — 4 преднапряженные (с № 1 по № 4) и 2 аналогичные с обычным армированием (№ 5 и 6). В серию II входили две узкие преднапряженные перемычки (№ 7 и 8). Схемы их армирования показаны на рис. 1.

Определяли прочность, жесткость и трещиностойкость конструкций. Перемычки серии I испытывали на нагрузку, смещенную с продольной оси. Испытание серии II выполняли при отсутствии верхней арматуры, а также определяли влияние увеличенной толщины защитного слоя преднапряженной арматуры на трещиностойкость.

Перемычки испытывали двумя сосредоточенными грузами, расположенными в четвертях пролета, причем у № 3, 4 и 6 нагрузка была смещена на $^1/_4$ ширины относительно продольной оси. Перемычки серии II за месяц до испы-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

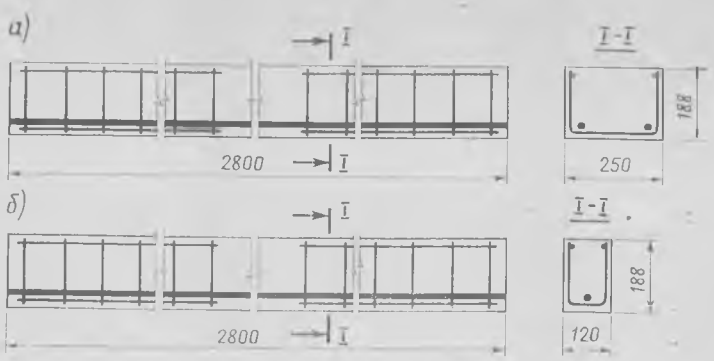


Рис. 1. Опытные образцы преднапряженных перемычек
а — серия I; *б* — серия II

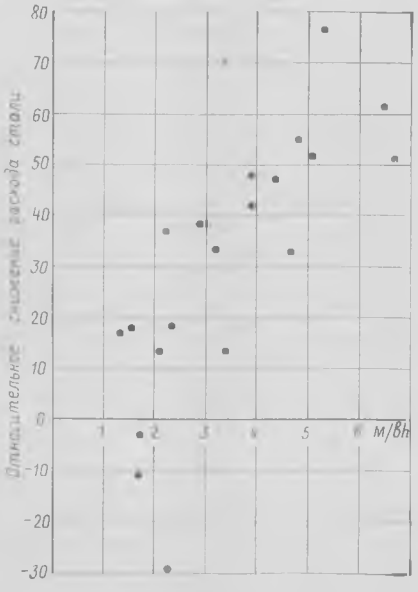


Рис. 2. Зависимость относительного снижения расхода стали от изгибающего момента и размеров поперечного сечения

тания устанавливали по консольной схеме и выдерживали для создания наибольшего отрицательного момента в середине пролета от собственной массы.

Характер трещинообразования и разрушения у преднапряженных перемычек был обычным для конструкций, где относительная высота сжатой зоны меньше граничного значения. Величины опытных разрушающих моментов, а также сопоставление с расчетными и теоретическими разрушающими приведены в таблице.

Все испытанные перемычки удовлетворяли требованиям прочности, а № 5 и 6 с обычным армированием имеют лишний запас прочности, что свидетельствует о нерациональной их конструкции. Смещение нагрузки с продольной оси не оказало влияния на величину разрушающей нагрузки и на характер разрушения преднапряженных перемычек.

Ширина раскрытия трещин при нормативной нагрузке находилась в пределах 0,05 ... 0,1 мм, а прогиб составил примерно $^1/_{500}$ пролета. Таким образом, все испытанные перемычки удовлетворяли требованиям трещиностойкости и жесткости.

На основании результатов испытаний трест Оргтехстрой разработал совместно с НИИЖБ три альбома рабочих чертежей преднапряженных перемычек. Чертежи созданы применительно к номенклатуре, используемой в ЛитССР, а также применительно к номенклатуре брусковых и плитных перемычек, предусмотренной ГОСТ 948—76, для кирпича высотой 88 и 65 мм.

№ перемычки	$M_р^{оп}$, тс·м	$M_{расч}$, тс·м	$C=\frac{M_р^{оп}}{M_{расч}}$	$M_р^{теор}$, тс·м	$\frac{M_р^{оп}-M_р^{теор}}{M_р^{теор}}\cdot 100\ \%$
1	4,39	2,53	1,73	3,8	15,5
2	4,63	2,53	1,83	3,8	21,8
3	4,18	2,53	1,65	4,03	3,7
4	4,29	2,53	1,69	4,03	6,45
5	5,72	2,53	2,26	6,41	—10,8
6	5,09	2,53	2,01	6,41	—20,6
7	2,51	1,23	2,04	2,17	15,8
8	2,51	1,23	2,04	2,1	19,5

Конструкция перемычек аналогична конструкции опытных образцов, но в них предусмотрены дополнительные каркасы, армирующие верхнюю зону, для усиления воздействия монтажных нагрузок.

Для перемычек, используемых в ЛитССР, получено наибольшее снижение расхода стали — в среднем около 100 кг на 1 м³ бетона. Отчасти это объясняется лишними запасами прочности. Было выполнено также детальное сопоставление расхода стали в перемычках по ГОСТ 948—76 для кирпича высотой 65 мм.

Оказалось, что при самых малых пролетах и нагрузках использование преднапряжения не ведет к снижению расхода стали. На графике (рис. 2) показано относительное снижение расхода стали в зависимости от отношения наибольшего изгибающего момента M к высоте h и ширине b. Целесообразно применение предварительного напряжения в перемычках, в которых $\frac{M}{hb} \geqslant 2$, при этом экономится не менее 10% стали. К таким относятся практически все усиленные, а также часть неусиленных брусковых перемычек.

В ГОСТ 948—76 имеется 63 типоразмера брусковых и плитных перемычек, для 26 из них целесообразно применение предварительного напряжения. Снижение расхода стали достигает 76%, или 87,6 кг на 1 м³ бетона (или в среднем 46,7 кг на 1 м³ бетона). При переводе на предварительное натяжение только $^1/_4$ всего выпускаемого объема перемычек снижение расхода стали составит более 20 тыс. т в год.

Систематическая неоднородность прочности бетона R, т. е. такое явление, когда R одних зон изделия систематически больше или меньше R других зон, наблюдается при использовании практически всех способов формования и тепловой обработки. К числу основных причин такой неоднородности относятся: перераспределение воды при формовании бетонной смеси, различные условия уплотнения и тепловой обработки разных зон изделия, а также в ряде случаев направленное влияние некоторых технологических факторов (например, немедленная распалубка).

Для изделий, формуемых наиболее массовым способом — на виброплощадках, можно выделить две основные причины систематической неоднородности R: перераспределение воды в бетонной смеси и различные условия тепловой обработки разных частей изделия. Изучение влияния тепловой обработки на степень систематической неоднородности R изделия в зависимости от характеристик смеси, режима тепловой обработки и возраста к моменту испытания явилось целью наших исследований.

На основании работ [1, 2] были выделены следующие основные влияющие факторы: удобоукладываемость бетонной смеси; прочность бетона к началу тепловой обработки (начальная прочность); скорость подъема температуры среды камеры; возраст к моменту испытания.

Бетоны изготовляли на портландцементе с минеральными добавками марки М400 Каменец-Подольского цементного завода, кварцевого речного песка с $M_к$ = = 1,52 и гранитного щебня фракции 3—10 мм. Используемые смеси (состав № 1 — 1 : 1,34 : 3,09 и состав № 2 — 1 : : 1,51 : 3,49) имели $В/Ц = 0{,}45$, а начальную R варьировали путем изменения длительности предварительного выдерживания. В качестве второго фактора была выбрана длительность предварительного выдерживания, а начальную R определяли для каждого состава через одинаковые промежутки времени после окончания формования. Длительность предварительного выдерживания изменять удобнее, этот фактор является более наглядным, но менее определенным по сравнению с фактором начальная R (поскольку зависит от температуры среды, состава смеси, характеристик и температуры ее составляющих и т. п.).

Для решения поставленной задачи было использовано математическое планирование эксперимента (план ПФЭ-2^4). Условия эксперимента приведены в таблице.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:539.4

А. М. ЛЕЩИНСКИЙ, инж. (НИИСК)

Влияние тепловой обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона

Уровень	X_1 Подвижность бетонной смеси (О. К.), см	X_2 Длительность предварительного выдерживания $\tau_в$, ч	X_3 Скорость подъема температуры $v_п$, °С/ч	X_4 Возраст к моменту испытания $\tau_и$, сут
Верхний	6/+1*	6/+1	45/+1	28/+1
Нижний	1/—1	2/—1	15/—1	0,2/—1

* Перед чертой — физическое значение; после черты — кодовое.

Интервалы варьирования факторов выбраны следующим образом. Пределы изменения подвижности бетонной смеси для изделий, формуемых на виброплощадках, приняты по СН 386-74. Нижний уровень длительности предварительного выдерживания — минимальное время, рекомендуемое в [3]. Верхний уровень — длительность предварительного выдерживания нижнего изделия в ямной пропарочной камере. Начальную R определяли через 2 и 6 ч после окончания формования, для состава № 1 она равнялась 0,08 и 0,40 МПа; для состава № 2 — 0,10 и 0,44 МПа. При скорости подъема температуры среды камеры 15°С/ч (длительность предварительного выдерживания 2 ч), согласно [4], отсутствуют деформации свежеотформованного бетона. Скорость подъема температуры 45°С/ч максимальная при пропаривании изделий в ямных камерах. Сроки испытания выбирались таким образом, чтобы охватить все время пребывания изделий на заводе.

Исследования проводили на кубах с ребром 20 см. Партия образцов из 8 шт. состояла из двух серий. Образцы первой серии пропаривали в форме без покрытия, а второй — в форме с крышкой. Режимы пропаривания — 1,7+10+5 ч и 5+6+5 ч при $t_{изотерм.}=90°С$.

Определяли прочность образцов со стороны верхней, боковой и нижней поверхностей методом скалывания ребра конструкции по ГОСТ 22690.4—77. В качестве единичного измерения принимали среднее значение R по двум сколам в зоне образца. Для бетонов на данных материалах была предварительно установлена градуировочная зависимость. Использование неразрушающего метода дало возможность определять R на одних и тех же образцах в разном возрасте.

Вычисляли соотношение прочностей верхней к нижней ($R^в/R^н$), а также средней к нижней ($R^с/R^н$) зон образца. Влияние тепловлажностной обработки Δ_t оценивали как разность между $R^в/R^н$ для образцов, закрытых крышкой, и для открытых, т. е. $\Delta_t=(R^в/R^н)_{закр}-(R^в/R^н)_{откр}$.

После обработки результатов по методике [5] было получено уравнение регрессии в натуральных переменных:

$$\Delta_t = -4,19 + 0,52\,О.К. + 0,41\,\tau_в + 0,58\,v_п - 0,10\,\tau_и - 0,073\,\tau_в\,v_п.$$

Так как значения начальной R в крайних точках плана известны, по полученной зависимости можно определить снижение R при различных значениях начальной прочности бетона.

