

камер и кассетных установок и выявлен объем реконструкции и технического перевооружения на пятилетку.

По состоянию на 1983 г. на предприятиях Минпромстроя СССР имеется 7950 пропарочных камер, в том числе 1341 автоматизированная и 310 кассетных установок. В 1982—1985 гг. намечено модернизировать 4144 пропарочные камеры, из них 1866 автоматизированных и 310 кассетных установок.

КТБ Стройиндустрия поручено обеспечить техническую и методическую помощь предприятиям министерства в выполнении установленных заданий по реконструкции и техническому перевооружению камер и кассетных установок, подбору и применению эффективных теплоизоляционных материалов с учетом местных условий, повышению коэффициента заполнения камер и интенсификации тепловой обработки изделий.

Совместно с ВНИИЖелезобетоном в КТБ Стройиндустрия разработаны альбом «Конструктивные решения экономичных камер для тепловой обработки железобетонных изделий с использованием в качестве теплоносителя водяного пара», а также проекты перспективных камер с использованием низкотемпературных жидких теплоносителей. Выполнены конструкторские работы по использованию вторичных энергоресурсов (тепла отходящего конденсата для отопления и вентиляции производственных помещений, тепла отработанного воздуха для вентиляции промышленных помещений и сушильных агрегатов), разработана «Методика выполнения измерений при периодическом контроле агрегатных, цеховых и заводских расходов пара».

УДК 691.327:666.9.015.45

Л. А. МАЛИНИНА, д-р техн. наук, проф.; А. Н. МОКРУШИН, инж.,
М. И. БРУССЕР, Н. Н. КУПРИЯНОВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

О выборе цемента для тепловой обработки бетона

Все цементы, выпускаемые в стране по ГОСТ 10178—76, маркируются по их прочности при твердении в нормальных условиях при температуре около 20°C. Кроме того, цементные заводы определяют и сообщают потребителям активность цемента при пропаривании. Эта величина в настоящее время не нормируется.

В то же время известно, что расходы цемента в бетонах сборных изделий, подвергаемых тепловой обработке, особенно для бетонов низких и средних

Начиная с 1983 г. осуществляется контроль за выполнением намеченных организационно-технических мероприятий на заводах министерства.

В 1982 г. на Рязанском заводе ЖБИ-2 внедрена высокоэффективная камера периодического действия с экранной изоляцией, разработанная КТБ Стройиндустрия совместно с ВНИИЖелезобетоном. Камера работает в термосном режиме. Заводские и приемочные испытания показали, что удельный расход пара составил 84 тыс. ккал/м³ и по сравнению с действующими нормативами снижен почти в 5 раз.

В настоящее время завершено строительство и сдана в эксплуатацию 21 камера аналогичной конструкции на Астраханском заводе ЖБК-2. До конца пятилетки намечено построить около 200 таких камер.

Практика осуществления мероприятий по экономии расхода энергии на предприятиях стройиндустрии показывает, что относительное снижение конечной энергоемкости — процесс медленный и инерционный. Он требует порой реализации мелких и рассредоточенных мероприятий. Наряду с переоценкой действующих и внедрением новых технологий требуется скорректировать многие ГОСТы, установившиеся подходы и, наконец, изменить психологию потребителя энергии.

Вместе с тем только отношение потребления конечной энергии к расходу первичных энергоресурсов характеризует уровень совершенства энергетики. Это значительно повышает требования к структуре преобразованных видов энер-

гии и вызывает расширение областей применения жидких теплоносителей, солнечной энергии, электроэнергии, газа.

Перспективным можно считать использование в тепловой обработке железобетонных конструкций жидких теплоносителей, например азрированной горячей воды. Эта работа ведется в двух направлениях. Во ВНИИЖелезобетоне смоделирован технологический процесс, на котором опробуются режимы при определенных температурно-барометрических параметрах. В Новозыбкове строится опытно-промышленный блок камер, пуконаладоочные работы которого будут завершены в 1984 г. Физическая сущность процесса состоит в том, что создается псевдокипящий слой воды, который снимает тепло со всего объема воды, а не только с ее поверхности. Это снижает расход энергии тепла, поскольку отсутствуют затраты на преодоление скрытой теплоты парообразования. В этом случае теплоноситель — горячая вода — циркулирует по замкнутому контуру, в котором используются баки-аккумуляторы тепла. Тем самым дополнительно экономится тепловая энергия и улучшаются экологические условия производства.

Следует отметить, что отсутствие на заводах стройиндустрии резервов и лимитов на дополнительные мощности (электроэнергии, газа) затрудняет внедрение перспективных технологий. По нашему мнению, целесообразно при использовании эффективных энергосберегающих технологий в производстве сборного железобетона вместо устаревших выделять лимиты на дополнительные мощности.

марок, а также для изделий с повышенной отпускной прочностью, определяются в основном активностью цемента при пропаривании. При этом в бетонах с одинаковыми характеристиками по прочности и удобоукладываемости расход различных цементов, имеющих одну и ту же стандартную, но различную активность при пропаривании, изменяется в весьма значительных пределах (до 50 кг/м³ и более). Кроме того, для цементов, имеющих различную активность при пропаривании, различны и парамет-

ры режимов тепловой обработки. Для цементов с высокими значениями активности при пропаривании могут быть снижены продолжительность изотермического прогрева или его температура.

В связи с этим представляет интерес изучение данных об активности при пропаривании выпускаемых в стране цементов с целью их дальнейшей классификации, нормирования и учета при назначении оптимальных режимов тепловой обработки по этому признаку.

В качестве первичного фактического

материала для статистического анализа были использованы данные цементных заводов по активности цемента при нормальном твердении и пропаривании за 3 года (1979—1981 гг.).

При статистической обработке все цементы в зависимости от их вещественного состава и свойств были разбиты на четыре группы:

- 1) портландцементы без минеральных добавок (ПЦ_{м.д.});
- 2) портландцементы с минеральными добавками (ПЦ_{м.д.});
- 3) быстротвердеющие портландцементы (БТЦ);
- 4) шлакопортландцементы (ШПЦ).

Кроме того, в каждой группе цемента обработка велась отдельно по маркам цемента. Качество цемента оценивали по трем показателям: активность цемента при нормальном твердении ($R_{ц}^{28}$); активность цемента при пропаривании ($R_{ц}^{пр}$); коэффициент при пропаривании $K_{ц} = R_{ц}^{пр}/R_{ц}^{28}$.

Для каждого показателя качества цемента были определены следующие аналитические характеристики: математическое ожидание (M), коэффициент вариации (V), асимметрия (A), эксцесс (E) и их ошибки.

Эти характеристики для всех цементных заводов указаны в табл. 1, а в табл. 2 представлены выборочные данные по активности цемента при пропаривании и по коэффициенту при пропаривании. Анализ представленных данных показывает следующее. Активность при пропаривании портландцементов и шлакопортландцементов внутри отдельных марок цемента изменяется примерно в 2 раза и почти не зависит от вещественного и марочного составов цемента. Эта величина колеблется в пределах 19—41 МПа. Коэффициент при пропаривании для тех же цемента изменяется в пределах 0,42—0,86 и также мало зависит от вещественного и марочного составов цемента.

Весьма важным результатом анализа является вывод о том, что даже для цемента одного вида (например, ПЦ_{м.д.} или ШПЦ) не существует тесной корреляционной зависимости между активностью при нормальном твердении и при пропаривании.

Распределение активности при пропаривании и коэффициента при пропаривании для всех видов марок цемента и видов цемента без разделения по маркам оказалось близким к нормальному закону.

На основании результатов проведенного статистического анализа предлагается все цементы общестроительного назначения, выпускаемые по ГОСТ 10178—76, дополнительно характеризовать по двум показателям качества, т. е. по активности

Вид цемента	Марка цемента	Количество случаев n	Активность при пропаривании $R_{ц}^{пр}$			Коэффициент при пропаривании $K_{ц}$		
			пределы изменения МПа	математическое ожидание M , МПа	коэффициент вариации V , %	пределы изменения	математическое ожидание M , МПа	коэффициент вариации V , %
Портландцемент без минеральных добавок (ПЦ)	Без разделения на марки	127	19,0 ÷ 44,2	30,4	18,1	0,40 ÷ 0,86	0,61	13,3
	В том числе:							
	400	36	19,0 ÷ 41,1	27,3	17,5	0,42 ÷ 0,86	0,62	18,0
500	62	21,0 ÷ 35,7	30,5	11,1	0,40 ÷ 0,74	0,59	10,1	
Портландцемент с минеральными добавками (ПЦ _{м.д.})	Без разделения на марки	250	17,8 ÷ 42,5	28,7	16,2	0,42 ÷ 0,98	0,62	13,4
	В том числе:							
	400	158	17,8 ÷ 37,4	27,2	13,0	0,42 ÷ 0,84	0,63	12,4
500	79	21,8 ÷ 40,4	30,4	15,2	0,43 ÷ 0,78	0,59	15,1	
Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ)	Без разделения на марки	61	25,4 ÷ 40,9	32,3	14,0	0,52 ÷ 0,83	0,67	12,3
	В том числе:							
	400	37	25,4 ÷ 37,4	31,0	13,9	0,55 ÷ 0,83	0,68	12,3
500	24	27,5 ÷ 40,9	34,5	12,3	0,52 ÷ 0,80	0,65	12,1	
Шлакопортландцемент (ШПЦ)	Без разделения на марки	150	14,2 ÷ 36,9	23,5	16,6	0,41 ÷ 0,95	0,63	13,9
	В том числе:							
	300	75	14,2 ÷ 31,0	21,4	14,8	0,48 ÷ 0,95	0,66	13,1
400	72	17,6 ÷ 36,9	25,3	14,6	0,41 ÷ 0,81	0,61	13,4	
Без разделения на виды и марки		588	14,2 ÷ 44,2	28,2	19,4	0,41 ÷ 0,98	0,63	14,1

Таблица 2

Завод, комбинат	Марка цемента	Прочность на сжатие, МПа								
		1979 г.			1980 г.			1981 г.		
		$R_{ц}^{28}$	$R_{ц}^{пр}$	$K_{ц}$	$R_{ц}^{28}$	$R_{ц}^{пр}$	$K_{ц}$	$R_{ц}^{28}$	$R_{ц}^{пр}$	$K_{ц}$
<i>Портландцемент с минеральными добавками</i>										
Брянскцемент	400	44,5	17,8	0,40	45,3	21,2	0,47	45,6	20,4	0,45
	500	51,1	22,9	0,45	50,6	22,7	0,45	50,8	28,6	0,46
Разданский	400	44,4	21,7	0,49	44,3	20,7	0,47	43,1	20,5	0,48
	500	51,5	26,8	0,52	51,2	26,3	0,51	50,8	27,0	0,53
Первомайский	400	43,8	26,0	0,59	43,3	24,0	0,55	43,0	22,8	0,53
	500	52,1	27,9	0,54	51,7	25,4	0,49	51,5	26,4	0,51
Рыбинский	400	45,1	29,5	0,65	45,0	29,3	0,65	45,6	28,8	0,63
	500	52,9	33,7	0,64	53,3	34,3	0,64	52,1	33,2	0,64
Пикалевский	400	44,4	33,4	0,75	44,0	33,5	0,76	43,3	33,4	0,77
	500	50,6	38,5	0,76	50,8	38,9	0,77	50,3	39,1	0,78
<i>Шлакопортландцемент</i>										
Киевский	300	31,0	12,4	0,40	31,0	14,2	0,46	30,9	—	—
	400	40,8	15,8	0,39	40,6	17,6	0,43	41,7	25,4	0,61
Невьянский	300	31,6	16,2	0,51	32,8	18,4	0,56	33,2	18,3	0,55
	400	42,6	23,3	0,55	43,5	23,6	0,54	44,0	27,5	0,63
Магнитогорский	300	30,6	21,3	0,70	31,1	21,2	0,68	31,3	20,0	0,64
	400	41,1	27,5	0,67	41,3	27,4	0,66	42,0	27,2	0,65
Стерлитамакский	300	27,2	23,9	0,64	34,9	24,6	0,70	33,8	24,4	0,72
	400	43,8	27,2	0,62	42,3	27,1	0,64	41,8	27,8	0,67
Жигулевский	300	33,2	30,7	0,92	32,5	31,0	0,95	32,5	29,0	0,89
	400	43,4	34,4	0,79	42,7	33,2	0,78	42,6	34,4	0,80

при пропаривании и по коэффициенту при пропаривании, и делить их по этим признакам на следующие группы:

по активности при пропаривании:

низкоактивные, $R_{ц}^{пр} \leq 23$ МПа; среднеактивные, $R_{ц}^{пр} = 24—31$ МПа; высокоактивные, $R_{ц}^{пр} \geq 32$ МПа;

по коэффициенту при пропаривании: низкоэффективные, $K_n \leq 0,56$; среднеэффективные, $K_n = 0,57 - 0,67$; высокоэффективные, $K_n \geq 0,68$.