Уравнение позволяет оценить влияние тепловлажностной обработки на снижение R поверхностных слоев. Анализ показал, что качественное влияние на изменение R рассмотренных факторов совпадает с результатами работ [1, 2]. С уменьшением подвижности бетонной смеси, увеличением начальной R и уменьшением скорости подъема температуры среды камеры уменьшается снижение прочности бетона под воздействием тепловой обработки. С возрастом уменьшается различие прочностей бетона зон с различными условиями тепловой обработки. Вместе с тем полученная зависимость позволяет количественно оценить влияние тепловой обработки на степень систематической неоднородности R при различном сочетании исследуемых факторов.

Сравнение по методике ГОСТ 16467—70 значений $R^с/R^н$ для закрытых и открытых образцов показало, что различие между ними незначимо, поскольку тепловая обработка снизила R главным образом поверхностных слоев.

Следует отметить особенность контроля (с применением неразрушающих методов) и оценки прочности и однородности бетона изделий, пропариваемых в ямных камерах. Поскольку длительность предварительного выдерживания нижнего и верхнего изделий в камере оказывается различной, снижение R поверхностных слоев для этих изделий неодинаково, поэтому партионный коэффициент вариации R верхней зоны будет систематически выше, чем средней и нижней зон из-за дополнительной для верхней зоны дисперсии R, связанной с различной длительностью предварительного выдерживания.

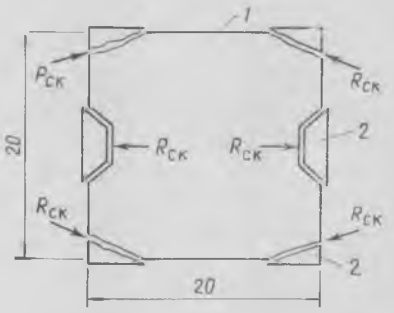


Схема испытания образца

1 — поверхность бетонирования; *2* — скол ребра

Таким образом, для изделий, пропариваемых в ямных камерах, контролируемые участки (контроль проводится для партии изделий) рекомендуется не располагать со стороны поверхности бетонирования. Если по каким-либо причинам это осуществить невозможно или контролируемые участки обязательно должны быть назначены со стороны поверхности бетонирования (например, сжатая зона расчетного сечения изгибаемых конструкций обычно расположена со стороны поверхности бетонирования), партию целесообразно разделить на две. В каждую из них следует включать изделия, длительность предварительного выдерживания которых отличается не более чем на 2—3 ч. При контроле отдельных изделий участки испытаний можно располагать в любой зоне по высоте.

Использование приведенных рекомендаций позволит в ряде случаев за счет уменьшения партионного коэффициента вариации уменьшить расход цемента на 3—5%.

Выводы

На основании исследований получена зависимость для количественной оценки влияния тепловлажностной обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона.

Показано, что систематически различные условия прохождения тепловой обработки разными частями изделия приводят к тому, что наряду с систематической неоднородностью R для пропариваемых в ямных камерах изделий характерен в ряде случаев систематически различный партионный коэффициент вариации R разных зон.

Данную особенность следует учитывать при проведении статистического контроля с применением неразрушающих методов, что позволит улучшить технико-экономические показатели производства железобетонных изделий и повысить эффективность контроля прочности бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Миронов С. А., Малинина Л. А.** Ускорение твердения бетона. 2-е изд., испр. и доп. М., Стройиздат, 1964.
2. **Малинина Л. А.** Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1977.
3. Руководство по тепловой обработке бетонных и железобетонных изделий. М., Стройиздат, 1977.
4. **Гришан А. А., Антропова В. А., Чугунова С. Л.** Тепловое расширение жидкогазовой фазы в бетоне. — Бетон и железобетон, 1979, № 8.
5. Методические рекомендации по планированию эксперимента в технологии стройматериалов Челябинск, 1973.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.9.046

Б. Е. РАПОПОРТ (трест Инждорстрой, Кишинев); Б. В. РАТИНОВ, д-р хим. наук, проф. (МАДИ); Т. И. РОЗЕНБЕРГ, канд. техн. наук (ВНИИСТ); И. И. КРЫЖАНОВСКИЙ, канд. техн. наук (Кишиневский политехнический ин-т); Ф. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ)

Оптимизация тепловлажностной обработки бетонов с помощью добавок

Всевозрастающие объемы производства железобетона требуют совершенствования существующих, а также разработки и внедрения новых технологических процессов. Это относится в первую очередь к такому технологическому переделу, как тепловлажностная обработка бетона, которая является весьма длительной, энергоемкой и нередко снижает строительно-технические свойства. Существенную роль в улучшении свойств бетона, технологии производства и снижении энергетических затрат на термообработку могут сыграть добавки — ускорители твердения и пластификаторы.

В тресте Инждорстрой исследовали возможность снижения температуры изотермического прогрева бетона с помощью добавок ННХК и С-3. Сочетание этих добавок обеспечивает в ранней стадии пластифицирование бетонной смеси, после укладки, — ускорение твердения бетона.

Эффективность действия добавок оценивали по кинетике нарастания пластической прочности и предела прочности бетона на сжатие. На рис. 1 представлены пластограммы. Раствор состава 1 : 3 приготовляли на портландцементе марки М400 Рыбницкого завода и кварцевом песке. Продолжительность индукционного периода увеличивается при повышении концентрации С-3. Так, 1% С-3 массы цемента удлиняет этот период примерно в 2 раза. Применяя комплексные добавки, можно в широком интервале регулировать продолжительность индукционного периода структурообразования и тем самым свести к минимуму предварительное выдерживание бетона перед пропариванием.

Эти добавки хорошо совмещаются, хотя механизм их действия различен [1, 2]. ННХК изменяет ионную силу раствора и благодаря наличию одноименного кальция-иона ускоряет процессы массовой кристаллизации новообразований, приводящих к возникновению плотных кристаллизационных структур. С-3 обладает тем преимуществом перед поверхностно-активными замедлителями твердения вяжущих, что, несколько сокращая сроки схватывания цемента, в дальнейшем практически не меняет кинетику структурообразования или даже несколько повышает механическую прочность затвердевшего цементного камня при неизменном $В/Ц$ (табл. 1). При снижении $В/Ц$ и одинаковой подвижности смесей прочность бетона с добавкой С-3 после твердения в нормальных условиях значительно возрастает как в раннем возрасте, так и в более поздние сроки.

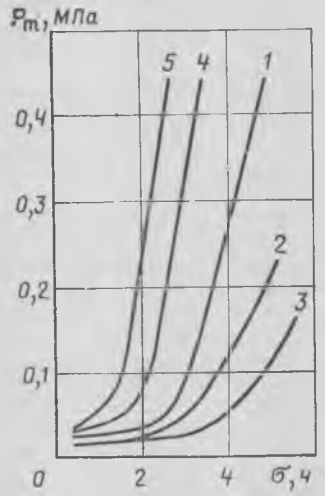


Рис. 1. Кинетика нарастания пластической прочности
1 — без добавки; *2* — 0,5% С-3; *3* — 1% С-3; *4* — 1% ННХК + + 0,7% С-3; *5* — 1,5% ННХК + +0,7% С-3

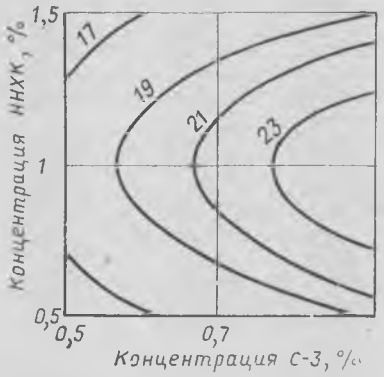


Рис. 2. Зависимость прочности бетона через 4 ч после термообработки от концентрации добавок С-3 и ННХК (температура изотермического прогрева 40°С)

Возможность снижения температуры изотермического прогрева бетона исследовали с применением трехфакторного плана Бокса — Бенкина. Прочность бетона y изменялась в зависимости от X_1 (температура изотермического прогрева — 40, 60, 80°С), X_2 (концентрация добавки С-3 — 0,4; 0,7; 1%), X_3 (концентрация добавки ННХК — 0,5; 1; 1,5%).

Образцы-кубы с ребром 10 см изготовляли на различном портландцементе с близкой нормальной густотой, кварцевом песке и гранитном щебне Первомайского карьера (табл. 2). Состав бетона во всех опытах принимали постоянным: цемент — 430 кг, песок — 636 кг, щебень — 1200 кг, вода — 214 кг (в эталонном составе). За эталон взята прочность бетона, пропаренного по стандартному режиму (2+3+6+2 ч) при температуре изотермического прогрева 80°С. Все составы бетонных смесей были равноподвижными (О.К.=3 см).

В результате реализации эксперимента и обработки опытных данных по известным формулам регрессионного анализа получена математическая модель для бетона марки М500:

$$y = 34,8 + 5,32\,x_1 + 1,97\,x_2 - 0,87\,x_3 - 9,47\,x_1^2 - 1,50\,x_1 x_2 + 3,47\,x_2^2 - 4,02\,x_3^2.$$

Уравнение является адекватным и может быть использовано для построения графиков, описывающих зависимость прочности бетона от концентрации добавок при различных температурах изотермического прогрева (рис. 2).

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности исследуемых добавок, в результате чего оказалось возможным снизить температуру изотермического прогрева бетона до 40°С. При этом удалось также сократить и общую продолжительность ТВО в результате

Таблица 1

Концентрация добавок, %		$В/Ц$	О. К., см	Прочность (МПа) через, сут			
С-3	ННХК			1	3	7	28
—	—	0,5	3	2,9	8,2	13,9	27,8
0,7	—	0,5	Литая	3,4	12,1	19,6	29,6
0,7	—	0,36	3	6,6	17,1	32,1	45
—	1	0,5	3	8,6	15,4	22,9	32,8

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

уменьшения времени выхода на изотермический прогрев с 3 до 1 ч. Обращают на себя внимание высокие темпы прироста прочности бетона после пропаривания, во всех опытах она превышала эталонную.

С помощью рис. 2 легко выбрать такое сочетание добавок, при котором обеспечивается требуемая прочность бетона. Так, прочность растет с увеличением концентрации С-3 от 0,5 до 1%. В то же время для ННХК оптимальной концентрацией является примерно 1%. Подобная закономерность характерна и для бетона, пропариваемого при температурах 60 и 80°С.

Таким образом, применение добавок С-3 и ННХК в оптимальных количествах создает реальную возможность свести к минимуму тепловое воздействие на твердеющий бетон или вообще от него отказаться, например в летнее время на полигонах. При этом экономический эффект от введения комплексных добавок (без учета повышения долговечности бетона) составляет около 0,5 р/м³ бетона.

Важным обстоятельством при этом является значительное снижение энергозатрат на термообработку бетона и повышение качества готовых изделий.