Границы групп по активности и коэффициенту при пропаривании установлены исходя из условия, чтобы прочность пропаренного по стандартному 13-часовому режиму бетона на среднеактивных и среднеэффективных цементах составляла около 70% их 28-дневной прочности

УДК 693.547.14.002.5

С. Е. ЛЕНСКИЙ, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон);
Л. Н. БЕККЕР, инж. (КТБ Мосоргстройматериалов); М. М. ЦЕСЕЛЬСКИЙ, инж.
(КТБ Стройиндустрия)

Проектирование и эксплуатация экономичных пропарочных камер

Одним из резервов экономии топливно-энергетических ресурсов в промышленности сборного железобетона является внедрение эффективных пропарочных камер периодического действия с теплоизолированными ограждающими конструкциями. Практика проектирования новых и модернизации действующих камер выявила три варианта конструкции их ограждений:

1) составная стенка с наружным бетонным ограждением и слоем теплоизоляции с внутренней стороны, защищенным гидро- и пароизоляционным материалом (перегородки блока камер имеют теплоизоляционные слои с двух сторон);

2) составная стенка с экранной изоляцией, имеющая наружное бетонное ограждение, внутренний асбестоцементный лист и воздушную полость между ними, разделенную по толщине на несколько воздушных прослоек экранами из легких тонких полимерных материалов. Для уменьшения радиационной составляющей обращенные друг к другу поверхности, образующие воздушную полость ограждений, покрыты алюминиевой фольгой или пудрой. Для полигонных условий внутренний асбестоцементный лист заменяется облегченной керамзитобетонной стенкой толщиной 100—140 мм;

3) сплошная стенка из керамзитобетона марки М200 объемной массой 1300—1500 кг/м³ с гидрофобизирующей добавкой ГКЖ-94 или латексным составом ЛСП-904.

Для первого варианта разработано несколько конструктивных решений. Типовой проект № 409-28-40 (вариант 1), разработанный Гипростроммашем, ПИ-2 и ВНИИжелезобетоном, регламентирует применение полужестких минераловатных плит толщиной 60 мм с гидрозащитой

после тепловой обработки, что соответствует наиболее часто назначаемой нормируемой отпускной и передаточной прочности сборных железобетонных изделий.

Объем выпуска цемента в среднем составил, %: низкоэффективных 20, среднеэффективных 55, высокоэффективных 25 общего объема выпускаемых в стране цемента общестроительного назначения.

той теплоизоляции листовой сталью толщиной 3 мм и изолом, наклеенным на минераловатные плиты. Камеры такого типа (22 шт.) внедрены на заводе сборных железобетонных конструкций в Северодвинске по проекту Прибалтийского отделения Гипростройматериалов.

Одним из способов модернизации существующих камер является установка в них пространственных металлических каркасов, обеспечивающих зазор с существующими ограждающими конструкциями для укладки теплоизоляционного материала.

На заводе ЖБИ № 16 Главмоспромстройматериалов в 1983 г. таким способом было модернизировано 5 ямных пропарочных камер. После установки в камеру металлического кессона размером 4×3×2,2 м в образовавшийся зазор толщиной 100 мм засыпали керамзит объемной массой 450 кг/м³, а затем верхнюю часть металлического кессона герметично сваривали с существующим гидрозатвором. Продолжительность модернизации одной камеры не превышала 8 ч.

Учитывая дефицитность металлической обшивки стен камер, НИЛ ФХММ и ТП, ВНИИжелезобетон и ВНИИкровля разработали технологию гидрозащиты теплоизоляционного материала латексным составом ЛСП-904, опытно-промышленное производство которого освоено на Нагатинском заводе стройматериалов (стоимость 1 т — 1000 р., расход 2 кг/м²). Этим составом покрываются минераловатные плиты, а также цементно-песчаная стяжка.

Опыт реконструкции и длительной эксплуатации таких камер (с 1978 г.) выявил недостатки такого метода: продолжительность вывода модернизируе-

Введение предлагаемой классификации цемента и ее учет при распределении цемента и их потреблении путем применения соответствующих коэффициентов в типовых нормах расхода цемента и выбора оптимальных режимов тепловой обработки позволят повысить эффективность использования цемента и соответственно сократить их расход в бетоне.

мой камеры из эксплуатации на 10—15 сут, а также необходимость периодически защищать внутреннюю поверхность камеры дорожностоящим парогидроизоляционным материалом.

Для сокращения сроков строительно-монтажных работ при реконструкции действующих камер периодического действия в Главмоспромстройматериалах разработаны конструкции укрупненных теплоизоляционных панелей «вкладышей» толщиной 100 мм (вариант 1а) полной степени заводской готовности. Укрупненные теплоизоляционные панели изготовляются на заводах сборного железобетона и по размерам соответствуют ограждающим конструкциям модернизируемых камер. Панели крепятся к существующим металлическим элементам гидрозатвора и защитных стоек или к бетонным стенам камеры. Эти варианты опробованы в 1981 г. на комбинате ЖБК № 2 и заводе ЖБИ № 8 Главмоспромстройматериалов. Необходимая жесткость укрупненных теплоизоляционных панелей создается пространственной конструкцией, включающей элементы нового гидрозатвора и защитных направляющих стоек, соединенных арматурной сеткой и металлическими уголками. Такие конструкции ограждения камер разработаны в СКТБ Главмоспромстройматериалов.

Второй вариант модернизации камер — ограждения с воздушными прослойками — применяется на предприятиях Главленстройматериалов, Минпромстроя и Минтрансстроя.

При монтаже камер с экранной изоляцией воздушные прослойки можно создавать непосредственно на месте монтажа камер (вариант 2, разработан КТБ Стройиндустрия Минпромстроя СССР) либо отдельными сборными пакетами (вариант 2а, разработан ПКТБ Главленстройматериалов). При проектировании камер с экранной изоляцией особое внимание необходимо уделять установке направляющих металлических стоек, которые должны исключать нагрузки на теплоизолированные ограждающие конструкции и обеспечивать гарантированную защиту асбестоцементных листов от

механических ударов форм. Недостатком такой конструкции является трудность надежной герметизации швов между асбестоцементными листами, для которой обычно применяют цементно-песчаные растворы с добавкой жидкого стекла или мастику «Перманид».

Камеры с экранной изоляцией внедрены на заводе ЖБИ № 4 ПО «Баррикада» Главленстройматериалов (16 шт.), на Рязанском и Астраханском заводах ЖБК (22 шт.), на заводе ЖБИ «Кулдига» республиканского объединения Латвколхозстрой (12 шт.), КПП треста Мособлстрой-9 в Электростали (10 шт.) и других предприятиях. Камеры с ограждениями из керамзитобетонных панелей по типовому проекту № 409-28-40 (вариант 3) возведены на заводах ЖБИ № 8 и ЖБК № 2 Главмоспромстройматериалов, Горновском заводе спецжелезобетона Минстройматериалов СССР и некоторых других предприятиях.

Вариант	Расход тепловой энергии, тыс. ккал/м ³	Коэффициент полезного использования тепла, %	Стоимость строительных работ 1 м ³ камер с накладными расходами, р.	Удельная экономическая эффективность, р/м ³
Типовой проект № 409-10-38	200	30	68,25	—
1	80	85	90,00	0,95
1а	95	70	72,71	0,92
2	70	87	116,00	0,88
2а	85	83	163,60	0,42
3	120	55	73,03	0,67

Примечание. Объем одной камеры (по внутреннему размеру) — 68 м³, годовая производительность камеры — 1500 м³ бетона, стоимость 1 т пара — 5 р.

В таблице приведены технико-экономические показатели многообразных проектных конструктивных решений пропарочных камер.

Наиболее экономичными по капитальным вложениям являются камеры с трехслойными теплоизоляционными панелями, по расходу пара — камеры с экранной изоляцией.

Эффективность теплоизоляции камер можно выявить только при проведении экспериментов в сопоставимых условиях, в противном случае можно сделать неверные выводы.

Сравнительные технические данные камер на заводе ЖБИ № 4 ПО «Баррикада»

Объем камеры, м ³	72/63,1
Объем бетона изделий, м ³	5,54/8,34
Коэффициент заполнения K_3	0,077/0,132
Удельная металлоемкость форм g_0 , т/м ³	4,45/3,45
Диаметр отверстия установленной дроссельной диафрагмы, мм	16,0/20,3
Давление пара до дроссельной диафрагмы, атм	1,0/1,0
Цикл подачи пара, ч	3,0/5,0
Средняя температура бетона изделий (через 1 ч после прекращения подачи пара), °С	75/78
Расход пара через дроссельную диафрагму, кг/ч	210/248
Суммарное количество поданного в камеру пара, кг	630/1240
Фактический удельный расход пара, кг/м ³	115/150
Непроизводительные потери тепла, %	30/61
Приведенный удельный расход пара для $K_3=0,1$ и $g_0=3$ т/м ³ , кг/м ³	75/195
Приведенная экономия пара, кг/м ³	120/—

Примечание. Перед чертой — камеры с теплоизолированными ограждениями, после черты — с неизололированными ограждениями без утечек пара.

Из-за разных объемов камер и прогреваемых в них изделий, т. е. коэффициентов их заполнения, а также удельной металлоемкости форм фактический удельный расход пара отличается незначительно. Однако при пересчете расхода пара на одинаковые коэффициенты заполнения камер и удельную металлоемкость форм эта разница возрастает до 160%.

В камерах с теплоизолированными ограждениями за 3 ч активной подачи пара достигается практически та же температура бетона изделий, что и в каме-

рах с неизололированными ограждениями через 5 ч пропаривания. Падение же температуры в них происходит со скоростью вдвое меньшей (соответственно 1 и 2°С/ч).

Непроизводительные расходы тепла на разогрев всех элементов ограждений камеры за каждый цикл пропаривания, а также теплотери в процессе разогрева для камер с теплоизолированными ограждениями вдвое меньше, чем для неизололированных.

Целесообразность теплоизоляции существующих камер следует определять, исходя из местных условий. Если оборачиваемость имеющихся камер не превышает одного раза в сутки, коэффициент их заполнения равен или более 0,1, а вид цемента позволяет применить экономичные режимы пропаривания с сокращенным циклом подачи пара при более низких температурах термосного выдерживания, то теплоизоляцию ограждений на первом этапе модернизации камер можно не применять, тем более что стоимость строительно-монтажных работ по модернизации камер без теплоизоляции, как правило, в 2—3 раза ниже, чем при ее устройстве.

При капитальном ремонте действующих и возведении новых камер вопрос о теплоизоляции должен решаться однозначно: все камеры должны иметь теплоизолированные ограждения в одном из наиболее экономичных и приемлемых для местных условий вариантов.

Следует отметить, что ввод в эксплуатацию единичных эффективных пропарочных камер практически не повлияет ни на общецеховые, ни на общезаводские расходы тепловой энергии. Реальное снижение технологического теплотребления можно обеспечить только при реконструкции всего блока пропарочных камер, входящих в состав технологической линии, участка, цеха.

УДК 693.547.14.002.5

А. А. ГРИШАН, канд. техн. наук (ДальНИИС)

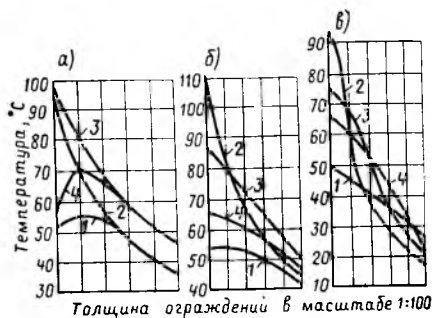
Использование теплоты, аккумулированной ограждениями пропарочных камер

В производстве сборного железобетона на стадии нагрева пропарочной камеры периодического действия теплота греющей среды передается изделиям и ограждениям. Последние аккумулируют большую ее часть, поскольку в несколько раз превышают массу прогреваемых изделий. На стадии охлаждения накопленная изделиями и ограждениями теп-

лота при вентиляции камер уносится в атмосферу.

Для снижения энергопотребления ограждениями предлагается [1] размещать теплоизоляцию на их внутренней поверхности либо принципиально изменить конструкцию камер, уменьшая их массу. Можно также применять тепловые режимы с пониженной до 70—50 и

даже до 40°С температурой изотермии [2]. Эти приемы позволяют снизить температуру среды камер и исключить период охлаждения изделий с выбросом теплоты. Однако для обеспечения производительности линии во многих случаях тепловую обработку необходимо проводить при максимальной температуре изотермического прогрева 80—90°С. В этих



Динамика тепловых полей в ограждениях камер периодического действия

а — активный режим с переключением на охлаждение и выбросом тепла; **б** — то же, с переключением и рециркуляцией; 1, 2 — в начале и конце разогрева; 3 — после изотермии; 4 — перед выгрузкой изделий; **в** — пассивный режим камер дозревания; 1 — до подачи пара; 2 — после 60 мин разогрева первого изделия; 3, 4 — через 20 мин после загрузки соответственно второго и третьего изделий

случаях исключить охлаждение изделий невозможно.

Изучение динамики теплового потока в монолитных ограждениях камер как теплообменников с аккумуляцией теплоты позволило улучшить их энергопотребление путем организации работы в режиме теплового аккумулятора.