Таблица 2

T, °С	С-3, %	ННХК, %	Прочность бетона (МПа) в возрасте, сут	
			0,15 после ТВО	28
80	1	1	27,6/36*	42,6/46,5
80	0,4	1	21,5/34	42,6/41,2
40	1	1	21/24,6	42,9/43,9
40	0,4	1	17,2/20,6	38,2/42
80	0,7	1,5	23,5/24	41,7/43,1
80	0,7	0,5	26,6/27,5	45,1/42,7
40	0,7	1,5	18,6/16,3	41,2/38,3
40	0,7	0,5	18,1/17,4	37,9/40,8
60	1	1,5	24,5/37,5	43,6/56,5
60	1	0,5	25,6/37,9	40/54,7
60	0,4	1,5	20/29,8	47,6/45,7
60	0,4	0,5	20,3/31,8	44,2/44,5
60	0,7	1	25,4/34,8	41/55,1
80	—	—	18,5/20,1	36,5/32,8

* Перед чертой — рыбницкий ПЦ марки М400; после черты — старооскольский ПЦ марки М500.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ратинов В. Б., Розенберг Т. И., Токарь В. Б.** Процессы твердения бетонов с новыми комплексными добавками. — Материалы II Международного симпозиума по зимнему бетонированию. М., Стройиздат, 1975.
2. Бетоны с эффективными суперпластификаторами. — В сб. трудов НИИЖБ. Под ред. Иванова Ф. М. М., ДНТП им. Дзержинского, 1979.

Экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов

УДК 691.022-413:666.982.24

Л. И. АРИСТОВА, инж. (Псковский ДСК)

Унификация армирования наружных стеновых панелей

Одним из резервов снижения сметной стоимости крупнопанельного домостроения является совершенствование армирования стеновых панелей. В настоящее время стеновые панели из легких бетонов армируют пространственными арматурными каркасами, изготовленными на специальных горизонтальных кондукторах и целиком установленными в форму. При этом изделия разных марок армируют различными каркасами, что препятствует унификации армирования. В таких каркасах большое число конструктивной арматуры устанавливают для повышения монтажной жесткости самого каркаса при его изготовлении, складировании и транспортировании к месту укладки в форму.

Унификация армирования стеновых панелей однорядной разрезки, отличающихся одна от другой формой и расположением проемов, вполне возможна. В ЛатНИИСе предложили отказаться от пространственного каркаса в наружных стеновых панелях серии 121, заменив его отдельными, не связанными между собой арматурными блоками. Последовательность армирования панели следующая: в форму устанавливают в проектное положение гнутый пространственный элемент, армирующий перемычку, затем в него вводят арматурный блок, обрамляющий проем, периметральный арматурный блок и сетки

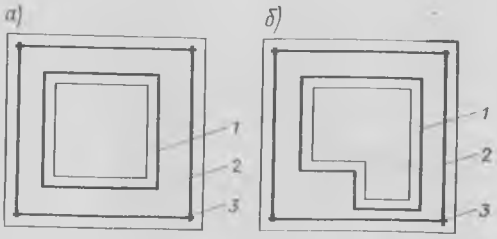


Рис. 1. Армирование панелей однорядной разрезки унифицированными арматурными блоками
а — с оконным проемом; *б* — с дверным проемом
1 — обрамляющие арматурные блоки; *2* — периметральный арматурный блок; *3* — шарнирное соединение арматурных элементов

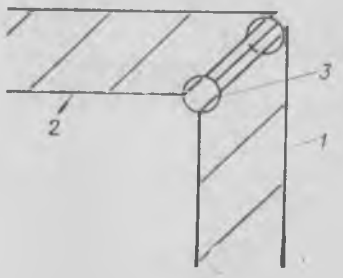


Рис. 2. Конструкция шарнирного соединения
1, 2 — арматурные каркасы; *3* — шарнир из проволоки класса В-I диаметром 3 мм

(рис. 1). Арматурные блоки собирают из плоских сеток с помощью шарниров (рис. 2), изготовленных из проволоки на специальном приспособлении.

Шарнирное соединение арматурных элементов особенно удобно при недостатке производственных площадей. Армирование панелей таким способом позволяет на 30—40% сократить производственные и складские площади арматурных и формовочных цехов. Наружные стеновые панели с унифицированным армированием успешно прошли испытания по ГОСТ 8829—77 на Псковском ДСК.

Применение унифицированных арматурных блоков позволяет сократить расход металла на 47%. Годовая экономическая эффективность от внедрения унифицированного армирования панелей на Псковском ДСК при годовом объеме 32,4 тыс. м³ составит 87 тыс. р.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327.002.56

К. К. КВАРЦХАВА, инж. (ГрузНИИЭГС)

Датчик для измерения собственных напряжений в бетоне

Измерению собственных напряжений в бетоне в настоящее время уделяется большое внимание. Различные установки и приспособления, позволяющие определять усадочные или температурные напряжения в бетоне, сложны и в основном предназначены для исследования лабораторных образцов [1]. Приборы для непосредственного измерения собственных напряжений в бетоне должны отвечать следующим требованиям: реагировать только на напряжения и оставаться нечувствительными к свободным деформациям; показания не должны зависеть от изменения модуля упругости бетона; надежно сцепляться с бетоном для фиксации как сжимающих, так и растягивающих напряжений; иметь высокую чувствительность; обладать достаточно малыми размерами для использования в малогабаритных образцах и элементах конструкций без искажения напряженного состояния среды; позволять делать предварительную тарировку; обладать селективностью, т. е. реагировать на напряжения только в рабочем направлении; их показания не должны изменяться со временем от дрейфа нуля.

В ГрузНИИЭГС на основе магнитоупругого датчика* разработан малогабаритный прибор ДНБ-3, предназначенный для измерения собственных напряжений в бетоне. Его работа основана на магнитоупругом эффекте, который состоит в том, что под воздействием механических напряжений меняются магнитные свойства ферромагнитных материалов.

ДНБ-3 состоит из двух рядов чувствительных элементов-магнитопроводов, соединенных общей обмоткой (рис. 1). Под воздействием механических напряжений в стали магнитопровода возникают напряжения $\sigma_{ст}$, вызывающие изменение магнитной проницаемости стали. Это в свою очередь изменяет индуктивное сопротивление обмотки датчика, что фиксируется специальным прибором конструкции ГрузНИИЭГС. Магнитопровод изготовлен в форме замкнутого прямоугольника, две стороны которого имеют малые поперечные сечения по сравнению с другими (см. рис. 1). Это объясняется необходимостью сосредоточения наибольшей доли магнитного сопротивления магнитопровода на участках, совпадающих с направлением исследуемого напряжения для обеспечения наибольшей чувствительности элемента и сведения к минимуму поперечной чувствительности, а также для обеспечения надежного сцепления магнитопровода с бетоном. Для этой цели служат широкие концы магнитопроводов, выступающие с обеих сторон пресшпанового корпуса. Магнитопроводы расположены на некотором расстоянии друг от друга для проникновения цементного теста. При затвердевании бетона обеспечивается жесткое закрепление каждой пластины магнитопровода обоими концами, что создает достаточно чистые условия работы на сжатие и растяжение. Как показали эксперименты, на результатах измерений не сказывается изменение модуля упругости бетона — в любом случае в напряжение $\sigma_{ст}$ преобразуется напряжение σ, действующее в сцепленном со сталью участке бетона.

Возможность применения ДНБ-3 в качестве измерителя собственных напряжений бетона определяется тем, насколько ДНБ-3 соответствует предъявляемым требованиям.

Принципиально важными для измерения собственных напряжений являются два первых условия. Для проверки соответствия ДНБ-3 этим требованиям определили влияние на показания датчика температурных деформаций чувствительных элементов и изменение модуля упругости бетона [2]. Проверка влияния свободной температурной деформации на чувствительные элементы датчика заключалась в контроле его показаний при изменении температуры датчика от —70 до 140°С. Несмотря на то, что при этом возникали весьма значительные свободные деформации стальных чувствительных элементов датчика, отклонение его показаний было незначительно. Датчик практически не реагировал, поскольку свободные деформации не вызывали напряжений.

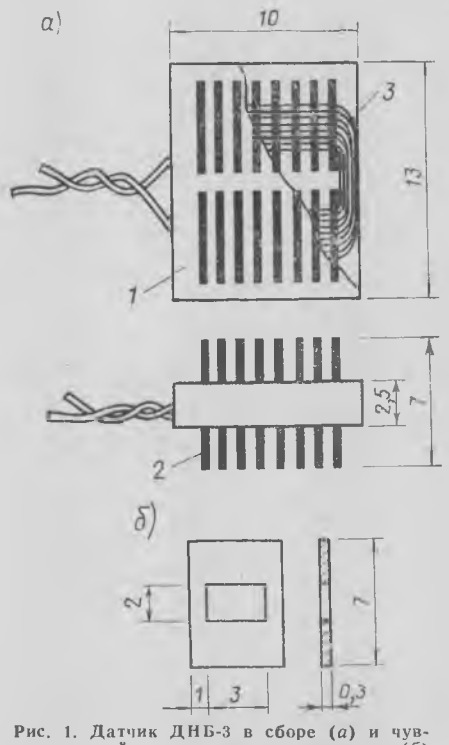


Рис. 1. Датчик ДНБ-3 в сборе (*а*) и чувствительный элемент — магнитопровод (*б*)
1 — пресшпановый корпус; *2* — магнитопровод; *3* — обмотка

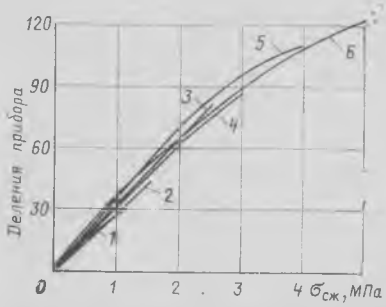


Рис. 2. Показания ДНБ-3 при испытаниях призмы из мелкозернистого бетона на сжатие в возрасте 3 (*1*), 7 (*2*), 10 (*3*), 14 (*4*), 21 (*5*) и 28 (*6*) сут

Особо важное значение имело определение влияния изменения модуля упругости бетона на показания датчика. Образцы из цементно-песчаного раствора с заложенными датчиками испытывали под нагрузкой в различном возрасте (рис. 2). Как видно из графика, напряжения, измеренные ДНБ-3, практически совпадают. Если предположить, что датчик реагирует на деформации, то результаты испытаний образцов различного возраста не должны были совпадать, поскольку модуль упругости образцов с 3 до 28 сут изменился примерно в 4 раза.

Для обеспечения надежного сцепления перед закладкой датчиков в бетон в их поверхность втирали цементное тесто из подготовленной бетонной смеси, так как иначе между пластинами элементов остается слой воздуха.

Чувствительность датчика можно менять в зависимости от марки стали магнитопроводов и числа витков обмотки. Используемые в настоящее время ДНБ-3 имеют чувствительность 0,025 МПа на одно деление прибора, показания линейны до 5 МПа.

Размеры датчика (13×10×7 мм) дают возможность использовать его для закладки в бетонные образцы и детали конструкций, практически не нарушая напряженного состояния элемента. Этому способствует и надежное сцепление датчика с бетоном. Селективность датчика обеспечивается формой магнитопровода и конструкцией датчика, позволяющей передавать усилия с бетона на стойки магнитопроводов только через выступающие из корпуса

* А. с. № 117160. Устройство для преобразования механических напряжений, возникающих в бетоне, в электрический сигнал. Б. Б. Тимофеев. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1959, № 1.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

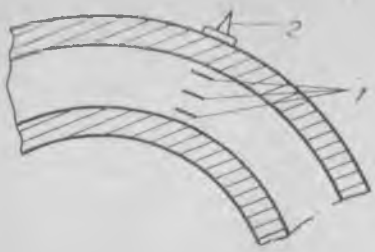


Рис. 3. Схема расположения датчиков в слое напрягающего цемента
1 — датчик; *2* — тензометр

концы, т. е. в рабочем направлении. Специальными экспериментами установлено, что чувствительность датчиков в направлении, перпендикулярном рабочему, составляет 8% чувствительности в рабочем направлении.