В базовом режиме 2+6+1 ч с нагревом камеры паром и переключением на охлаждение [3] температура изотермии составляла 97°C. Температуру ограждений измеряли термощупом с размещением термопар через 100 мм. Температура холодной поверхности получена экстраполяцией (см. рисунок). Режим с разогревом электронагревателями в течение 4 ч и последующим остыванием в течение 14 ч отличается переключением на рециркуляцию среды внутри камеры. Камера объемом 126 м³ при коэффициенте заполнения 0,2 эксплуатируется на экспериментальном заводе ДальНИИС. Температура среды в результате разогрева достигла 120°C. В центре прогреваемых изделий из керамзитобетона марки М50—М75 через 4 ч после разогрева зарегистрирована температура 60—70°C. После 14 ч рециркуляции с производительностью 30-кратного воздухообмена в 1 ч температура в центре изделий снизилась до 50—60°C, что вполне достаточно для извлечения изделий из камеры без дополнительного охлаждения.

Рассмотрим теплоотдачу стен изделия на отдельных стадиях режимов.

При изотермии, когда движение среды отсутствует, а температура поверхности изделий, стен и среды примерно одинакова, теплоотдача ничтожно мала и теплота, аккумулированная ограждениями, не используется для догрева изделий. Преимущественное значение имеют потери теплопроводностью, для компенсации которых в камеру периодически подается теплоноситель. В этот период

температура в камере постоянна, а теплосодержание ограждений возрастает. При охлаждении значительная часть теплоты, запасенной в термоактивном слое ограждений, уносится в атмосферу, и теплосодержание стен перед переоснасткой определяется тепловым полем.

В условиях медленного остывания закрытой камеры с рециркуляцией среды ограждения после разогрева являются источником энергии, сдерживающим охлаждение изделий. Рециркуляция усиливает теплоотдачу стен, что позволяет вторично использовать до 25% накопленной теплоты. Потеря теплоты изделиями, неизбежная при охлаждении в базовом режиме, исключена.

Путем численного интегрирования экспериментальных кривых распределения температуры в теле ограждений получены значения их теплосодержания на соответствующих стадиях теплового режима (см. таблицу). Переключение камеры на рециркуляцию вместо охлаждения позволяет снизить невозвращаемые потери в 1,82 раза. Потери теплопроводностью в цех, отнесенные к единице времени, снижаются с 6 до 4 тыс. ккал/ч.

Тепловой режим	Количество накопленной теплоты, тыс. ккал		Количество отданной теплоты, тыс. ккал			
	при разогреве	максимальное	невозвращаемые потери			
			изделиям рециркуляцией	теплопроводностью*	при охлаждении	при переоснастке
С охлаждением 2+6+1 ч	120	280	—	6	90	185
С рециркуляцией 4+14 ч	192	205	51	65	—	89

* Учитываются некомпенсированные потери.

Наличие резервной теплоты, определяемой разностью остаточного и начального теплосодержания, свидетельствует о том, что рециркуляция не ухудшает теплового режима ограждений. Следовательно, очередной разогрев при прочих равных условиях не потребует дополнительных энергозатрат.

Переключение камеры на охлаждение эффективно при осуществлении теплообмена с аналогичной камерой, находящейся на стадии предварительного выдерживания, т. е. при одновременной работе камер. Запасы теплоты в них таковы, что для камер объемом около 100 м³, эксплуатируемых на заводе ЖБИ-3 Главвладивостокстроя, продолжительность теплообмена в зависимости от заполнения составляет примерно 3 ч. Интенсивность теплообмена можно регулировать, изменяя влажность и скорость

движения среды, ограничивая минимальное значение первой 60%, а максимальное значение второй — производительностью вентилятора, не превышающей 35-кратного воздухообмена в 1 ч.

С учетом потерь в воздуховоде теплообмен позволяет выравнять температуру загруженных изделий и довести ее на поверхности и в центре до 35—30°C. Температура поверхности охлаждаемых изделий к концу теплообмена составляет около 60°C.

Интересен также вариант пассивной работы по типу камер дозревания на линии производства вентиляционных блоков с ускоренной распалубкой на заводе КПД-35 (Владивосток). В процессе эксплуатации проанализирована возможность многократной загрузки камеры последовательно сменяемыми изделиями при однократном первичном ее нагреве. Время нахождения первого и второго изделий в камере составляло соответственно 3,5 и 3 ч. Третье изделие находилось в камере 12 ч в связи с двухсменной работой линии. Для дозревания изделий второй и третьей загрузок теплота от источника дополнительно не потребляется. Изделия устанавливали в камеру с температурой 60±5°C, которая сохранялась благодаря тепловыделению цемента до их извлечения.

Каждая последующая загрузка приводит к некоторому увеличению теплосодержания ограждений за счет привлеченной теплоты. Однако одновременное возрастание теплопотерь в цех снижает теплосодержание ограждений от 22 до 6% при второй и третьей загрузках. Выбранный пассивный режим эксплуатации камеры позволяет поддерживать первичные запасы теплоты в течение заданного промежутка времени. Изделия, выдержанные после тепловой обработки в цехе в течение суток, удовлетворяют предъявляемым требованиям по прочности и качеству поверхности.

Таким образом, анализ экспериментальной проверки подтверждает целесообразность работы камер периодического действия в качестве теплового аккумулятора как в активном режиме с переключением, так и в пассивном. По предварительным расчетам, годовая экономическая эффективность реконструированной или новой камеры объемом 100—120 м³ годовой производительностью 3500—4500 м³ составит от 300 до 2200 р., или до 30 т усл. топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленский С. Е., Беккер Л. Н., Цесельский М. М. Экономичные пропарочные камеры ямного типа. — Бетон и железобетон, 1982, № 3.
2. Вегенер Р. В., Обьещенко Г. А. Основы расчета эффективных режимов тепловой обработки. — Бетон и железобетон, 1981, № 6.
3. Марьямов Н. Б. Тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона. М., Стройиздат, 1970.

Эффективность термосной технологии тепловой обработки изделий

Применение энергосберегающей технологии, обеспечивающей значительное снижение температурного уровня разогрева изделий при тепловлажностной обработке, является одним из основных резервов экономии тепловой энергии при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий.

Возможность тепловой обработки при пониженных температурах обоснована тем, что около 80% пропарочных камер периодического действия в промышленности сборного железобетона работает с 1–1,5 оборотами в сутки при длительности нахождения изделий в камерах 12–20 ч, что на 4–9 ч превышает расчетную. При этом интенсивный разогрев и изотермическое выдерживание изделий при 80–90°C становится необязательным. Несоответствие регламентированных режимов тепловой обработки бетона с применяемыми на производстве приводит к дальнейшему сверхзаданному нарастанию прочности бетона (табл. 1), которое и обуславливает повышенный расход теплоэнергии. В результате промышленность сборного железобетона на технологические цели ежегодно перерасходует 25–30% тепловой энергии.

Таблица 1

Заданная прочность бетона, % R_{28}	Число оборотов камеры	Фактическая прочность, % R_{28} , при марке бетона			
		M200	M300	M400	M500
70	1	74	75	77	78
70	1,5	71	72	73	75
50	1	71	74	76	78
50	1,5	63	67	70	75

Примечание. Данные действительны для цемента средней активности и среднеэффективного коэффициента при пропаривании (согласно классификации НИИЖБ).

В связи с этим ВНИИжелезобетоном совместно с НИИЖБ при участии других научно-исследовательских организаций разработана экономичная по расходу тепловой энергии термосная технология обработки тяжелого бетона в камерах периодического действия. Термосный способ обеспечивает заданную прочность бетона изделий и заключается в

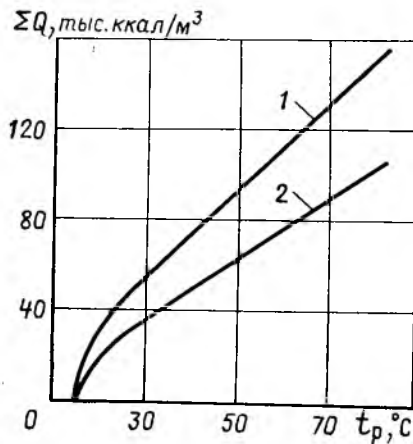
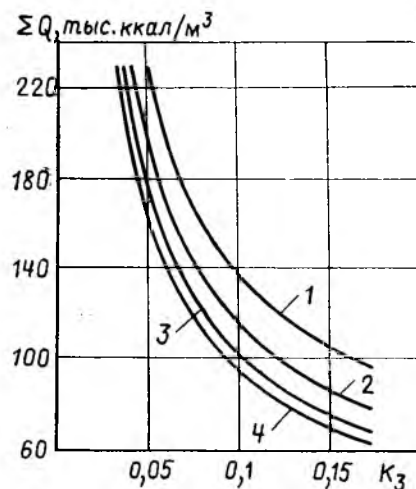


Рис. 1. Зависимость удельного расхода тепловой энергии от расчетной температуры разогрева

1 — для отдельно стоящей камеры объемом 63 м³; 2 — для блока камер объемом 4×112=448 м³

разогреве их до определяемой расчетом температуры (40–80°C) и дальнейшем термосном выдерживании без подачи пара в разогретую и медленно остывающую установку.

Температура разогрева изделий рассчитывается таким образом, чтобы средний уровень температуры термосного

Рис. 2. Влияние коэффициента заполнения полезного объема камеры (63 м³) на удельный расход тепловой энергии при 70% R_{28}
1 — бетон марки M200; 2 — M300; 3 — M400; 4 — M500

выдерживания при заданной ее длительности обеспечил требуемую прочность бетона изделий. При этом необходимо учитывать влияние массы и тепловой емкости материала ограждений камер, бетона изделий и металла форм, а также марки бетона, вида и удельного расхода цемента, его тепловыделения на различных стадиях тепловой обработки, режима работы камер и возможной при этом длительности термосного выдерживания. Из-за сложности расчета искомая температура разогрева изделий, а также расход энергии в условиях производства будут определяться по таблицам, составленным с учетом указанных факторов.

Методика расчета, положенная в основу термосной технологии тепловой обработки изделий, позволила выявить взаимосвязи между тепловой емкостью установок, расчетной температурой разогрева, прочностью бетона изделий и расходом энергии.

Особенности термосной технологии рассматриваются на примере камер с ограждающими конструкциями из тяжелого бетона толщиной 20 см. Коэффициент заполнения полезного объема камеры изделиями, приведенными к плотному телу бетона, равен 0,1 при массе металла форм 3 т на 1 м³ изделий. Цикл работы камеры — один оборот в сутки.

На рис. 1 показано влияние расчетной температуры разогрева на удельный расход тепловой энергии при различных компоновочных решениях, предусмотренных типовыми проектами. Отдельно стоящая камера потребляет энергии на 35–40% больше, чем блок, состоящий из четырех камер. Объясняется это тем, что теплоаккумулирующая способность четырехкамерного блока гораздо выше, а тепловые потери в окружающую среду за время подъема температуры и термосного выдерживания в 2 раза меньше, чем у отдельно стоящей камеры.

Анализ технических решений проектов камер периодического действия различных проектных организаций, а также работы действующих камер показал, что в среднем коэффициент заполнения составляет 0,1 и может колебаться в широких пределах — от 0,05 до 0,2 (рис. 2), причем неоправданно малые значе-

ния коэффициента вызывают увеличение удельного расхода тепловой энергии почти в 2 раза. Исходя из этого уже на стадии разработки проектных решений необходимо учитывать факторы, влияющие на эффективность использования тепловой энергии при тепловлажностной обработке сборного железобетона.

Из рис. 3 следует, что для бетона всех марок, и особенно М200, энергозатраты на тепловую обработку по мере увеличения регламентированной прочности резко возрастают. Так, повышение прочности бетона марки М200 с 50 до 70% R_{28} увеличивает расход тепловой энергии в 2,3 раза. Для доведения прочности такого бетона с 65 до 70% необходимо израсходовать 40 тыс. ккал/м³ энергии, что составляет норму расхода для получения бетона марки М400 с 50% R_{28} . Эти данные могут послужить обоснованием для пересмотра требований к распалубочной, передаточной и отпусковой прочности бетона изделий.

В табл. 2 показано снижение температуры разогрева изделий в камерах, ограждения которых выполнены из тяжелого бетона, при термосной технологии. Диапазон применения термосных режимов достаточно широк и охватывает подавляющее большинство случаев (83%), при которых обеспечиваются заданные прочностные показатели бетона различных марок.

Таблица 2

Число оборотов камеры	Прочность бетона, % R_{28}	Расчетная температура разогрева t_p , °С, при марке бетона			
		М200	М300	М400	М500
1	50	30—45	25—40	25—35	20—30
1	70	70—80	60—80	45—65	40—60
1,5	50	40—50	40—45	35—45	30—40
1,5	70	—	80—90	70—80	55—70
2	50	55—60	50—55	45—50	40—45
2	70	—	—	—	65—80

Внедрение термосных режимов позволяет улучшить качество бетона изделий благодаря пониженным температурам тепловой обработки, при которых уменьшаются деструктивные явления, неизбежные при длительном воздействии повышенных температур (80—90°C).

Энергетическую эффективность термосной технологии тепловой обработки можно оценить коэффициентом снижения расхода тепловой энергии, который в зависимости от расчетных температур разогрева изделий составит: при 80°C —

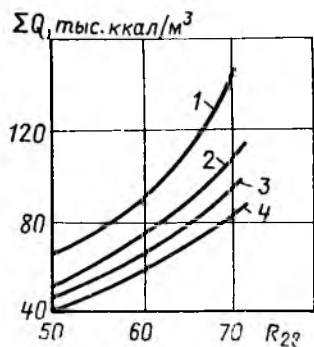


Рис. 3. Зависимость удельного расхода тепловой энергии от заданной относительной прочности бетона для камеры объемом 63 м³

1—4 — то же, что и на рис. 2

1; 70°C — 0,83; 60°C — 0,7; 50°C — 0,55; 40°C — 0,4. Начальная температура бетона изделий при этом равна 15°C.

В отличие от традиционных режимов пропаривания термосное выдерживание исключает расход энергии для поддержания постоянной температуры в изотермической стадии тепловой обработки изделий. Экономия тепловой энергии при этом зависит от теплофизических свойств ограждающих конструкций камер, марки и расчетной прочности бетона и составляет примерно 10—15% суммарного расхода теплоты.

Научную обоснованность разработанной методики подтвердили производственные испытания термосной технологии тепловой обработки, проведенные на заводах ЖБИ № 4 ПО «Баррикада», ЖБИ № 18 Главмоспромстройматериалов и на Коростенском заводе железобетонных шпал Главжелезобетона Минстройматериалов СССР. Опыт промышленного использования термосных режимов на заводе ЖБИ № 4 подтвердил их энергетическую эффективность и позволил снизить удельный расход тепловой энергии в цехе в среднем на 35—40%.

При термосных режимах к моменту раскрытия камеры происходит почти полная конденсация паровоздушной смеси в объеме камеры, а температура среды к этому моменту снижается на 25—30°C. В связи с этим отпадает необходимость применения вентиляционных систем для охлаждения камеры, что должно быть учтено проектными организациями при привязке к конкретным производственным условиям типового

проекта пропарочных камер 409-28-40 и проектов повторного применения. Для предотвращения выбросов остаточной паровоздушной смеси из камер в атмосферу цеха рекомендуется применять водяную систему паропогашения, разработанную ПКТБ Главленстройматериалов.

Успешная реализация термосных режимов возможна только при надежном контроле и обеспечении заданных параметров теплового процесса. Кроме обычного контроля прочности по бетонным образцам необходимо обеспечивать разогрев изделий до расчетной температуры при помощи различных систем автоматического регулирования. При этом следует отметить, что применение термосных режимов выдвигает новые требования к системам автоматического регулирования. Так как строгого поддержания уровня изотермического прогрева изделий при термосном режиме не требуется, значительно упрощаются функциональные схемы этих систем.

Учитывая, что в настоящее время в автоматическом режиме работает лишь 25% тепловых установок и в ближайшее время все установки не будут обеспечены регуляторами, целесообразно использовать косвенный метод, который заключается в выборе определенного времени подачи пара постоянного давления в установку ускоренного твердения. Дозированная подача пара осуществляется путем установки на технологических паровых магистралях регуляторов давления пара (например, 21ч10нж) и дроссельных диафрагм на паровых вводах в камеры. Первоначально определяется удельный расход пара, соответствующий расчетной температуре термосного режима. Далее по давлению пара за регуляторами 21ч10нж и его часовому расходу выбирают диаметр отверстия дроссельной диафрагмы по таблице их пропускной способности («Рекомендации по улучшению работы парового теплоснабжения и камер тепловой обработки на предприятиях сборного железобетона», М., Главмоспромстройматериалов, 1960).

При внедрении термосных режимов должны быть обязательно исключены утечки пара из камеры, а температурный перепад по всему объему камеры не должен превышать 5—7°C. Последний достигается путем установки в камере вертикальных перфорированных стояков, сопел Лаваля или насосов-кондиционеров.

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЕВ, д-р техн. наук (ВНИПИТеплопроект); Е. Н. МАЛИНСКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Изготовление сборного железобетона с применением гелиоформ

Одним из наиболее эффективных способов снижения потребления топливно-энергетических ресурсов является использование в промышленных масштабах возобновляемых источников энергии, и в первую очередь солнечной.

В технологии бетона использование тепла солнечной радиации целесообразно прежде всего на самой энергоемкой стадии — ускоренном твердении бетона при повышенной температуре. Первые шаги в этом направлении были сделаны в 70-х годах в Средней Азии. При этом технические решения базировались в основном на применении гелиокамер. Независимо от их конструктивных особенностей, а также различных сочетаний используемых светопрозрачных и светопоглощающих пленочных покрытий гелиокамеры обладали малой эффективностью. В них проявились характерные недостатки пропарочных камер ямного типа: температурные и влажностные градиенты по высоте камеры, неплотность ограждающих конструкций и др.

В результате поддержание в объеме камеры 100%-ной относительной влажности воздушной среды труднодостижимо, а неуправляемый процесс испарения воды затворения из свежееуложенного бетона снижает качество и долговечность изделий. Наиболее существенный просчет в использовании гелиокамер состоит в применении штабелирования изделий. Даже в условиях традиционного пропаривания изделий при интенсивном и направленном вводе теплоносителя (пара) в объем камеры сложно обеспечить устойчивый гидродинамический режим парогазовой среды в зазорах между изделиями, т. е. равномерный прогрев изделий в штабеле.

В гелиокамерах передача тепла к изделиям в штабеле происходит через воздушную среду, и при больших в плане размерах изделий теплообмен в зазорах штабеля практически отсутствует, а изделия прогреваются через торцовые поверхности. Чрезвычайно малая плотность теплового потока и неблагоприятная схема теплопровода к штабелируемым изделиям приводят к увеличению времени выдерживания изделий в гелиокамерах, составляющего 2—3 сут даже при бла-

гоприятных радиационных условиях. К сожалению, и в настоящее время разрабатываются конструкции гелиокамер (ЦНИИОМТП), предусматривающие теплообмен через промежуточный теплоноситель — воздушную среду, что значительно снижает эффективность теплового воздействия на бетон по сравнению с чисто радиационным теплообменом.

Гелиоустановки для тепловой обработки бетона, аналогичные применяемым для теплоснабжения зданий и включающие гелиоприемники, баки-аккумуляторы, циркуляционные и тепловые насосы, а также другое инженерное оборудование, могут найти, по-видимому, ограниченное применение. Использование в качестве промежуточного теплоносителя горячей или перегретой воды, а иногда и водяного пара, полученных в гелиоустановках, неизбежно снижает энергетический к. п. д. системы ($\eta = 0,2—0,3$). Кроме того, отсутствие серийно выпускаемого в стране инженерного оборудования для гелиотехники не позволяет осуществить широкое промышленное внедрение такой системы и требует принципиально новых подходов к использованию солнечной энергии в технологии бетона.

Начиная с 1978 г. коллективами НИИЖБ, ВНИПИТеплопроекта и Минстроя УзССР проводятся работы по созданию эффективных способов гелиотермообработки сборного железобетона в полигонных условиях, обеспечивающих прогрев и выдерживание бетона с использованием естественной плотности потока прямой и диффузной солнечной радиации для получения изделий высокого качества при суточном цикле оборачиваемости форм.

Наиболее простым и эффективным оказалось решение, при котором прогреваемое в форме изделие выполняет функции гелиоприемника. При этом твердеющий бетон является поглощающим и аккумулирующим элементом приемника, а крышка формы со специально рассчитанными светотехническими и теплотехническими параметрами выполняет роль прозрачно-покрытия приемника. Разработанные конструкции гелиоформ с солнцезащитным и теплоаккумулирующим покрытием (СВИТАП) предназначены в

основном для прогрева плоских изделий с большой неопалубленной поверхностью из тяжелого бетона толщиной 0,1—0,4 м. Измерения температурного поля в плитах толщиной 0,2 м, выдерживаемых в гелиоформах в летних условиях в районе Ташкента (42° с. ш.), показали, что средняя скорость подъема температуры бетона составляет 5—7°C/ч, а скорость остывания изделия в ночное время не превышает 1,5—2°C/ч. Эффективность прогрева изделий и аккумуляции тепла в них во многом определяется степенью участия внутреннего источника тепла. Теплота гидратации цемента является природным энергетическим потенциалом твердеющего бетона, который практически не используется в заводской технологии, особенно при пропаривании изделий в камерах периодического действия.

Проведенные расчеты и натурные исследования показали, что в условиях выдерживания в гелиоформах изделий с модулем поверхности 8—12 м⁻¹ тепловыделение составляет примерно 50% энергии, расходуемой на разогрев бетона. В условиях лимитированной мощности внешнего источника — солнечной радиации, особенно в весенне-осеннее время года, столь полное участие экзотермии в прогреве изделий увеличивает сезонную продолжительность эксплуатации гелиополígона и расширяет географические зоны применения гелиотехнологии до 50° с. ш. Радиационно-термические режимы выдерживания бетона в гелиоформах специфичны и требуют расчета температурных полей и ожидаемой прочности бетона для изделий каждого класса в условиях радиационных характеристик солнечного сияния в зоне расположения конкретного гелиополígона.

Данные производственных испытаний показывают, что бетон в суточном возрасте марок М200, М300 и М400, приготовленный на портландцементе марки 400 и твердеющий под СВИТАП, приобретает прочность соответственно 45—55, 55—65 и 65—70% R_{28} . Требуемая отпускная прочность бетона в изделиях достигается при дозревании на складе готовой продукции.

Продолжительность сезона работы гелиополígона составляет 5—7 мес. Для увеличения номенклатуры выпускаемых

изделий, расширения географических районов применения новой технологии, а также удлинения сезонного периода эксплуатации гелиополигонов до 8—9 мес созданы специальные конструкции форм (ГЕФАМ, ГЕФАБ, ГЕФАП) с теплоаккумулирующими элементами, увеличивающими количество поступающего к изделию тепла и изменяющими направления теплоподвода.

При освоении гелиотехнологии в некоторых случаях необходимо увеличивать производственные площади гелиополигонов по сравнению с традиционными, иметь дублирующие источники энергии для работы гелиополигонов в холодное время года, изменять организацию рабочих смен.

Новая гелиотехнология позволяет получать бетон высокого качества при суточном цикле оборачиваемости форм, полном отказе от пропаривания изделий при сохранении производительности полигонов и большей маневренности в использовании производственных площадей. При этом экономится 70—100 кг усл. топлива на 1 м³ бетона, снижается стоимость строительно-монтажных работ на 20—30% при сооружении новых полигонов и себестоимость 1 м³ изделий на 3—6 р. — на существующих, сокращаются эксплуатационные трудозатраты, снижается расход воды на 0,5 т на 1 м³ бетона.

Особо следует остановиться на энергетической эффективности применения гелиоформ. Расчеты показывают, что с учетом поглощения части солнечной энергии в покрытии СВИТАП и коэффициента полезного использования энергии в гелиоформе, равного $\eta=0,7$, необходимое суточное поступление энергии для получения бетона требуемой прочности составляет 17—22 тыс. ккал/м³. Сравнение этого расхода со средним расходом энергии при пропаривании изделий в заводских условиях (466 тыс. ккал/м³) свидетельствует о крайнем несовершенстве существующего оборудования и режимов тепловой обработки сборного железобетона.

Новая технология изготовления изделий в гелиоформах не столько заменяет один вид энергии другим, сколько реализует новые современные подходы к технологии ускоренного твердения бетона, основанные на энергетически целесообразных режимах внешнего теплового воздействия с максимальным использованием внутреннего источника тепла.

В настоящее время эксплуатируются промышленные гелиополигоны на Ташкентском заводе ЖБИ № 2 РПО Узстройиндустрия Минстроя УзССР, экспериментальном заводе ЖБИ треста Узсельстройиндустрия Минсельстроя УзССР (г. Нариманов), Чиназском КСМ

треста Промстройматериалы Главсрещадирсовхозстроя и на предприятиях Узглавколхозстройиндустрии Узколхозстроя. В 1983 г. было выпущено около 20 тыс. м³ сборных железобетонных изделий по гелиотехнологии с применением СВИТАП.

Широкомасштабную реализацию гелиотехнологии намечено осуществлять в три этапа: перевод действующих сезонных полигонов на применение гелиоформ, проектирование и строительство новых гелиополигонов без котельных и пропарочных камер; проектирование и строительство гелиополигонов и заводов круглогодичного действия с использованием в холодное время года дублирующего источника энергии — пара (в условиях реконструируемого полигона) или электроэнергии (на новых полигонах); создание гелиополигонов и заводов, дополнительно оборудованных инженерными гелиосистемами для подогрева и подачи воды к тепловым отсекам форм, кассет, стендов.

Особенности новой технологии, способы использования солнечной энергии и основные положения по проектированию и строительству гелиополигонов изложены во «Временных рекомендациях по применению солнечной энергии для тепловлажностной обработки сборных бетонных и железобетонных изделий на гелиополигонах» (М., НИИЖБ, 1983).

УДК 666.9.015.45:621.31

С. М. ТРЕМБИЦКИЙ, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон);
А. И. ЛИ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Применение электроэнергии при тепловой обработке сборного железобетона

Уровень технологических энергозатрат на заводах сборного железобетона определяется главным образом энергоемкостью тепловой обработки изделий, на которую приходится 50—70% общезаводского теплопотребления. В настоящее время удельный расход тепловой энергии в установках ускоренного твердения бетона составляет 200—300 тыс. ккал/м³, что соответствует 360—540 кг пара, или 40—60 кг усл. топлива, на 1 м³ бетона. Известно, что для достижения бетоном требуемой прочности без производительных теплопотерь требуется 80—100 кг пара на 1 м³ бетона, т. е. в 5 раз меньше фактического усредненного расхода. Поскольку к. п. д. боль-

шинства существующих тепловых агрегатов составляет в среднем 30%, тепловая обработка бетона является одним из основных технологических процессов с большим резервом экономии топливно-энергетических ресурсов.