Тарировку датчиков (2—3 из серии) производили в стандартной бетонной призме при ее ступенчатом нагружении на прессе. Разница в показаниях датчиков одной серии составила 5%, поэтому тарировочная кривая может быть принята одинаковой для всей серии.

Величину дрейфа нуля датчиков определяли под действием постоянной нагрузки. В первые 6 мес отклонение составляло 5—8% (в зависимости от материала магнитопроводов) от максимальных показаний, в дальнейшем прирост отклонения был незначительным. Учитывая эту погрешность, можно вести наблюдения над развитием напряженного состояния бетонного элемента в течение длительного времени.

Убедительные доказательства того, что ДНБ-3 измеряет напряжения, а не деформации, получены в опытах по исследованию напряжений самообжатия в самонапряженных конструкциях. В рассматриваемом случае конструкция состояла из двух жестких коаксиальных цилиндров, зазор между которыми заполняли тестом из напрягающего цемента, который при твердении расширяясь вызывал обжатие внутреннего и растяжение внешнего цилиндров. Датчики закладывали в цементное тесто (рис. 3).

Установленные на поверхности наружного цилиндра индикаторы фиксировали растягивающие деформации, однако заложенные в зазоре датчики отмечали значительные сжимающие напряжения (несмотря на расширение зазора). Таким образом, при различных знаках деформации и напряжения датчик фиксировал именно напряжения сжатия, обусловленные несвободным расширением цементного теста.

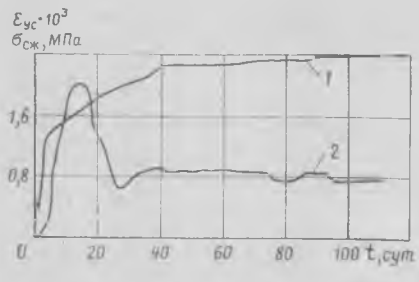


Рис. 4. Усадочные деформации и напряжения в образцах из мелкозернистого бетона при твердении на воздухе
1 — $\varepsilon_{ус}$; *2* — $\sigma_{сж}$

При исследовании усадочных напряжений в полимерных композициях датчики закладывали в образцы размером 4×4×16 см. В период усадки образцы различных составов резко различались по величинам деформаций и напряжений. При этом в образцах с наибольшей деформацией (до 4 мм) датчики ДНБ-3 регистрировали незначительные напряжения, и наоборот, минимальным деформациям соответствовали максимальные напряжения. Этот факт еще раз подтверждает, что абсолютное значение усадочных напряжений в полимерах определяется не величиной усадочной деформации, а той ее частью, которая не может проявиться вследствие образования жестких надмолекулярных структур.

Этими примерами не исчерпываются случаи, когда датчики ДНБ-3 фиксировали несовпадающую картину развития напряжений и деформаций. На рис. 4 показаны графики усадочных деформаций и напряжений в образцах из мелкозернистого бетона размером 10×10×40 см при твердении на воздухе. Деформации измеряли рычажными тензометрами, а напряжения — датчиками ДНБ-3, закладываемыми при бетонировании. В первые 2—3 сут, когда наблюдалась максимальная интенсивность усадочных деформаций, напряжения во внутренней зоне образцов были незначительны вследствие пластичности бетона. В дальнейшем напряжения резко возрастали, в то время как деформации затухали. Затем началась релаксация напряжений. При практически стабилизировавшейся деформации усадочные напряжения через 30—40 сут снизились примерно до 30% максимальных.

Во всех образцах в зависимости от материала и условий хранения менялись лишь количественные значения, но характер развития усадочных напряжений оставался неизменным. В образцах, хранившихся в воде, никаких внутренних напряжений не возникало.

В изгибаемой балке датчики были заложены вдоль двух противоположных сторон. При испытании на изгиб датчики, расположенные в верхней (сжатой) зоне фиксировали сжимающие напряжения, а в нижней — растягивающие. После этого положение балки изменили. Датчики поменялись местами, и снова в сжатой зоне датчики (ранее работавшие на растяжение) фиксировали сжимающие напряжения, а в растянутой — растягивающие.

Выводы

Результаты экспериментальной проверки характеристик датчика показали, что он отвечает основным требованиям, предъявляемым к измерителю собственных напряжений в бетоне. Датчик и измерительный прибор к нему отличаются дешевизной и простотой в изготовлении и эксплуатации. Это дает основание считать, что ДНБ-3 можно использовать для измерения собственных напряжений практически в любых бетонных элементах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Александровский С. В.** Экспериментально-теоретические исследования усадочных напряжений в бетоне. Структура, прочность и деформации бетонов. М., Стройиздат, 1966.
2. **Кварцхава К. К.** Исследование работы магнитоупругих датчиков для измерения напряжений в бетоне. — В сб. ГрузНИИЭГС, вып. 5, 1977.

Вопросы экономики

УДК 69.057.43

Ю. А. РОГАТИН, канд. техн. наук;
Н. Н. ТОЛПЕЖНИКОВА, инж. (НИИЖБ)

Экономическая эффективность клеевых стыков забивных составных свай

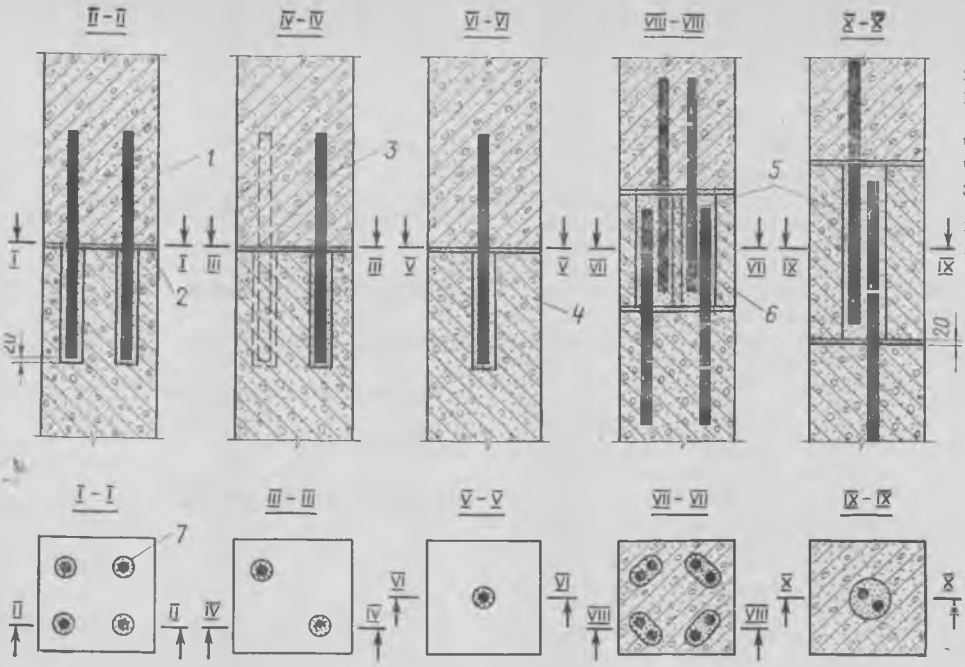
В современном фундаментостроении забивные железобетонные составные сваи находят применение при возведении объектов, основание которых на большую глубину (более 20 м) покоится на слабых грунтах. Существующие конструкции стыков таких свай характеризуются высокой металлоемкостью и трудоемкостью.

В НИИЖБ разработаны стыки сборных составных свай на специальных клеях [1]. Стыки типа I и IVa обеспечивают равнопрочное соединение сборных элементов сваи при действии изгибающего момента и внецентренного сжатия (растяжения) с любыми эксцентриситетами*. Стыки типа II, III и IV взаимозаменяемы по назначению — они создают равнопрочное соединение сборных элементов сваи при изгибе или при внецентренном сжатии (растяжении) с малыми эксцентриситетами. Кроме того, стыки типа IV (IVa) с промежуточным бетонным вкладышем специально разработаны для ведения работ в зимних условиях (см. рисунок).

При оценке экономической эффективности конструктивных решений клеевых стыков составных свай в качестве аналога был принят трубчатый стык сборной железобетонной сваи сечением 30×30 см с продольной рабочей арматурой из четырех стержней диаметром 14 мм из стали класса А-III. Данная конструкция стыка является наиболее эффективной по сравнению с болтовыми и сварными. В соответствии с действующими рабочими чертежами расход металла на стык-аналог в 2,5—5 раз больше, чем на конструкции клеевого стыка (см. таблицу). Кроме того, трубчатый стык требует защиты от агрессивных воздействий грунтовой среды, при этом приведенные затраты на 1 стык составляют примерно 2 р., а трудозатраты — около 6 чел.-ч. Клей же обладает высокой стойкостью к действию агрессивных сред, поэтому такой стык может применяться в любых грунтах.

* А. с. № 771271. Стыковое соединение сборных железобетонных элементов. В. А. Якушин, Е. М. Черковер, В. Ф. Соколова, Г. М. Лешин. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № ...

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru



Схемы конструктивных решений клеевых стыков составных свай
1 — верхний элемент; *2* — клеевой шов; *3* — арматурный стержень; *4* — нижний элемент; *5* — заполненный клеем канал; *6* — промежуточный элемент; *7* — заполненное клеем отверстие в бетоне

Основным показателем экономической эффективности конструктивного решения клеевого стыка являются приведенные затраты, определяемые согласно СН 509-78. Расчет забивных свай сечением 30×30 см с тем же армированием, что и у трубчатых, производили по изменяющимся элементам затрат для условий возможного ведения работ при различной температуре наружного воздуха.

Себестоимость стыков составных свай включала расчетную производственную себестоимость изготовления стыков, а также трудозатраты на стройплощадке. Производственную себестоимость определяли по Руководству [2]. Расчет затрат на стройплощадке производили с учетом дополнительных по сравнению со стыком-аналогом работ: при изготовлении порционного клея, включая его стоимость, подготовка поверхности и нанесение клея на торец нижнего элемента сваи и заполнение им отверстий, установка верхнего элемента сваи и уплотнение стыка забивкой.

Время приготовления клея, включая перемещение, — не более 6—8 мин. Работы по подготовке поверхности состоят из очистки от грязи и наплывов. Клей на торцевую поверхность нижнего элемента сваи наносят тонким слоем с заполнением всех отверстий стыка не менее чем на $^2/_3$ глубины. Верхний элемент сваи во время монтажа устанавливают в проектное положение с учетом полного погружения в соответствующие отверстия нижнего элемента. Стыковку сборных элементов сваи осуществляют сразу после нанесения клея по торцу нижнего элемента. Дальнейшую забивку состыкованных элементов сваи производят через 15 мин после набора клеем прочности (срок полимеризации — 20—40 мин).