Повышению эффективности тепловой обработки и рациональному использованию энергии будет способствовать развитие электротепловых методов ускорения твердения бетона. Опыт, достигнутый в области исследования и промышленного освоения методов электронагрева для термообработки бетона, позволяет приступить к планомерному освоению электротермотехнологии в производстве сборного железобетона.

Известно несколько способов электротермообработки бетона: электропрогрев бетона; нагрев изделий с применением индукционного метода; электрообогрев с помощью электронагревателей различной конструкции и электроразогрев бетонных смесей.

Гибкие в конструктивном, технологическом и энергетическом отношении электрические методы нагрева можно применять в производстве многих изделий сборного железобетона. Однако не везде это целесообразно. Известно, что для получения 1 Гкал тепла путем сжигания топлива требуется 170 кг усл. топлива. То же количество тепла, получаемое преобразованием электрической энергии в тепловую, требует в

2,3 раза больше условного топлива. В связи с этим электронагрев в технологии бетона целесообразен только при ярко выраженном эффекте как результат оптимизации одновременно технологического, энергетического и экологического режимов работы предприятия. Увеличения производительности тепловых агрегатов и оборачиваемости форм, сокращения энерго- и металлоемкости производства можно достигнуть внедрением тепловых режимов с ускоренным разогревом бетона в раннем возрасте.

Согласно закономерностям термодинамики и кинетики структурообразования цементного камня, тепловая активизация твердения бетона дает наибольший эффект в начальный период взаимодействия вяжущего с водой.

Применение ускоренных режимов разогрева отформованных изделий позволяет избежать известных технических сложностей, связанных с использованием горячих бетонных смесей. Для этого необходимы такие условия твердения бетона, при которых деструктивное влияние минимально. К ним относятся такие технологические приемы, как гидропрессование, радиальное прессование, центрифугирование, обжатие пригрузом.

В некоторых случаях экономически обоснованы технические решения, специально создающие возможности для быстрого раннего разогрева бетона, например применение силовых закрытых форм, кассет, низконапорных камер, термопригрузов, термопакетов форм и т. д. Эффективность действия этих устройств в сочетании с электронагревом подтверждается результатами экспериментальных или опытно-промышленных испытаний.

Указанные пути использования электронагрева охватывают разнообразные виды технологии, наиболее рациональной для использования электротермии в производстве сборного железобетона.

В 1982 г. было выпущено 960 тыс. м³ сборного железобетона, обработанного с помощью электроэнергии, из них 620 тыс. м³ подверглись термообработке методом электрообогрева и 340 тыс. м³ — в установках индукционного нагрева. Суммарная экономия тепловой энергии достигла 95 тыс. Гкал. Сокращение удельной энергоемкости составило в среднем 17 кг усл. топлива на 1 м³ бетона, или 30% базового энергопотребления.

Наиболее технологичными и жизнеспособными методами электротепловой обработки бетона в заводских услови-

ях являются электрообогрев в тепловых агрегатах, оснащенных электронагревателями, и тепловая обработка в переменном электромагнитном поле установок индукционного нагрева.

Электронагрев изделий с помощью инфракрасных излучателей в щелевых камерах освоен на 17 заводах сборного железобетона применительно к изделиям широкой номенклатуры — от стеновых панелей до объемных элементов. Стабильность тепловых режимов позволяет сократить их длительность по сравнению с паропрогревом на 4—6 ч. Удельный расход электроэнергии в зависимости от к. п. д. установок и тепловых режимов составляет 75—150 кВт·ч/м³. Расход энергии и стоимость тепловой обработки сокращаются в среднем на 15%.

Более экономичны по энергозатратам методы электрообогрева с контактным теплопроводом к бетону изделий. Это подтверждается опытом Ташкентского завода ЖБИ, внедрившего термоформы с электронагревателями, и Каховского завода ЖБИ, освоившего пакетную технологию производства преднапряженных плит с электронагревом. В последнем случае пакет изделий прогревается сетчатыми электронагревателями, встроенными в прокладки между изделиями. Такой способ изготовления и прогрева изделий в искусственно созданном массиве отличается высокой энергетической эффективностью благодаря использованию экономичных тепловых режимов и внутреннего источника тепла гидратации. Расход электроэнергии составляет 38 кВт·ч/м³, что в 3 раза меньше среднего базового технологического теплопотребления. Однако этот метод связан с переходом к новой технологии формования, требующей высокой точности дозирования, поэтому область его применения ограничена производством изделий из умеренно жестких смесей (30—60 с).

Метод индукционного нагрева в технологии сборного железобетона освоен при термообработке труб, опор ЛЭП, колец, колодцев, плит перекрытий, настилов, шпал, колонн, ригелей, тонкостенных изделий сельскохозяйственного строительства и т. д. Более 30 заводов сборного железобетона успешно применяют электротепловую обработку изделий таким методом. Внедрение электротермотехнологии на этих заводах позволило сократить длительность обработки на 30—40%, расход энергии — на 40—45%. Общий экономический эффект составил около 2 млн. р.

В стадии промышленного освоения находится технология индукционного нагрева в производстве железобетон-

ных напорных труб. Технология производства этих изделий, в которой гидропрессование и обжатие бетона давлением 2,5—3,2 МПа сводят к минимуму деструктивные процессы, позволяет рационально использовать ускоренное электротепловое воздействие с одностадийным энергопотреблением. Отформованный бетон разогревается путем интенсивного теплоподвода от наружной формы, нагреваемой в магнитном поле индуктора. Оптимальный теплоподвод к бетону и быстрота нагрева сокращают энергоемкость процесса на 20—30%. Так, для Запорожского завода спецжелезобетона с энергозатратами при паропрогреве 300 тыс. ккал/м³ и энергоемкостью индукционного нагрева 120 кВт·ч/м³ экономия первичных энергоресурсов составляет 27%. Время тепловой обработки сокращается в 1,5—2 раза, что пропорционально увеличивает оборачиваемость постов, форм и снижает металлоемкость производства. Возрастают коэффициент полезного использования энергии (с 20—30 до 80%), уровень автоматизации процесса и надежность гидропрессования бетона, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Для нагрева бетона труб в формах высотой 6 м разработаны механизированные индукционные установки с индукторами сборной конструкции, серийный выпуск которых запланирован в 1985 г.

Для внедрения электротермических способов тепловой обработки бетона необходимо совершенствовать энергосберегающую технологию с использованием аккумуляторов тепловой энергии, потребляющих электроэнергию в ночное время и в часы минимальной загрузки энергосистем; тепловую обработку с начальным ускоренным нагревом методом электроразогрева бетонной смеси или электропрогрева отформованных изделий и последующим термосным выдерживанием; экономичные методы тепловой обработки на основе индукционного нагрева в электромагнитном поле промышленной частоты; термообработку бетонных и железобетонных изделий с электрообогревом в установках, оборудованных электронагревателями различной конструкции; энергосберегающие методы производства сборного железобетона на основе применения электротермии в сочетании с химическими добавками.

Таким образом, электротермическая технология обработки изделий является эффективным средством экономии энергии, а также материальных и трудовых затрат в промышленности сборного железобетона.

Э. Б. ПИНСОН, канд. техн. наук (ВНПО Союзпромгаз)

Тепловая обработка сборного железобетона продуктами сгорания природного газа

Традиционный способ тепловлажностной обработки — пропаривание — приводит к нерациональным затратам тепла и топлива: 10—20% тепла теряется котельной при выработке пара, 10—15% — в паропроводах при его транспортировании, около 10% — с конденсатом, отводимым из камер, 5—10% — на расширение при истечении пара из паропроводов в камеры. Таким образом, в камерах остается не более 50% тепла топлива, сжигаемого в котельных. С учетом к. п. д. самих камер (в лучшем случае около 40%) общий коэффициент использования тепла при пропаривании не может превышать 25—28%. В действительности средний к. п. д. пропаривания равен всего 10—12%.

Около 45% изготавливаемого в СССР сборного железобетона проходит тепловую обработку паром, полученным на природном газе. В продуктах его полного сгорания нет вредных для бетона и токсичных веществ, полное сгорание газа обеспечивается простыми горелками, в больших количествах содержатся водяные пары. Точка росы при коэффициенте избытка воздуха 1—2 равна 64—53°C, поэтому бетон, температура поверхности которого ниже указанной, не сохнет при нагреве продуктами сгорания.

ВНПО Союзпромгаз совместно с другими организациями разработало новый, энергосберегающий способ тепловой обработки, который заключается в прогреве изделий продуктами сгорания природного газа и осуществляется в обычных ямных, напольных, туннельных и щелевых камерах с помощью разработанных и серийно изготавливаемых теплогенераторов ТОК-1.

После загрузки изделий и закрытия крышки камеры включается рециркуляционный вентилятор. Отбираемая из камеры среда (первоначально — воздух) по рециркуляционной трубе возвращается в нее (в зависимости от объема камеры обычно 60—120 м³, кратность рециркуляции равна 40—80). Продукты сгорания, вырабатываемые горелкой, подмешиваются к рециркулируемому теплоносителю, повышая его температуру по заданному режиму, а из камеры в атмосферу через вентиляционную систему отводится смесь продуктов сгорания и

подсосанного в установку через неплотности воздуха для поддержания в камере разрежения 0,5—1 мм вод. ст.

Каждую ямную или напольную камеру оборудует индивидуальным теплогенератором, а на туннельные или щелевые камеры ставят несколько теплогенераторов, обеспечивающих требуемый температурный режим по их длине. Значительная скорость выхода продуктов сгорания из теплогенератора в камеру (до 25 м/с) обеспечивает перемешивание среды и равномерность ее состава и температуры в камере.

В результате применения нового способа удельные расходы природного газа на тепловую обработку снижаются в 3—5 раз по сравнению с пропариванием и равны 10—15 м³ газа на 1 м³ изделий. Себестоимость изделий снижается на 1,5—2,5 р/м³ и более, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда в цехах тепловой обработки.

Важным фактором является сокращение капитальных затрат при строительстве новых и реконструкции действующих заводов, вызванное уменьшением затрат на строительство котельных. Например, вместо котельной производительностью 40—50 тыс. т пара в год стоимостью около 2,5 млн. р. требуется котельная производительностью 7 тыс. т пара в год для бытовых целей, отопления, вентиляции, нагрева воды и заполнителей стоимостью около 0,4 млн. р.

Десятилетний опыт производства изделий из легкого бетона с применением нового способа прогрева подтвердил его эффективность.

При использовании ТОК-1 тепловлажностная обработка осуществляется непрерывным подмешиванием к рециркулируемому теплоносителю продуктов сгорания от горелки и выводом из установки соответствующих объемов уходящих газов, т. е. в вентилируемой среде. При прогреве бетона в такой среде влагосодержание уходящих газов и продуктов сгорания, поступающих от горелки, различно. В начальный период обработки на изделия конденсируются водяные пары. По мере разогрева изделий конденсация прекращается, а затем начинаются испарение воды и сушка бетона.

При расходе 10—15 м³ природного газа

на 1 м³ изделий и длительности тепловлажностной обработки 7—9 ч каждый час из установки отводится 30—40 м³ уходящих газов на 1 м³ бетона. Количество воды, которое может быть вынесено при разогреве поверхности бетона до 75°C и полном насыщении уходящих газов, равно 10—16 кг, из которых около 2 кг составляют водяные пары, образовавшиеся при сгорании природного газа. Следовательно, в конце тепловлажностной обработки, в период наиболее интенсивной сушки, в вентилируемой среде из 1 м³ бетона испаряется 8—14 кг воды в 1 ч.

Для изделий из легких бетонов такая подсушка допустима и целесообразна, так как позволяет уменьшить влажность изделий до требуемых ГОСТом 12%. Для изделий из тяжелых бетонов она недопустима, так как может ухудшить структуру и снизить прочность цементного камня и бетона в целом. В этом случае необходимо принимать специальные меры по ограничению подсушки и, в частности, уменьшение объема уходящих газов, отводимых из установки. Для этого необходимо снижать удельные расходы природного газа путем увеличения коэффициента использования объема камер, применения малоинерционной улучшенной эплонзоляции, совершенствования режимов прогрева, использования термостатического выдерживания изделий и др. Герметизация камер позволит в 1,5—2 раза сократить подсосы воздуха и объем уходящих газов.

На заводе ЖБИ Сургутского ДСК Миннефтегазстроя в камеры объемом около 70 м³ загружают 25—27 м³ изделий. Удельный расход природного газа на этом заводе составляет примерно 6 м³/м³ изделий, объем уходящих газов на 1 м³ бетона равен 15 м³/ч и количество воды, испаряемой из 1 м³ бетона, не превышает 5 кг/ч. Однако по условиям производства не все заводы могут полностью использовать опыт Сургутского ДСК.