В таблице даны основные технико-экономические показатели клеевых стыков (на 1 стык). Приведенные затраты клеевых стыков составных свай меньше, чем у трубчатых, в 2,5—3,3 раза в случае применения состава клея, предназначенного для положительных температур наружного воздуха. Использование клеевых стыков типа I—III при низких отрицательных температурах приводит к уменьшению экономического эффекта, который не превышает 15%. Приведенные затраты конструкции клеевого стыка типа IV равнозначны со стыком-аналогом, а типа IVa составляют около 90% от него. Суммарные трудозатраты по клеевым стыкам типа I—III в 3,2—6,5 раза меньше, чем аналогичные затраты для металлического трубчатого стыка; типа IV и IVa — соответственно в 1,15 и 1,05 раза.

Стоимость работ, связанных с применением клея при положительной температуре для стыков составных свай, изменяется от 0,37 (тип III) до 0,74 р. (тип I) и составляет около 20% общих затрат. В зимних условиях стоимость этих работ увеличивается почти на 40%, что связано в основном с удорожанием единицы массы клея. Общие трудозатраты по применению клея незначительны (не более 10% общих трудозатрат).

Расчеты показали, что конструкции с клеевыми стыками по основным технико-экономическим показателям эффективнее, чем с трубчатыми (см. таблицу). Стык типа I оказался наименее металлоемким, на него расходуется почти в 5 раз меньше стали, чем на трубчатый. Однако на стык типа III необходимо наименьшее количество порционного клея и только на 1% больше стали по сравнению со стыком типа I. Эта конструкция стыка характеризуется меньшими приведенными затратами и суммарными трудозатратами. Такой стык можно рекомендовать как наиболее эффективный для составных забивных свай, работающих при внецентренном сжатии с малыми эксцентриситетами. В том случае, когда конструктивное решение свайного куста или ленточного фундамента не позволяет выйти на внешнюю нагрузку свай с малым эксцентриситетом, по экономическим соображениям целесообразно применять клеевой стык типа I. При этом на него потребуется в 2 раза больше клея, а приведенные затраты и суммарные трудозатраты увеличатся соответственно на 30 и 16%. Эффективность использования стыков типа IV (IVa) следует оценивать в каждом конкретном случае возведения свайных фундаментов в зимнее время.

Показатели	Трубчатый стык	Тип стыка				
		I	II	III	IV	IVa
Расход стали, кг	18,8	3,79	4,77	3,84	9,89	10,44
Расход клея, кг	—	2,28	1,88	1,14	3,61	1,9
Расчетная стоимость, р.	6,36	0,87	1,02	0,8	3,11	3,44
Стоимость работ на монтаже по изменяющимся элементам затрат, р.	0,59* / 0,59	1,46 / 1,78	1,32 / 1,57	1,03 / 1,19	— / 2,82	— / 2,05
Удельные капвложения с учетом коэффициента эффективности $E_н = 0{,}15$, р.	0,95* / 0,95	0,45 / 0,56	0,44 / 0,54	0,3 / 0,36	— / 1,05	— / 0,62
Приведенные затраты, р.	7,01* / 7,01	2,78 / 3,21	2,78 / 3,13	2,13 / 2,35	— / 6,98	— / 6,11
Общие трудозатраты, чел.-ч	0,79	0,11	0,17	0,09	0,69	0,76

* Над чертой — при положительной температуре; под чертой — при отрицательной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Якушин В. А., Черноверов Е. М.** Конструкции стыков составных свай на синтетических клеях. — Бетон и железобетон, 1980, № 11.
2. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования. Конструкции промзданий. М., Стройиздат, 1976.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327.002.612(083.74)

А. В. ЯШИН, канд. техн. наук (НИИЖБ); В. А. БОГОСЛОВСКИЙ, инж. (Госстрой СССР)

Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

Утвержден и с 1 января 1982 г. вводится в действие разработанный НИИЖБ, ЦНИИС Минтрансстроя и ВНИИФТРИ ГОСТ 24452—80 «Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона».

Новый стандарт распространяется на все бетоны, применяемые в промышленном, энергетическом, транспортном, водохозяйственном, жилищно-гражданском и в других видах строительства, в том числе подвергающиеся нагреву, насыщению водой, нефтепродуктами и другими жидкостями.

Призменную прочность, модуль упругости и коэффициент Пуассона бетона необходимо определять, чтобы выполнить требования стандартов, технических условий или рабочих чертежей на конструкции и изделия. Соблюдение требований к призменной прочности, модулю упругости и коэффициенту Пуассона позволяет правильно оценивать надежность и экономичность возводимых зданий и сооружений. Единый государственный стандарт должен способствовать совершенствованию методов определения указанных характеристик бетонов всех видов.

В соответствии с ГОСТ определение указанных характеристик бетона производится путем постепенного (ступенями) нагружения образцов осевой сжимающей нагрузкой до разрушения P_p при определении призменной прочности и до уровня 0,3 P_p при определении модуля упругости и коэффициента Пуассона. Результаты испытаний позволяют получить наиболее достоверные значения указанных характеристик и правильно учитывать их при расчете конструкций.

В разделе «Методы изготовления и отбора образцов» устанавливается единый порядок отбора проб и изготовление образцов из смеси либо их выбуривания или выпиливания из изделий, конструкций и сооружений. Стандартные образцы должны приниматься в виде призм квадратного или цилиндров круглого сечения. В зависимости от крупности заполнителей, назначения и вида конструкций и изделий их ширина (диаметр) a (d) равняется 70, 100, 150, 200 и 300 мм с отношением высоты $H/a=4$.

Последнее требование связано с устранением влияния краевого эффекта при сжатии, который проявляется при меньших отношениях H/a. При отношении высоты образца к его ширине (диаметру), равном 4, этим влиянием можно пренебречь. Размеры образцов поставлены в зависимость от наибольшей крупности заполнителей для осреднения напряжений и деформаций. Хотя зачастую влияние масштаба на определяемые величины при плотности (объемной массе) бетона, отличающейся не более на 2%, составляет до 5%, на практике наблюдаются большие отклонения, поэтому за базовый принят образец размером 150×150×600 мм. Отклонения размеров и формы образцов от номинальных, неплоскостность их опорных поверхностей, прилегающих к плитам пресса, а также неперпендикулярность опорных и боковых поверхностей сильно сказываются на результатах испытания, поэтому требования в отношении этих отклонений не должны превышать значений, принятых в ГОСТ 10180—78.

Правила выдерживания образцов и сроки испытаний принимают по ГОСТ 10180—78, если нет других требований, предусмотренных стандартами, техническими условиями или рабочими чертежами. Сроки испытания должны соответствовать, как правило, срокам достижения проектной марки бетона. Чтобы уберечь высверленные или выбуренные из изделий образцы от высыхания, необходимо до испытания держать их под влажной тканью (если не предусмотрено других условий твердения по ГОСТ 10180—78).

В разделе «Оборудование и приборы» приводятся требования к испытательным машинам (прессам), приспособлениям и приборам для измерения деформаций, а также к формам для изготовления образцов.

В процессе нагружения предусмотрены стационарно установленные механические (рычажно-стрелочные и индикаторные), оптикомеханические и электромеханические и другие приборы (по ГОСТ 9696—61, 577—68 и 18957—73), обеспечивающие при принятых базах точность измерения относительных деформаций не ниже $1 \cdot 10^{-5}$.

В разделе «Подготовка к испытаниям» показан порядок фиксации отклонений формы и размеров образцов от номинальных, плотности (объемной массы) и весовой влажности, баз измерений и необходимых разметочных линий.

Для увеличения надежности измерений и устранения побочных эффектов от влияния сил трения по контакту, неоднородности бетона, внутреннего поля напряжений и их взаимодействия база измерения продольных деформаций должна быть не больше 2/3 высоты образца и не менее 2,5 наибольшего размера заполнителя, а также не менее 50 и 100 мм соответственно при использовании проволочных тензорезисторов (ГОСТ 21616—76) и других приборов.

Требования по определению плотности (объемной массы) и влажности в момент испытания относятся в первую очередь к бетонам на пористых заполнителях, ячеистым, с добавками, в том числе воздухововлекающими. Для этих бетонов определяемые по настоящему стандарту величины существенно зависят от их плотности и влажности.

В разделе «Проведение испытаний» содержатся требования к проверке стабильности показаний измерительных приборов, методике нагружения образцов.

С целью повышения точности измерения усилия при определении модуля упругости бетона и коэффициента Пуассона при проведении испытаний шкалу силоизмерителя машины (пресса) требуется установить таким образом, чтобы ожидаемое значение разрушающей нагрузки при испытании образца находилось в интервале 70—90% максимальной нагрузки, допускаемой выбранной шкалой. В этом случае значение нагрузки $P_1=0{,}3xP_p$, при которой определяются E и μ, будет находиться в интервале 21—27% максимальной нагрузки, допускаемой выбранной шкалой. При определении призменной прочности сохранены требования ГОСТ 10180—78 в отношении шкалы силоизмерителя машины (пресса).

Для сохранения единой методики центрирования при определении призменной прочности бетона, модуля упругости и коэффициента Пуассона, которая может влиять на эти величины, нагрузку на образцы до (40±5%) P_p необходимо прилагать ступенями, равными 10% ожидаемой разрушающей, сохраняя в пределах каждой ступени скорость нагружения 0,6—0,2 МПа, принятую по ГОСТ 10180—78.

Чтобы из полных деформаций выделить упруго-мгновенные продольные ε_{1y} и поперечные ε_{2y} и возможно более точно определить модуль упругости и коэффициент Пуассона, на каждой ступени производится выдержка нагрузки от 4 до 5 мин (при нагреве до 15 мин), снимаются показания шкалы приборов в начале и в конце выдержки. Такая методика нагружения по сравнению с непрерывным позволяет с меньшей погрешностью определить модуль упругости бетона и коэффициент Пуассона по замеренным упруго-мгновенным деформациям.

В разделе «Обработка результатов» приведены основные требования к вычислению средних значений призменной прочности $R_{pm}=P_p/F$, модуля упругости $E_б=\sigma_1/\varepsilon_{1y}$ и коэффициента Пуассона $\mu=\varepsilon_{2y}/\varepsilon_{1y}$, порядку отбраковки аномальных результатов по этим величинам, полученным после проведения испытаний. Отбраковку результатов испытаний серии из трех образцов проводят по ГОСТ 10180—78.

В настоящий стандарт включено 6 приложений, из них 2 обязательные, 3 рекомендуемые и 1 справочное.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Библиография

УДК 691.022—413:624.078(06)

Книга о стыковых соединениях панельных конструкций

Горачек Е., Лишак В. И., Пуме Д., Драгилев И. И., Камейко В. А., Морозов Н. В., Цимблер В. Г. Прочность и жесткость стыковых соединений панельных конструкций (Опыт СССР и ЧССР). М., Стройиздат, 1980, 12 п. л., ил. 110, табл. 30, список лит.: 76 назв.

Прочностные и деформативные характеристики стыковых соединений бетонных и железобетонных конструкций являются основными параметрами, необходимыми для расчета и проектирования панельных зданий. В изданной монографии впервые систематизированы экспериментальные исследования прочности и жесткости стыков, что представляет большой интерес для научных и инженерно-технических работников, занимающихся панельным домостроением.