Наиболее простым и действенным способом защиты от высушивания является доувлажнение теплоносителя, а также защита открытых поверхностей изделий пленками (полиэтиленовыми, резиновыми и пр.), нанесение защитных покрытий. Доувлажнение применяется американской фирмой «Джонсон» с использованием парогазогенератора SB, Швейцарским заводом ЖБИ в Волковске, использующим на четырех камерах полигона теплогенераторы ТОК-1, на передвижном заводе ЖБИ в Евпатории при строительстве пионерского лагеря «Орленок». Однако применение защитных покрытий усложняет технологию, а доувлажнение теплоносителя по методу

фирмы «Джонсон» в течение всего периода обработки вызывает неизбежное увеличение потерь тепла с уходящими газами.

Рациональным способом прекращения сушки является переход к тепловлажностной обработке изделий в замкнутом объеме с доувлажнением среды. Для его осуществления ВНПО Союзпромгаз разработан теплогенератор ТОВ-2. В зависимости от положения шибера продукты сгорания либо подмешиваются к рециркулируемому теплоносителю (режим

аналогичен обеспечиваемому ТОК-1), либо отводятся в вентиляционную систему, подогревая рециркулирующий через стенку теплообменника теплоноситель (режим прогрева в замкнутом объеме). Теплогенератор ТОВ-2 изменяет относительную влажность среды от чистых продуктов сгорания природного газа до насыщения на уровне 90—100%. Важным преимуществом теплогенератора ТОВ-2 является возможность его использования для отопления цехов или отдельных камер тепловлажностной обработки, разме-

щенных на открытых полигонах.

В 1983 г. изготовлена опытная партия ТОВ-2 (40 шт.). Замена пропаривания прогревом продуктами сгорания газа на всех заводах ЖБИ, использующих природный газ, обеспечит экономию 2—2,5 млн. т усл. топлива и более 50 млн. р. в год.

Для ускорения внедрения нового способа прогрева бетона необходимо подготовить нормативную документацию, обеспечить проектирование и монтаж на заводах соответствующего оборудования.

Трибуна соревнующихся

УДК 69.003:658.387.64

Трудовая вахта ростокинцев

Ростокинский завод ЖБК ДСК-1 Главмостроя поставляет строителям более 300 марок различных железобетонных изделий для жилых домов из унифицированных деталей Единого каталога серий П43/16, П44/16 и П44/17. Годовая мощность предприятия 300 тыс. м³ сборного железобетона. Здесь выпускаются внутренние стеновые панели, электропанели, лестничные марши и площадки, железобетонные блоки машинных отделений лифтовых шахт, плиты лоджий и другие изделия. Изготовление их производится в трех бетоносмесительных, двух формовочных и арматурном цехах.

Большое внимание на заводе уделяется проведению мероприятий, направленных на совершенствование технологии, организации производства и труда, улучшение качества и повышение заводской готовности железобетонных конструкций и изделий. Так, здесь осуществлена реконструкция двух конвейерных линий, произведена модернизация части оборудования.

Одним из ведущих цехов завода является формовочный цех № 1, в котором на 34 кассетных установках изготавливаются внутренние стеновые панели. Бетонная смесь из бетоносмесительного цеха по ленточным конвейерам поступает в бетоноукладчик, откуда распределяется по кассетам. Уплотнение смеси при формовании достигается за счет разделительных стенок кассет, оборудованных вибраторами типа ИВ-68. Для смазывания кассетных полостей применяется смазка ОЭ-2. Термовлажностная обработка изделий осуществляется в течение 8—9 ч.

После распалубки изделия поступают на стэнд доводки их до полной заводской готовности. Отделка изделий производится в вертикальном положении в специальных ваннах путем погружения. Этот способ разработан рационализаторами завода и специалистами СКБ Мосстрой.

Технология такого способа отделки заключается в том, что панель с закрытыми отверстиями электроканалов с помощью крана погружают на всю высоту в металлическую ванну размером 6,8×0,5×3 м, наполненную известково-перлитовым раствором. Затем в работу включается система шпателей, совершающих возвратно-поступательные движения. При помощи пневматических цилиндров верхние резиновые шпатели прижимаются к поверхности изделия и по мере подъема его из ванны втирают отделочный раствор в раковины и поры. Продолжительность такой обработки составляет 5—6 мин. Годовой экономический эффект равен 60 тыс. р.

На двух новых конвейерных линиях в формовочном цехе № 1 изготавливаются лестничные площадки, панели внутренних стен лестнично-лифтового узла, цокольные панели. Эти конвейерные линии оснащены встроенным бетоносмесительным узлом. Производительность линий составляет 42 тыс. м³ сборного железобетона в год. В конструкции конвейеров применен шаговый принцип перемещения форм.

В содружестве с наукой на заводе внедрены новые эффективные разработки, способствующие значительному повышению производительности труда, сокращению трудовых затрат. Так, совместно с НИИЖБ проведена модернизация кассет. Сущность ее заключается в более рациональном размещении навесных вибраторов на разделительных листах кассетных установок. Это позволило уплотнять бетонную смесь с осадкой конуса 8—9 см вместо 12—14 см, обеспечить экономию цемента и сократить цикл тепловой обработки изделий.

В формовочном цехе № 1 на кассетных установках ликвидированы защелки разделительных листов. Это дало возможность вибрировать только разделительные листы без остальных узлов

установки, что значительно повысило интенсивность уплотнения бетонных смесей.

Как показала практика, установка дополнительных вибраторов позволила повысить среднюю обрабатываемость кассет до 1,8 об/сут, снизить удельную металлоемкость оборудования, добиться более высоких показателей использования производственных площадей.

В формовочном цехе № 2 на четырех конвейерных линиях выпускаются плиты лоджий, цокольные панели и другие изделия. Каждая линия включает 10 технологических постов для шлифовки поверхностей изделий, транспортировки, смазки форм и укладки облицовочных керамических плиток, формования, выдержки и доводки изделий. Термовлажностная обработка осуществляется в пропарочных камерах в вертикальном положении. Камеры оборудованы гидравлической системой, при помощи которой формы с изделиями укладываются в стопу.

Для повышения качества поверхностей железобетонных изделий совместно с ВНИИЖБ бетоном предложена смазка на основе эмульсии ЭКС, насыщенного раствора извести, водного раствора каустической соды и кислоты. При изготовлении бетонной смеси вводят суперпластификатор С-3. Качество поверхностей лестничных маршей и площадок обеспечивает смазка ОПЛ, нанесение которой тонким слоем на форму позволяет получать гладкую поверхность, не требующую дополнительной отделки. От внедрения этой смазки (предложена В. Ф. Афанасьевым и М. Б. Белоцерковичем) на заводе получен годовой экономический эффект в размере 18 тыс. р., а изделия аттестованы на высшую категорию качества.

На Ростокинском заводе, как и на всех промышленных предприятиях ДСК-1, успешно действует творческая бригада рационализаторов и изобрета-

телей. Их деятельность направлена на улучшение условий труда, модернизацию оборудования, снижение уровня шума в цехах, разработку новых технических решений и внедрение их в производство. Изобретатели и рационализаторы завода внедрили около 130 предложений, от которых в 1983 г. был получен экономический эффект на сумму 120 тыс. р. Среди лучших рационализаторов директор завода канд. техн. наук А. М. Кожуринчев. Им разработана схема теплоснабжения кассетной установки с двусторонней подачей пара и гидрозатвором. По предложению Г. А. Донченко, Н. Д. Парамонова и других усовершенствована машина для отделки панелей методом погружения, что дало годовой экономический эффект в размере 25 тыс. р.

Стабильных показателей в работе в течение 1983 г. постоянно добивались бригады формовщиков, возглавляемые А. А. Панковым, А. Б. Подсосниковым, А. И. Союстовым. Эти бригады работают с высокой производительностью, перевыполняют нормы, имеют хорошие результаты в деле экономии строительных материалов, ведут большую рационализаторскую работу. Так, всего лишь от внедрения двух предложений в бригаде А. А. Панкова был получен экономический эффект на сумму 0,9 тыс. р.

Высоких показателей в работе эти бригады добились благодаря большому профессиональному мастерству, применению передовой технологии, освоению передовых методов труда, рациональной расстановке рабочих на конвейерных линиях и участках, развитию социалистического соревнования. Успешной работе бригад формовочных цехов завода во многом способствовало сотрудничество с наукой, что позволило оперативно и с большим экономическим эффектом провести модернизацию существующего оборудования без остановки производства.

Досрочное выполнение коллективом завода плановых заданий 1983 г. объясняется размахом социалистического соревнования. Успехи коллектива завода в 1983 г. были отмечены призовыми местами в социалистическом соревновании среди предприятий ДСК-1. За третий год одиннадцатой пятилетки заводом выпущено более 290 тыс. м³ железобетонных изделий, отгружено для строительства в Нижневартовске деталей домов общей площадью около 70 тыс. м², перевыполнены плановые задания по росту производительности труда и прибыли.

В 1983 г. на заводе была проделана большая работа по механизации трудоемких процессов. Так, в арматурном цехе завода установлен гибочный автомат с программным управлением для изготовления хомутов, внедрены автомат для сварки и резки сеток и линия безотходной заготовки прутковой арматуры. Большое внимание на заводе уделяется вопросам экономии сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов. Реализация ряда мероприятий по совершенствованию технологических линий, оборудования и рациональному использованию строительных материалов позволила добиться в 1983 г. экономии 1 тыс. т цемента, 70 т металла, 160 тыс. кВт·ч электроэнергии и 100 т условного топлива.

Администрация и партком завода постоянно держат в поле зрения вопросы экономного и бережливого расходования строительных материалов. Эти вопросы в центре внимания каждого заседания парткома, совета бригадиров. Группы и посты народного контроля помогают бригадам и участкам завода активизировать деятельность по участию рабочих во Всесоюзном общественном смотре-конкурсе «За максимальную экономию материальных и энергетических ресурсов на основе ускорения внедрения в производство достижений науки и техники». На ДСК-1 разработаны условия, в соответствии с которыми определяются задачи смотровой комиссии завода, порядок отчетности по итогам проверок качества работы. Смотровая комиссия ежеквартально отчитывается по итогам проделанной на заводе работы перед центральной комиссией ДСК-1.

Важным мероприятием, направленным на повышение качества выпускаемой продукции, явилось внедрение комплексной системы управления качеством, которая учитывает бездефектное выполнение всех производственных операций, строгий пооперационный контроль, сдачу и приемку изделий и деталей с первого предъявления. За высокое качество выполненных операций предусмотрено материальное поощрение. На заводе регулярно проводится день качества, где проверяется выполнение организационно-технических мероприятий, решаются вопросы улучшения качества изделий, совершенствования технологических линий и оборудования.

Комплексная система управления качеством базируется на стандартах завода, разработанных в полном соответствии с нормативными документами. Процесс управления качеством заключается в планировании повышения качества, получении и анализе информации о фактах, влияющих на качество изготовления изделий и деталей, принятии соответствующих решений по управлению качеством, получению и анализе информации об изменениях в качестве изготовления изделий и деталей. При внедрении системы были определены цели и задачи, ее структура и функции, порядок ее внедрения, функции должностных лиц и руководителей, порядок разработки стандартов завода по основным функциям системы. Следует отметить, что в рамках внедренной на заводе системы управления качеством взаимосвязаны между собой технические, экономические, социальные и организационные мероприятия. Это позволяет активно влиять на все этапы формирования качества продукции.

Немаловажным для повышения качества продукции явилось внедрение и утверждение стандартов предприятия, что позволило с большей эффективностью использовать материальные и трудовые ресурсы, объективно оценивать вклад каждого работника завода в дело повышения качества продукции. Одним из главных стандартов является пооперационный контроль, т. е. систематическое фиксирование и контроль выполнения технологических операций. Результаты контроля отмечаются в маршрутных листах № 1 (изготовление изделия), № 2 (приемка изделия) и № 3

(изготовление арматурных каркасов и закладных деталей).

Маршрутные листы разработаны на основании технологических карт на изготовление панелей внутренних стен и лестничных маршей и площадок. Отдел технического контроля, проверяя выполнение операций, может принять работу с первого или со второго предъявления, в зависимости от качества исполнения. Внедрение пооперационного контроля позволило повысить качество выпускаемой продукции и на 0,03% снизить выпуск бракованных изделий.

Следует отметить, что за качественное выполнение операций и сдачу изделий с первого предъявления предусмотрена выплата премии, размер которой зависит от коэффициента качества труда. Результаты пооперационного контроля регулярно обсуждаются на проводимых главным инженером завода днях качества.

Систематически ведется сбор и обработка информации по качеству поступающих на завод строительных материалов, выпускаемой продукции, налажен бухгалтерский учет планово-экономических показателей по устранению брака. Во всех цехах действуют стандарты предприятия на проведение операционного и входного контроля качества соответственно изделий и материалов.

Так, еще в 1982 г. много внутренних стеновых панелей Ростокинского завода поставлялось на строительные площадки с плохой затертыми волосными трещинами. Отмечались и другие дефекты изделий. С внедрением ряда организационно-технических мероприятий и системы управления качеством продукции количество бракованных изделий значительно сократилось. Этому также способствовало улучшение складирования готовой продукции, создание единой диспетчерской.

Прделанная на заводе работа по повышению качества труда и продукции, исполнителю дисциплины, а также сокращению технологических нарушений позволила заводчанам добиться в 1983 г. высоких технико-экономических показателей, несмотря на ряд трудностей, вызванных реконструкцией технологических линий и части оборудования.

В третьем году одиннадцатой пятилетки ростокинцы трудились под девизами «Работать высокопроизводительно, без травм и аварий» и «Методу А. Д. Басова — инженерную гарантию». В соответствии с планами социального развития ими освоено более 75 тыс. р. на обеспечение безопасных условий труда, улучшение производственно-бытовой обстановки в цехах и повышение культуры производства.

На Ростокинском заводе разработаны положения о соревновании за присвоение званий «Образцово-показательный цех» и «Образцовая бригада». Соревнуясь за досрочное выполнение заданий, многие бригады и отдельные рабочие достигли отличных результатов. Так, кроме трех бригад формовочных цехов высокими показателями в труде добилась бригада грузчиков Н. В. Мокроусова из транспортно-сырьевого цеха. Всего в этой бригаде 10 человек. Среди них ветераны А. Н. Обинов и Ж. К. Курбатов, самоотверженный труд которых является примером для остальных. Кол-

УДК 624.074.4

Г. А. ГАМБАРОВ, канд. техн. наук (МИСИ); М. Б. ГИТЛЕВИЧ,
В. В. БАРАН, инженеры (НИИЖБ)

Тавровая панель-оболочка пролетом 18 м из гибких железобетонных пластин

Лектив бригады работает без травм и аварий, он одним из первых поддержал инициативу ряда предприятий и организаций столицы, обязавшихся обеспечить исправное состояние каждого вагона и контейнера, отправляемых с Московского железнодорожного узла.

Повышению производительности труда служат проводимые на заводе систематические проверки рабочего дня бригады для выявления причин еще встречающихся порой по мере времени из-за несвоевременной подачи материалов в цехи, перегрузки складов готовой продукции, задержки при выгрузке вагонов и т. п. Так, в один из дней 1983 г. бригада Н. В. Мокроусова за 12 ч выгрузила 37 вагонов и подготовила к отправке 3 вагона железобетонных конструкций и изделий для строительства жилых домов в Нижневартовске. Это составило более 200% сменного задания бригады.

В одну из недель ударной трудовой вахты в честь 25-летия движения ударников и коллективов коммунистического труда по итогам соревнования лидерами стали коллективы цеха комплектации, арматурного цеха и формовочного цеха № 2. Так, формовщики выполнили план недели на 109,6 %, изготовив 2,1 тыс. м³ железобетонных изделий. Арматурный цех за этот же срок изготовил 5083 каркаса (при плане 4680).

Движение за коммунистический труд является развитием социалистического соревнования, его высшей формой. На Ростокинском заводе это движение связывает в одно целое борьбу за решение задач в области материального производства с воспитанием коммунистического отношения к труду, с борьбой за нравственное совершенствование работников. Многим заводским бригадам присвоено высокое звание «Коллектив коммунистического труда».

Заслуженным уважением пользуются на заводе кавалеры ордена Трудового Красного Знамени Г. В. Чучелов, Д. В. Торобкина, ордена «Знак Почета» М. К. Абрамов, В. Н. Маркин, Л. С. Деревягина и М. Н. Колесникова. Орденом Трудовой Славы III степени награждены мастер М. П. Коршунов, рабочие В. П. Горюнов, Т. М. Емельянова, В. В. Воля, медалью «За трудовую доблесть» Ю. И. Жирнов, И. П. Воротилин.

Среди передовиков производства завода электросварщик А. В. Гуськов, главный энергетик Г. П. Шебенко, активные рационализаторы Т. И. Егорова, А. Е. Харченко и А. И. Чиков, электромонтер формовочного цеха № 2 Н. К. Печенкиа, ветераны И. И. Китаев, В. В. Тарасов, К. И. Фисенко, начальник ремонтно-строительного цеха В. А. Кузнецов и др.

Успешно завершив третий год одиннадцатой пятилетки, труженики Ростокинского завода наметили высокие рубежи на 1984 г. Можно с уверенностью сказать, что, опираясь на большой производственный опыт, самоотверженный труд и высокую квалификацию, коллективы завода справятся с заданиями и социалистическими обязательствами четвертого года одиннадцатой пятилетки и успешно решат задачи, поставленные декабрьским (1983 г.) Пленумом ЦК КПСС.

В. П. САВЕНКОВ, инж.

В НИИЖБ изготовлена и испытана тавровая панель-оболочка пролетом 18 м, предназначенная для сборки покрытий цилиндрической формы (рис. 1). Подобно предыдущей конструкции пролетом 12 м*, она собрана из двух пластин, одна из которых представляла собой плиту, другая — ребро панели. Приведенная толщина конструкции составила 5 см, расход стали на 1 м² площади равен 5,6 кг. Для сокращения массы панели и возможного размещения транспортных коммуникаций в пространстве покрытия ребро выполнено сквозным (рис. 2).

Пластинки изготовили плоскими в горизонтальном положении на механизированном стенде НИИЖБ из бетона марки М400 на гранитном щебне крупностью 5—10 мм; армировали их высокопрочными канатами К-7 диаметром 6 мм.

Предназначенная для плиты панели пластина размером 18 300×2800×32 мм была предварительно обжата в двух направлениях. Ее каркас состоял из спаренных продольных канатов, расположенных равномерно по ширине с шагом 200 мм, и спаренных поперечных канатов, размещенных с шагом 250 мм по длине. Величина предварительного обжатия бетона в продольном и поперечном направлениях соответственно составила 75 и 60 кгс/см².

Поперечная арматура располагалась над серединой поверхности пластины,

* Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б. Сборная панель покрытия из тонких преднапряженных пластин. — Бетон и железобетон, 1981, № 7.

продольная — под ней. Верхний и нижний защитные слои равны 10 мм. По линии стыковки с ребром устанавливали закладные детали из листовой стали толщиной 8 мм размером 150×80 мм с приваренными к ним двумя анкерами из круглой стали диаметром 12 мм.

Пластину с отверстиями, предназначенную для ребра панели, в продольном направлении армировали 18 канатами К-7 диаметром 6 мм в нижней ее части в двух уровнях. В опорных зонах и в стойках установлены сетки из арматуры В-1 диаметром 5 мм. Нижний и верхний пояса также имели поперечную арматуру в виде сеток. В местах стыковки с литой по верхней грани пластины установленными закладными деталями из листовой стали с анкерами из полосы 4×30 мм. Опорные части дополнительно усилены торцевой закладной деталью с приваренными к ней четырьмя стержнями диаметром 12 мм из стали класса А-III длиной 1 м. Пластина имела криволинейную верхнюю грань, изогнутую по параболе со стрелой выгиба 800 мм, и переменную по высоте толщину от 80 до 60 мм.

Панель-оболочку собирали на месте изготовления ее частей. На первом этапе на опорные подставки установили вертикально ребро панели, фиксируя его положение от потери устойчивости одной промежуточной подставкой в середине пролета. На втором этапе с помощью балансирующей траверсы подняли и подвесили над ребром плиту панели, а затем ее начали медленно опускать. Опираясь в средней части на реб-

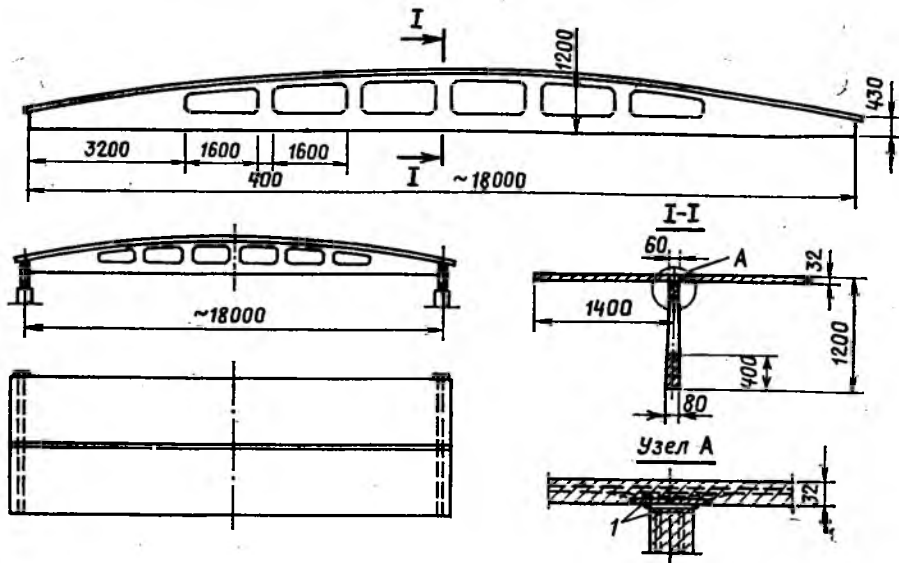


Рис. 1. Тавровая панель-оболочка пролетом 18 м
1 — закладные детали

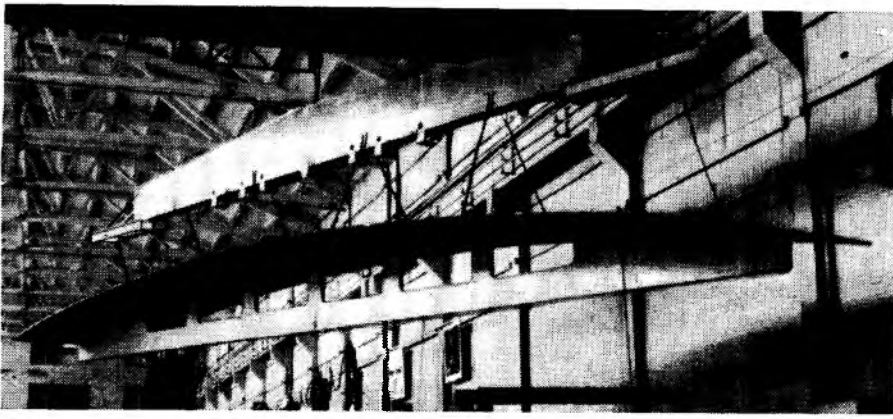


Рис. 2. Панель в собранном виде перед испытанием

ро, под действием собственной массы плита искривлялась, плотно прилегая к криволинейной грани ребра. Трещины по верхней поверхности плиты от изгиба не появились. После установки плиту присоединили к ребру панели путем сварки закладных деталей, расположенных в 15 точках по длине.

Панель была рассчитана на полезную нагрузку 280 кгс/м^2 для покрытия без подвесных кранов. Ее прочность и трещиностойкость в продольном направлении оценивали как у тавровой балки с ребром составного сечения. Работоспособность изогнутой плиты панели и жесткость всей конструкции под действием расчетной нагрузки определяли, исходя из упругой стадии ее работы как полкой цилиндрической оболочки с ребром конечной жесткости.

Панель испытывали по балочной схеме под действием равномерно распределенной нагрузки (рис. 3). Вертикальные перемещения торцов плиты ограничивались опорными подставками. Для фиксации деформаций и перемещений использовали тензорезисторы и прогибомеры.

Первая стадия испытаний была ограничена нагрузкой 425 кгс/м^2 (с учетом собственной массы 125 кг/м^2). Конструкцию нагружали призмами массой 100 кг этапами по 50 кгс/м^2 .

Первые вертикальные трещины раскрытием $0,1\text{--}0,2 \text{ мм}$ появились в ниж-

нем поясе ребра и в углах отверстий при нагрузке 350 кгс/м^2 . Прогиб панели по ребру в середине пролета на этом этапе составил $17,7 \text{ мм}$, или $1/1000L$.

Вертикальные перемещения краев плиты относительно места ее примыкания к ребру в середине пролета практически отсутствовали. Лишь на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от торцов они составили около $2,5 \text{ мм}$, или $1/600$ консольного выноса плиты.

На последующем этапе возникали новые и раскрывались существующие трещины. При нагрузке 425 кгс/м^2 раскрытие отдельных из них в нижнем поясе ребра достигло $0,3\text{--}0,4 \text{ мм}$. Прогиб панели в середине пролета по ребру составил 45 мм , или $1/400L$. Перемещения краев плиты по отношению к ее середине на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от торцов оказались равными $4\text{--}4,5 \text{ мм}$.

Произошли небольшие сдвиги закладных деталей плиты относительно бетона. Максимальные перемещения в $0,5 \text{ мм}$ плиты относительно ребра были зафиксированы у второй от торца закладной детали.

На приопорных частях ребра косые трещины при нагрузке 425 кгс/м^2 не появились. Наклеенные на верхнюю поверхность тензорезисторы на этом этапе фиксировали в основном упругую работу плиты. Максимальные деформации растяжения $40 \cdot 10^{-5}$ под действием поперечного изгибающего момента были отмечены на ограниченной площадке по

линии примыкания плиты к ребру на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от торца. При этом соседние тензорезисторы, наклеенные по сетке в продольном и поперечном направлениях, показали деформации $(17\text{--}19) \cdot 10^{-5}$ — наибольшие для всего поля плиты. Минимальный изгиб плиты в поперечном направлении в середине пролета, обнаруженный прогибомерами, подтвердил показания тензорезисторов, по линии примыкания плиты к ребру они составили всего $6 \cdot 10^{-5}$.

В течение двухнедельной выдержки при нагрузке 425 кгс/м^2 фиксировали пластические деформации панели и ее перемещения. За этот период прогиб в середине пролета по ребру возрос на $4,2 \text{ мм}$, при этом график «прогиб — время» носил затухающий характер. Перемещения краев плиты относительно ее середины в четверть пролета практически отсутствовали — показания большинства тензорезисторов остались прежними.