Книга в доходчивой форме знакомит с результатами исследований, которые дают обоснование основным расчетным положениям, принятым в Инструкции по проектированию конструкций панельных зданий (ВСН 32-77). Особый интерес представляет публикация работ чехословацких специалистов, которые знакомят советского читателя с применяемыми в ЧССР типами стыковых соединений в панельных зданиях, методами их исследований и расчета.

Книга состоит из краткого предисловия и четырех глав.

В первой главе наряду с требованиями к прочности и жесткости, предъявляемыми к стыковым соединениям, излагается методика расчета по определению различного рода действующих на стыки усилий, включая учет действия аварийных нагрузок.

Во второй главе рассматривается прочность и жесткость вертикальных стыковых соединений стеновых панелей при воздействии сдвигающих усилий.

В третьей главе приводятся результаты исследования различных типов горизонтальных стыковых соединений панелей внутренних стен и перекрытий. Рассматривается работа платформенного и контактного стыков под нагрузкой, а также влияние на их прочность и деформативность растворного шва. Приводятся исследования и даются рекомендации по повышению прочности стыковых соединений. Описаны конструктивные решения и анализируются результаты испытаний платформенных стыков, выполненных с замоноличиванием бетоном зазора между торцами перекрытий.

Четвертая глава посвящается исследованиям стыковых соединений наружных стеновых панелей с перекрытиями. Подробно излагаются работы по изучению платформенных стыков с односторонним опиранием перекрытий, а также комбинированных соединений, и на основе экспериментальных данных предлагаются рекомендации по их расчету.

Книга достаточно полно и наглядно иллюстрирована. В ней приведен большой библиографический материал по исследованию стыковых соединений, проведенных в СССР, ЧССР, Дании, Франции, Англии, Греции и других странах.

К недостаткам книги следует отнести отсутствие исследований о влиянии на прочность и жесткость стыковых соединений различного рода отклонений от проекта, которые часто встречаются в строительной практике. К сожалению, по этому вопросу в книге отсутствует весьма важный в практическом отношении материал, собранный МНИИТЭПом в результате многолетних наблюдений за массовым строительством крупнопанельных зданий в Москве.

В целом книга последовательно и доходчиво знакомит читателя с современными методами исследований, расчета и проектирования стыковых соединений и явится хорошим пособием для специалистов научно-исследовательских, учебных и проектных институтов, работающих в области сборного домостроения.

Г. Т. МОЩЕВИТИН, канд. техн. наук

Зарубежный опыт

УДК 728:625.711.3

В. Н. ГАРАНИН, канд. техн. наук (МИСИ)

Автострада внутри жилых зданий

Один из районов западноберлинского сектора Вильмерсдорф в последнее время привлек к себе внимание не только туристов, но и специалистов. на Шлангенбадерштрассе в течение четырех лет был построен крупный объект, объединяющий в себе двухтеррасный 15-этажный жилой блок, внутри которого расположены два замкнутых туннеля участка автострады длиной 600 м, проходящей через территорию Западного Берлина (см. рисунок). Авторы проекта преследовали цель не нарушать целостности районной архитектурной планировки, что неизбежно возникает при наземном прохождении автострады в черте города. Подобное решение впервые нашло применение в европейской практике строительства.

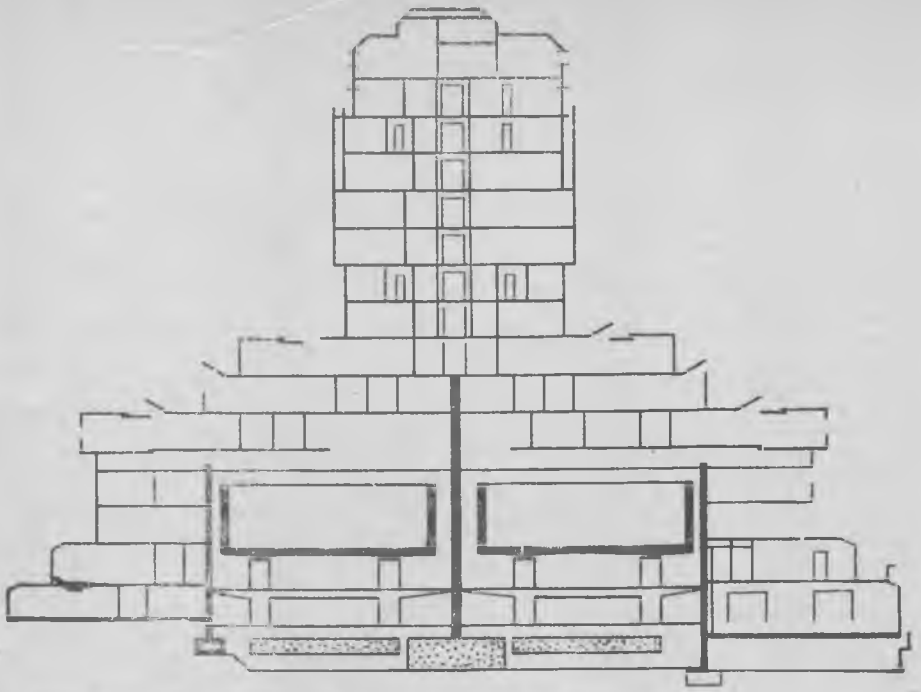
На сложность и оригинальность проекта данного объекта указывает и тот факт, что его разработка и обсуждение проводились в течение почти пяти лет. Многочисленные противники проекта сомневались в абсолютной защите проживающих граждан от динамических и звуковых воздействий, неизбежно возникающих при движении автомобилей. Наличие песчаных грунтов в основании делали их доводы более убедительными.

И все же в 1980 г. объект был построен.

При осуществлении проекта наряду с другими возникли расчетные и конструктивные проблемы. По предложению Ф. Леонгардта и Б. Андре, туннели автострады были выполнены в монолитном железобетоне без деформационных швов. Для обеспечения трещиностойкости конструкций проезжей части, стен и перекрытий было использовано предварительное натяжение арматуры. Контролируемое напряжение при этом составляло 0,9 II/мм². В перекрытии была применена жесткая арматура. Это решение имеет технические и экономические достоинства.

Туннель представляет собой монолитную железобетонную конструкцию коробчатого сечения, опирающуюся через

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru



Жилой блок с автострадой на Шлангенбадерштрассе в Западном Берлине

каждые 5—8 м на отдельные опоры. Наряду с конструктивными и функциональными требованиями, предъявляемыми к конструкции туннеля, при его строительстве были выполнены дополнительные условия: высокая пожаростойкость (около 1200°С), восприятие сосредоточенных нагрузок до 900 кН, отсутствие трещин, особая конструкция опор.

Чтобы препятствовать проникновению шума в жилые помещения, автострада была разделена на два туннеля, изолированных от конструкций опор мягким упругим материалом «Ваургеп», который, по мнению авторов проекта, обеспечивает достаточную звукоизоляцию и обладает способностью воспринимать значительные нагрузки и температурные деформации конструкций туннелей. «Ваургеп» представляет собой синтетический каучук, полученный на основе полихлоропрена. Он обладает в значительной степени упругими свойствами, высокой прочностью на сжатие и растяжение, устойчив к воздействию атмосферных воздействий.

Рассмотренное конструктивное решение не является в настоящее время широко распространенным и может найти применение в условиях стесненной городской застройки.

УДК 691.327:666.973.5.004.12.311

Новиков Б. А., Кузнецов Ю. Б., Левин Н. И. **Статистический анализ производства ячеистых бетонов и их однородности.** — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 3—4.

Приводится сравнительная оценка качества ячеистого бетона по коэффициенту конструктивного качества ($K_к = \frac{R}{\gamma^2}$) и коэффициентам вариации показателей плотности и прочности.

Показано, что наиболее полно качество изготовляемого ячеистого бетона определяется статистическими показателями плотности и прочности. Кроме того, статистический метод позволяет объективно, расчетным путем оценить долю некондиции по плотности и брака по прочности. Ил. 2, табл. 1.

УДК 691.327:666.973.5

Неавтоклавные ячеистые бетоны с керамзитовым гравием и золошлаковой смесью./Авт.: К. Э. Горяйнов, А. Н. Счастный, В. Б. Коновалов, Р. И. Чанышева. — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 10—11.

Приведены данные по технологии получения прессованного неавтоклавного ячеистого бетона на легком заполнителе с коэффициентом конструктивного качества до 143. Табл. 3.

УДК 691.327:666.973.5:728

Коровкевич В. В. **Жилые дома с комплексным применением ячеистых бетонов.** — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 11—12.

Комплексное применение автоклавных бетонов в жилищно-гражданском строительстве экономично во всех районах, особенно в северо-восточных. Использование резервов автоклавной промышленности страны за пятилетний период позволяет дополнительно построить 16,6 млн. м² общей площади. Ил. 2, табл. 1.

УДК 691.327:666.973.5—46—412

Объемные блоки из ячеистых бетонов/Я. М. Поплавский с, Ж. Б. Соловей, А. И. Фингрут, Р. Лепп. — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 14—15.

Описаны работы ЛенЗНИИЭП и НИИПИСиликатобетон по конструированию, исследованиям и строительству экспериментального жилого дома из составных ячеистобетонных блок-комнат. Приведены основные параметры блоков. Ил. 2.

УДК 624:691.327:666.973.5.012.35:69.059.4

Силаенков Е. С. **Долговечность конструкций из ячеистого бетона** — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 18—19.

Описываются мероприятия по повышению трещиностойкости панелей из ячеистых бетонов, предотвращению коррозии стальной арматуры в них и по регламентации требований к отделке. Комплекс этих мероприятий позволил применять цельноформованные газозолобетонные панели на две комнаты в 16-этажных зданиях. Ил. 2

УДК 691—422.2:666.973.2:666.64—492.3

Керамзитобетонные стропильные балки/В. В. Габрусенко, И. Н. Бутвиловский, В. А. Якушин, В. В. Строков. — Бетон и железобетон, 1981, № 6, с. 20—21.

Описана конструкция керамзитобетонных балок прямоугольного сечения пролетами 6, 9 и 12 м, запроектированных различно в зависимости от степени агрессивности среды. Приведены результаты испытаний балок. Показана целесообразность их применения в районах, бедных естественным заполнителем. Табл. 2, ил. 3.

УДК 69.022.36

Укялис Г. С., Клевцов В. А. **Предварительно напряженные перемычки для зданий с кирпичными стенами.** — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 21—22.

Приводятся данные о конструкции и результатах испытаний предварительно напряженных перемычек. Сопоставляется расход стали перемычек предварительно напряженных и с обычной арматурой. Табл. 1, ил. 2.

УДК 691.327:539.4

Лещинский А. М. **Влияние тепловой обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона.** — Бетон и железобетона, 1981, № 7, с. 22—23.

Описаны результаты оценки влияния тепловлажностной обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона сборных железобетонных изделий, формуемых на виброплощадках. Показано, что бетон изделий, пропариваемых в ямных камерах, наряду с систематической разнопрочностью характеризуется в ряде случаев систематически различным партионным коэффициентом вариации прочности в разных зонах. Табл. 1, список лит.: 5 назв.

УДК 666.9.046

Оптимизация тепловлажностной обработки бетонов с помощью добавок./Б. Е. Рапопорт, В. Б. Ратинов, Т. И. Розенберг и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 24—25.

Исследована возможность использования комплексных добавок для существенного снижения энергозатрат при тепловлажностной обработке железобетонных изделий. Установлено, что введение ННХК и С-3 в оптимальных дозах позволяет при сохранении одинаковой подвижности бетонной смеси снизить температуру изотермического прогрева бетона с 80 до 40°С с получением изделий заданной прочности. При этом в результате оптимизации условий твердения бетона улучшаются его структурно-механические свойства и кинетика набора прочности. Ил. 2, табл. 2, список лит.: 2 назв.

УДК 691.327.002.56

Кварцхава К. К. **Датчик для измерения собственных напряжений в бетоне.** — Бетон и железобетон 1981, № 7, с. 26—27.

Приведены результаты исследования возможности использования магнитоупругих датчиков, разработанных в ГрузНИИЭГС, для измерения напряжений в бетоне.

Описаны принцип действия и конструкция датчика. Проведены специальные исследования для выявления свойств датчика, а также результаты некоторых экспериментов, доказывающих его способность измерять напряжения, а не деформации. Исследования показали, что описываемые датчики могут быть с успехом использованы для измерения собственных напряжений в бетоне. Ил. 4, список лит.: 2 назв.

УДК 69.057.43

Рогатин Ю. А., Толпежникова Н. Н. **Экономическая эффективность клеевых стыков забивных составных свай.** — Бетон и железобетон, 1981, № 8, с. 27—28.

Рассмотрена экономическая эффективность различных конструктивных решений клеевых стыков составных железобетонных свай и определены области их рационального применения. Ил. 1, табл. 1, список лит.: 4 назв

УДК 691.327.002.612(083.74)

Яшин А. В., Богословский В. А. **Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.** — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 29.

Дается краткое обоснование основных положений нового стандарта — ГОСТ 24152—80 «Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона», касающегося методов определения важнейших показателей свойств бетона.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Cellular concretes in the II — th five — year plan

Novikov B. A., Kuznetsov Y. B., Levin N. I. Statistical analysis of the cellular concretes production and their homogeneity

Dombrovsky A. V. New equipment for steam cured cellular concrete plants

Aving P. V., Igeva A. P. Reserves for intensification of cellular concrete production

Baranov A. T. Improvement of cellular concrete properties

Goryainov K. A., Schastny A. N., Konovalov V. B., Tchanysheva R. I. Non — steam cured cellular concretes with expanded clay gravel aggregate and ash — slag mixture

Korovkevitch V. V. Houses with complex using of cellular concretes

Botchkov V. I., Parmenov V. A. Flow construction of houses with cellular concrete structures

Paplavskis Y. M., Solovej Z. B., Fingrut A. I., Lepp R. Cellular concrete spatial blocks

Belkin Y. M., Khaimsky Z. M. Optimum conditions of cellular concrete products autoclave treatment

Knigina G. I. Destruction prediction in aerated concrete wall panels

Silayenkov Y. S. Durability of cellular concrete constructions

Gabrusenko V. V., Butvilovsky I. I., Yakushin V. A., Strokov V. V. Expanded clay lightweight concrete rafter beam

Ukyalis G. S., Klevtsov V. A. Prestressed lintels for buildings with brick walls

Rapoport B. Y., Ratinov B. V., Rosenberg T. I., Kryzhanovsky I. I., Ivanov F. M. Optimization of heat — and — moisture treatment of concretes with the help of admixtures

Kvartzhava K. K. A pick — up for natural stress measurement in concrete

CONTENU

Les bétons cellulaires dans le II — eme quinquennat

Novikov B. A., Kouznetsov Y. B., Levine N. I. L'analyse statistique de la production des bétons cellulaires et de leure homogénéité

Dombrovsky A. V. Le nouvel équipement pour les usines produisant les bétons cellulaires autoclaves

Eving P. V., Jygheva A. P. Les réserves de l'intensification de la production des bétons cellulaires

Baranov A. T. L'amélioration des propriétés du béton cellulaire

Goriajnov K. E., Stchastnyj A. N., Konovalov V. B., Tchanycheva R. I. Les bétons cellulaires non — autoclaves avec des graviers en kéramsite et le melange cendres — laitier

Korovkevitch V. V. Les bâtiments d'habitation construits avec l'application complexe des bétons cellulaires

Botchkov V. I., Parmenov V. A. La construction continue des bâtiments avec les structures en bétons cellulaires

Paplavskis Ja. M., Solovej J. B., Phingrout A. I., Lepp R. Les unités volumétriques en bétons cellulaires

Belkine Ja. M., Kaïmskyj Z. M. Les régimes optimaux du traitement autoclave des produits en béton cellulaire

Knighina G. I. La prévision de la destruction dans les panneaux muraux en béton de gaz.

Silaenkov E. S. La durabilité des structures en béton cellulaire

Gabroussenko V. V., Boutvilovsky I. I., Jakouchine V. A., Strokov V. V. Les poutres en chevrons produites en béton de kéramsite

Oukialis G. S., Klevtsov V. A. Les cloisons précontraintes pour les bâtiments avec des murs en briques

Rapoport B. E., Ratinov B. V., Rozenberg T. I., Kryzhanovsky I. I., Ivanov Ph. M. L'optimisation du traitement thermo — humide des bétons à l'aide des adjuvants

Kvartskhava K. K. Le capteur pour mesurer les propres contraintes dans le béton

INHALT

Zellenbetone im elften Jahrfunft

Nowikow B. A., Kusnezow Ju. B., Lewin N. I. Statistische Produktionsanalyse von Zellenbetonen und ihrer Gleichartigkeit

Dombrowski A. W. Neue Einrichtung für Autoklavzellenbetonwerke

Ewing P. W., Jygewa A. P. Reserven für Intensivierung der Herstellung von Zellenbetonen

Baranow A. T. Verbesserung der Eigenschaften von Zellenbetonen

Gorjajnow K. E., Stschastnyj A. N., Konowalow W. B., Tschanyschewa R. I. Nichtautoklavzellenbetone mit Keramsitkies und Aschenschlackenmischung

Korowkewitsch W. W. Wohngebäude mit Komplexanwendung von Zellenbetonen

Botschkow W. I., Parmenow W. A. Fliessbauweise von Häusern mit Konstruktionen aus Zellenbetonen

Paplawskis Ja. M., Solowej Sh. B., Fingrut A. I., Lepp R. Raumblocke aus Zellenbetonen

Belkin Ja. M., Chaimski S. M. Optimale Autoklavbehandlungsverfahren von Erzeugnissen aus Zellenbeton

Knigina G. I. Vorausbestimmung der Destruktion in Wandplatten aus Gasbeton

Silajenkow Eu. S. Lebensdauer der Konstruktionen aus Zellenbeton

Gabrussenko W. W., Butwilowski I. I., Jakuschin W. A., Strokow W. W. Keramsitbetondachsparren

Ukjalis G. S., Klewzow W. A. Vorgespannte Stürzen für Gebäude mit Ziegelwänden

Rapopoth B. E., Ratinow B. W., Rosenberg T. I., Kryshanowski I. I., Iwanow F. M. Optimierung der Warmfeuchtbehandlung von Betonen mittels der Zusatzstoffe

Kwarzchawa K. K. Geber für Messung der Eigenspannungen im Beton

Редакционная коллегия: **И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, А. С. Векшин, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Деменюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов** (главный редактор), **В. М. Москвин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, Б. Я. Рискинд, С. И. Сименко, В. В. Судаков, Д. М. Чудновский, А. А. Шлыков** (зам. главного редактора)

Технический редактор *Сангурова Е. Л.* Корректор *Стигнеева О. В.*

Сдано в набор 15.06.81. Подписано в печать 09.07.81. Т-20154
Формат 60×90¹/₈ Печать высокая Усл. печ. л. 4,0 Уч.-изд. л. 5,93
Тираж 18 385 экз. Заказ 304

Адрес редакции:
101442, ГСП, Москва, К-6, Каляевская, 23а
Тел. 258-18-54, 258-24-76

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Авторские свидетельства

№ 25*

№ 745682. В. К. Синяков, В. Г. Ефремов и И. Е. Ходырев. ВНИИгидротехники и мелиорации. **Устройство для уплотнения бетонной смеси.**

№ 745688. И. Н. Хилько, И. В. Поперечный и Г. Н. Молчанов. НИЛ Мехстрой Главкиевгорстроя. **Установка для виброуплотнения бетона в формах.**

№ 745689. С. С. Спивак, В. Ф. Куницын, Г. В. Батанин и В. П. Бочаров. Конструкторско-технологическое производство Главташкентстроя. **Установка для формования железобетонных изделий.**

№ 745691. Ю. А. Родионов, А. Н. Коновалов и О. В. Ким. Завод КПД № 1 Главташкентстроя. **Установка для отделки поверхностей бетонных и железобетонных изделий.**

№ 745698. М. Н. Куделко. Минский филиал КТБ Стройиндустрия. **Центрифуга для формования тел вращения преимущественно из бетонных смесей.**

№ 745885. И. И. Мацевич, И. И. Новицкий, Л. П. Зайцева и др. КТБ с опытным производством при ИСиА БССР и СМТ Энергостроймонтаж. **Установка для пропитки бетонных изделий.**

№ 746021. О. А. Еремин, Б. А. Постников, А. Д. Николаев и др. ВНИИземмаш. **Устройство для укладки герметика в свежеуложенное бетонное покрытие.**

№ 746042. А. А. Смоляр. Гидропроект. **Устройство для бетонирования свай оболочек.**

№ 746062. В. В. Филимонов, П. М. Санкин, М. Е. Ерухимович. СКБ-Мосстрой. **Машина для заглаживания бетонных поверхностей.**

№ 746065. С. П. Голиков. **Устройство для предварительного напряжения строительных конструкций.**

№ 746066. А. А. Ковалевский, С. Б. Ольховский, А. Н. Шуранов и Н. Д. Ашихмин. Дальневосточный Промстройниипроект. **Стенд для укладки и натяжения арматуры.**

№ 746067. Е. Н. Антонов, А. П. Васильев, В. А. Лебедев и Ф. А. Шершнев. ЛИИЖТ. **Сборная железобетонная оболочка.**

№ 26

№ 747721. В. Г. Градецкий, А. Н. Лялинов и А. В. Синев. Гипроинеметаллоруд и НИИ интроскопии. **Устройство для управления виброплощадкой.**

№ 747725. М. М. Кабан. **Устройство для изготовления железобетонных изделий.**

№ 747726. М. Н. Собенников и Е. С. Дятлов. Завод ЖБИ № 5 комбината Братскжелезобетон. **Устройство для отделки поверхности строительных изделий.**

№ 747836. С. Ф. Бугрим, С. В. Дубинина и Е. И. Слепокуров. Северный филиал ВНИИ по строительству магистральных трубопроводов. **Способ изготовления легкобетонных изделий.**

№ 747838. П. А. Полищук и Л. Н. Кожухова. ВНИИПИ вторичных цветных металлов. **Огнеупорная бетонная смесь.**

№ 747841. С. Н. Попченко, А. М. Кисина, В. И. Куценко и др. ВНИИГ им. Веденеева. **Способ изготовления железобетонных плит покрытия.**

№ 747842. Г. А. Джамгаров, А. И. Пижов, Б. А. Крылов и Б. А. Глухов. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. **Устройство для тепловой обработки бетонных и железобетонных конструкций.**

№ 747936. В. А. Необердин и С. И. Охман. **Устройство для отламывания оголовков железобетонных свай.**

№ 747953. В. М. Черемис, Б. С. Золотарев и А. В. Иванов. Главное управление Киевпроекта. **Наружная стеновая панель крупнопанельных зданий.**

№ 747954. В. Н. Байков, Г. М. Ефремов и Б. В. Попов. МИСИ. **Пространственное покрытие зданий и сооружений.**

№ 747960. И. Ш. Плотинский и Л. П. Тимофеенко. Главное управление Киевпроекта. **Строительный стеновой блок.**

№ 747961. Ю. В. Покровский, В. В. Федоров, М. М. Карбачинский и др. ЦНИИПромзданий. **Трехслойная панель ограждения.**

№ 747962. В. С. Эвентов и И. А. Казанцев. ЛенЗНИИЭП. **Стеновая панель.**

№ 747963. А. Т. Паринов. **Железобетонная балка.**

№ 747967. А. С. Барчук, В. Г. Гаркавенко, А. И. Нудный и А. Я. Кацман. НИИСП. **Установка для набрызга бетонной смеси.**

№ 747969. И. И. Порошин, В. Д. Лихачев, Б. Я. Грувер и др. Донецкий Промстройниипроект. **Объемно-переставная опалубка.**

№ 749970. В. П. Муранов и В. А. Петров. **Устройство для отрыва щита опалубки от бетона.**

№ 27

№ 749663. В. А. Малышев. **Установка для формования бетонных смесей.**

№ 749665. Э. М. Дервинскас, И. Е. Ходырев, В. Г. Ефремов и Э. Я. Дон. Союзводпроект. **Установка для сборки и разборки форм при изготовлении трубчатых изделий из бетонных смесей преимущественно центрифугированием.**

№ 749666. В. К. Чистяков, А. Р. Машин, К. Н. Федоров и др. **Установка для приготовления бетонной смеси.**

№ 749667. В. Г. Воронов, В. И. Нестеренко и В. М. Шкоп. Харьковский политехнический ин-т. **Способ управления режимом тепловлажностной обработки бетона.**

№ 749811. В. И. Романов, В. Г. Брагинский, З. И. Богомаз и др. Донецкий Промстройниипроект. **Бетонная смесь для изготовления строительных изделий.**

№ 749812. Л. Б. Хорошавин, В. И. Попова, К. В. Симонов и др. Восточный НИИПИ огнеупорной промышленности. **Сырьевая смесь для приготовления огнеупорного бетона.**

№ 749976. В. С. Могильный, А. М. Чернухин, Э. С. Митьков и др. НИИСП. **Объемный арматурный каркас монолитной железобетонной стены в грунте.**

№ 749977. М. П. Янкулин, А. Л. Филахтов, С. М. Пенкисович и др. НИИСП и Укрводоканалпроект. **Способ возведения сборной железобетонной многоярусной стены в грунте.**

№ 749983. Н. Н. Качейшвили, Е. А. Марджанишвили и Г. В. Кизирия. ЗНИИЭП. **Фундамент здания, сооружения.**

№ 749999. М. И. Ерошевский. МИСИ. **Устройство для монтажа панельных зданий и сооружений.**

№ 750006. В. Л. Морозенский, Ю. К. Пижов и А. В. Рязанов. ЛенЗНИИЭП. **Плита перекрытия.**

№ 750012. В. А. Червонобаба, Л. И. Бунивер, Г. Ш. Бершадский и др. Макеевский инженерно-строительный ин-т и КТБ Укртяжстройиндустрия. **Захват для натяжения стержневой арматуры периодического профиля.**

---

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Авторские свидетельства

№ 750018. Н. К. Карапетов, А. Л. Ционский, Д. Н. Гамза и др. Индустройпроект и НИИЖБ. **Устройство для нанесения пневмонабрызгом защитного слоя на железобетонные изделия.**

№ 750019. А. А. Чече, А. В. Матвеев, П. И. Голубко и др. ИСиА Госстроя БССР, КТБ с опытным производством при ИСиА и завод КПД № 2 Минского ПО индустриального домостроения. **Устройство для изготовления арматурных каркасов.**

№ 750020. А. А. Якушев, Н. А. Минин и В. И. Трохин. КБ по железобетону Госстроя РСФСР. **Способ изготовления предварительно напряженных плоских железобетонных изделий и устройство для его осуществления.**

№ 750021. Л. А. Баранов, Г. М. Еремеев, А. А. Кирста и др. МИИТ и СКБ Главстройпрома. **Устройство для контроля натяжения арматуры.**

№ 750022. А. Л. Анистратенко и С. Д. Малашенко. **Устройство для электронагрева арматурных стержней.**

№ 750024. А. А. Цейтлин, Т. Ф. Гордеева и О. А. Козодой. НИИСК. **Бескаркасное здание.**

№ 750025. Е. В. Чепига. ЭКБ по железобетону. **Резервуар для хранения сжиженных газов.**

№ 750032. Ф. В. Сапожников, А. С. Кубанейшвили, В. Б. Бондаренко и Ф. Г. Меладзе. ГрузНИИЭГ. **Сборная башенная конструкция.**

№ 28

№ 751629. И. Ф. Руденко, Ю. С. Хечанов, А. С. Зурабян и С. А Селиванова. НИИЖБ. **Способ непрерывного формования изделий из бетонной смеси и устройство для его осуществления. Способ непрерывного формования изделий из бетонной смеси и устройство для его осуществления.**

№ 751630. Г. И. Холодинский, М. Р. Пресс. ИСиА Госстроя БССР. **Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей.**

№ 751632. В. А. Отмахов, В. А. Кочетов, А. Я. Михин и др. Горновский завод Спецжелезобетон. **Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 751633. С. С. Беренсон, Э. С. Лифшиц, Г. И. Зембовский и Э. М. Чурбанов. ЦНИИЭП жилища. **Форма для изготовления строительных изделий.**

№ 751639. В. Я. Морев, А. Н. Лотков, В. А. Берин и В. Л. Басс. Ярославский Промстройпроект. **Форма для изготовления безнапорных труб из бетонных смесей.**

№ 751803. А. А. Якушев, В. А. Болтинский, Н. А. Минин и др. КБ по железобетону. **Устройство для тепловой обработки плоских железобетонных изделий.**

№ 751886. В. К. Синяков, В. Г. Ефремов и И. Е. Ходырев. ВНИИгидротехники и мелиорации. **Бетоноукладчик.**

№ 751935. В. И. Редькин и А. Н. Гетиор. Центральный научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т механизации и электрификации животноводства Южной зоны СССР. **Предварительно напряженная несущая балка.**

№ 751937. В. И. Кулиш, В. Е. Казаринов. Хабаровский политехнический ин-т. **Устройство для анкеровки пучка арматуры.**

№ 751940. Е. М. Каганович, А. Р. Исак, Б. И. Березовский и др., ЦНИИОМТП. **Установка для укладки бетонной смеси.**

№ 751951. А. А. Кудрявцев. НИИЖБ. **Стеновая панель.**

№ 751985. Г. И. Амелькин и В. Г. Матвеев. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. **Арматурный каркас для криволинейного железобетонного покрытия.**

№ 29

№ 753638. А. Г. Маслов. Кременчугский филиал Харьковского политехнического ин-та. **Двухмассная виброплощадка.**

№ 753639. П. П. Аузиньш. Рижский политехнический ин-т. **Виброблок для уплотнения бетонных смесей в форме.**

№ 753641. Э. В. Лаваришек. Ю. З. Пескин. В. С. Моргайло и В. В. Елисеев. МНПО ВНИИстройдормаш. **Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 753650. Н. А. Матюшонок, Б. П. Шут и Р. Р. Дисько. Трест пусконаладочных, проектно-конструкторских работ и научной организации труда промышленности строительных материалов БССР Оргтехстром. **Форма для изготовления цилиндрических элементов из бетонных смесей.**

№ 753817. Л. В. Андреев, В. К. Серегин, А. П. Пашков и др. **Полимербетонная смесь.**

№ 753818. А. Н. Антонов, В. М. Кривополенов, В. Д. Любановский и др. Проектхимзащита. **Полимербетонная смесь.**

№ 753820. Ю. А. Пирогов, В. Н. Савельев, В. П. Леведа и др. Украинский НИИ огнеупоров. **Огнеупорная торкретбетонная смесь.**

№ 753825. Ю. Г. Дудеров, В. М. Мельников, Г. В. Тульский и А. С. Кузнецов. НИИСК. **Сырьевая смесь для изготовления легкого огнеупорного бетона.**

№ 753836. В. Я. Гендин и А. Д. Мягков. ЦНИИОМТП. **Стержневой электрод для прогрева бетона.**

№ 753973. А. С. Вознесенский, В. Б. Глаголев, А. В. Малашкевич и В. В. Самохин. **Бетоноукладчик.**

№ 753987. Н. В. Писанко, Я. Л. Ратнер, А. Л. Филахтов и М. Г. Янкулин. НИИСП и Укрводоканалпроект. **Способ возведения сборно-монолитной стены в грунте.**

№ 753989. С. И. Мильковицкий и Ф. И. Слоевский. Гидропроект. **Анкерный фундамент.**

№ 753992. А. С. Шаволов, В. С. Чагинский, М. Н. Маньков и В. П. Власов. **Устройство для бетонирования набивных свай и подобных им элементов.**

№ 754014. С. А. Дмитриев, Т. И. Мамедов, Н. М. Мулин и др. НИИЖБ. **Арматурный предварительно-напряженный элемент.**

№ 754015. М. Н. Найштудт и В. Г. Некрасов. **Устройство для армирования монолитных железобетонных конструкций.**

№ 754024. П. П. Кликунас. Проектно-технологический трест Оргтехстрой. **Блочная опалубка.**

№ 754025. Г. Н. Межевой, Э. С. Мурахвер, М. Б. Мимер и Л. Г. Храковский. Проектно-технологический трест Оргстрой. **Блочная опалубка.**

№ 754026. Д. М. Комиссаров, Р. А. Кафанов, В. А. Аврукин и др. Гидроспецпроект. **Скользящая опалубка.**

№ 754027. А. А. Кривонос и Л. Н. Покрасенко. Харьковский трест Жилстрой-2. **Опалубка для бетонирования фундаментов под колонны.**

№ 754028. С. И. Садовский, М. Г. Хесим, Н. А. Зинченко и др. Красноярскгэсстрой. **Устройство для уплотнения бетонных смесей преимущественно в массиве.**

№ 754029. Л. А. Баранов, В. И. Бондаренко, Г. М. Еремеев и др. МИИТ. **Устройство для натяжения арматуры.**

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Индекс 70050
Цена 40 коп.
Бетон и железобетон, 1981, № 8, 1—32