На второй стадии испытания панель-оболочка была доведена до разрушения. Поздние этапы загрузки сопровождались значительным раскрытием вертикальных трещин в нижнем поясе ребра, в верхних и нижних углах отверстий. На последнем этапе испытания в середине пролета по ребру прогиб составил около 230 мм , или $1/78L$. Вертикальные перемещения краев плиты по отношению к ее середине в четвертях пролета оказались равными $8\text{--}13 \text{ мм}$. Максимальные деформации растяжения плиты в средней ее части на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от торца составили $80 \cdot 10^{-5}$, до $40 \cdot 10^{-5}$ возросли показания соседних тензорезисторов. Однако по всему остальному полю, кроме замкнутого участка больших деформаций, ограниченного в продольном и поперечном направлениях соответственно $1,5$ и $0,5 \text{ м}$, показания тензорезисторов на уровне $(15\text{--}20) \cdot 10^{-5}$ фиксировали работу плиты без трещин.

Разрушение конструкции произошло в результате среза по косой линии крайней стойки ребра, разрушения всех остальных стоек, кроме последней, — по линиям их соединения с поясами и разрыву пластин на сплошном участке ребра соседнем со срезанной стойкой.

Панель разрушилась при выдержке под нагрузкой 690 кгс/м^2 , или $1,67$ расчетной. В момент разрушения напряжения в продольной арматуре ребра практически соответствовали ее нормативному сопротивлению и были равны $19\,000 \text{ кгс/см}^2$.

На участке срезанной стойки плита панели изогнулась в обратном направлении без видимых признаков разрушения. Смещение плиты и ребра по отношению друг к другу на опорном участке панели оказалось равным 90 мм и сопровождалось разрушением бетона вокруг закладных деталей. Нарушения сцепления бетона и закладных деталей в ребре обнаружены не были. Косые трещины на опорных частях ребра так и не появились.

Экспериментальные исследования показали достаточную прочность, трещиностойкость и жесткость тавровой панели-оболочки пролетом 18 м под полезную нагрузку 280 кгс/м^2 и возможность оценки ее работоспособности в продольном направлении как балки таврового сечения с ребром переменной жесткости по СНиП II-21-75.

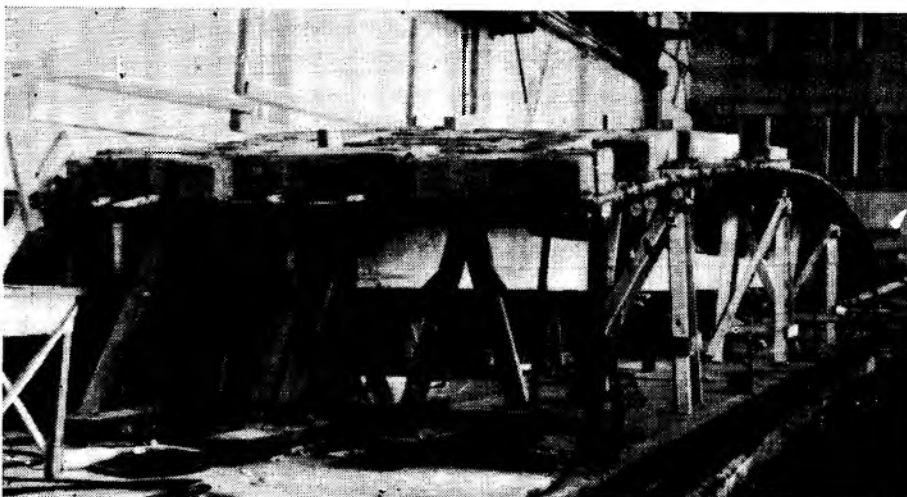


Рис. 3. Испытания тавровой панели-оболочки

Несмотря на ограниченную толщину (32 мм), изогнутая плита панели не потеряла устойчивости и надежно работала в продольном и поперечном направлениях до момента разрушения стоек ребра. Испытания выявили упругий в целом характер ее работы, за исключением ограниченных площадок на торцовых участках в зонах максимальных изгибающих моментов, действующих поперек плиты. Это дает основание при оп-

ределении внутренних усилий и изгибающих моментов рассматривать работу плиты как пологой цилиндрической оболочки в упругой стадии под действием расчетной нагрузки с учетом соответствующей жесткости ребра.

Вместе с тем испытания показали, что для сохранения необходимого запаса прочности стыковых соединений заанкеривание закладных деталей плиты в аналогичных конструкциях, рассчитанных под большие, в том числе крановые, на-

грузки, должно быть улучшено. Следует также усилить арматуру по граням стоек ребра, оценив его работу как многопролетной рамы.

В целом испытания подтвердили работоспособность тавровой панели-оболочки пролетом 18 м, составленной из гибких железобетонных пластин. При дальнейших исследованиях должны быть решены вопросы стыковки панелей между собой и определена их работа в составе всего покрытия.

Бетоны

УДК 691.327:620.173

И. Г. КОРЕНЕВА, инж. (ВЗИСИ)

Сопротивление двухосному сжатию бетона на безобжиговом зольном гравии

Безобжиговый зольный гравий — это искусственный заполнитель, получаемый путем размола золы, перемешивания ее с цементом и водой и гранулирования смеси на тарельчатом грануляторе. Технология его изготовления разработана МИСИ [1].

Применение безобжигового зольного гравия как заполнителя бетона приводит к созданию искусственного каменного материала объемной массой $\gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$ с достаточно высокой сопротивляемостью внешним силовым воздействиям. Поскольку данный заполнитель обладает высокой конкурентоспособностью по сравнению с другими видами заполнителя (за счет доступности сырья и пониженного расхода энергии на его изготовление), весьма перспективно его широкое применение в массовом строительстве, прежде всего в плитных конструкциях — плитах покрытий, дорожных, аэродромных.

Отсутствие систематических исследований свойств указанного бетона, естественно, затрудняет широкое применение изделий из него. Исследования сопротивления бетона на безобжиговом зольном гравии, проведенные в НИИЖБ, позволили установить взаимозависимость между базовыми характеристиками сопротивления сжатию, растяжению, модулем деформаций. Установлено, что эти характеристики связаны с прочностью самого заполнителя и маркой бетона.

Плиты покрытий, дорожные и аэродромные испытывают плоское напряженное состояние — двухосное сжатие. В [2] подробно описываются выполненные многими исследователями работы в области плоского напряженного состояния. Исследования привели к выводу, что происходит увеличение прочности бетонных образцов при двухосном сжатии по сравнению с одноосным. Однако прямое применение теории пластичности для бетона на безобжиговом зольном гравии не привело к удовлетворительным результатам. Отклонения между теоретическими зна-

чениями сопротивления σ_1^T двухосному сжатию отличаются от сопротивлений непосредственно замеренных опытов от σ_1 до 1,5 раз. Свойства указанных бетонов по своим величинам являются промежуточными свойствами между легкими и тяжелыми бетонами, т.е. аналогично [3, 4] требует уточнения зависимость предельных значений прочности от величины отношений между главными напряжениями σ_1 и σ_2 [2].

Для изучения прочности бетона на безобжиговом зольном гравии при двухосном сжатии образцы-кубы с ребром 10 см испытывали в универсальной установке, которую помещают в пресс (рис. 1). Нормальное напряжение σ_1 создавалось передачей нагрузки от плит пресса на стальные опорные детали и на грани куба. Боковое напряжение σ_2 обеспечивалось передачей нагрузки на грани куба от домкрата. Трение стальных опорных плит устраняли путем применения синтетических прокладок толщиной 0,3 мм с тонким слоем графитовой смазки [4].

Испытания проводили на образцах четырех серий, при этом варьировали четыре величины кубиковой прочности и 14 различных уровней бокового обжатия. Полученные экспериментальные данные приведены в табл. 1—3, где $R_{\text{ц}}$ — проч-

ность заполнителя в цилиндре; R_c — призмная прочность бетона; R_p — прочность бетона при растяжении; σ_2 — боковое обжатие образца; σ_1 — разрушающее напряжение.

Как показывает обработка данных экспериментов, вне зависимости от марки исходного бетона по мере увеличения бокового обжатия наблюдается увеличение

Таблица 1

Серия образцов	σ_2 , МПа	σ_1 , МПа	σ_2/R_c	$k = \sigma_1/R_c$
Б12-1	4,8	20,2	0,3	1,26
Б12-2	4,8	23,0	0,3	1,44
Б12-3	8,0	27,0	0,6	1,69
Б12-4	8,0	25,5	0,6	1,59
Б12-5	14,4	30,3	0,9	1,89
Б12-6	14,4	26,0	0,9	1,63
Б12-7	17,6	30,5	1,1	1,91
Б12-8	17,6	26,7	1,1	1,67
Б12-9	19,2	28,5	1,2	1,78

Примечание. $R_{\text{ц}} = 3,5$ МПа; $R_c = 24,1$ МПа; $R_p = 16$ МПа; $R_p = 1,4$ МПа.

Таблица 2

Серия образцов	σ_2 , МПа	σ_1 , МПа	σ_2/R_c	$k = \sigma_1/R_c$
Б15-1	3,4	24,1	0,2	1,40
Б15-2	3,4	24,0	0,2	1,42
Б15-3	6,8	26,0	0,4	1,53
Б15-4	6,8	28,0	0,4	1,65
Б15-5	10,2	28,5	0,6	1,68
Б15-6	10,2	28,5	0,6	1,68
Б15-7	13,6	32,5	0,8	1,91
Б15-8	17,0	31,0	1,0	1,82
Б15-9	20,4	33,8	1,2	1,98
Б15-10	23,8	31,5	1,4	1,85

Примечание. $R_{\text{ц}} = 4,2$ МПа; $R_c = 31,1$ МПа; $R_p = 17$ МПа; $R_p = 1,5$ МПа.

Серия образцов	$R_{ц}, \text{ МПа}$	$R_{к}, \text{ МПа}$	$R_{с}, \text{ МПа}$	$R_p, \text{ МПа}$	$\sigma_2, \text{ МПа}$	$\sigma_1, \text{ МПа}$	σ_2/R_c	$k = \sigma_1/R_c$
БЗГ6-1	50,0	37,2	25,5	2,2	9,0	37,5	0,35	1,47
БЗГ6-2	5,0	37,2	25,5	2,2	8,4	38,0	0,33	1,49
БЗГ6-3	5,0	37,2	25,5	2,2	11,5	39,5	0,45	1,55
Б16-1	5,0	29,8	16,0	1,6	9,6	25,0	0,60	1,56
Б16-2	5,0	29,8	16,0	1,6	21,3	27,5	1,33	1,70
Б16-3	5,0	29,8	16,0	1,6	25,0	23,0	1,56	1,43

сопротивления бетона на безобжиговом зольном гравии, а в дальнейшем по мере роста отношения $\sigma_2/R_c = 1,2$ его положительное влияние несколько снижается. На рис. 2 показаны расположение экспериментальных точек для различных серий и теоретическая кривая бетона на БЗГ, вычисленная по формуле (2), с учетом корректировки (как описано ниже). На этом же рисунке указаны графики изменения прочности, из которых видно, что бетон на безобжиговом зольном гра-

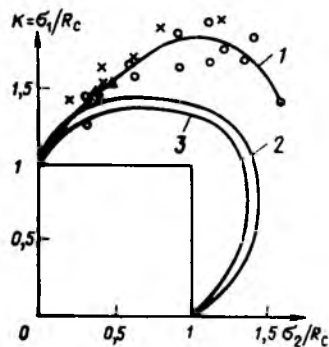


Рис. 2. Изменение прочности бетона при двухосном сжатии
1 — теоретическая кривая по формуле (2) с учетом поправочного коэффициента A_1 для бетона на БЗГ; 2 — тяжелый бетон, $R_c = 28,7 \text{ МПа}$, по данным [5]; 3 — керамзитобетон, $R_c = 25 \text{ МПа}$, по данным [4]; \circ, \times, Δ — экспериментальные точки испытаний бетона на БЗГ соответственно с $R_c = 16 \text{ МПа}$, $R_c = 17 \text{ МПа}$, $R_c = 25,5 \text{ МПа}$

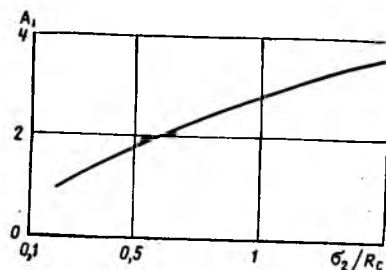


Рис. 3. Изменение зависимости коэффициента приведения A_1 от величины бокового обжатия

вию при двухосном сжатии обладает более высокой прочностью, чем другие виды бетона. Это явление можно объяснить близостью модулей упругости его растровной части и заполнителя.

Разыскивая способы теоретического прогнозирования сопротивления бетона при двухосном сжатии, можно согласно [3] искать некоторые фиктивные сопротивления, характеризующие материал при одноосных напряжениях. Наши исследования показали, что такой характеристикой при подборе формул для расчета сопротивления двухосному сжатию может служить фиктивное сопротивление одноосному растяжению R_p^Φ . Такой подход объясняется тем, что разрушения при сжатии происходят от поперечного разрыва. Если связывать расчетное сопротивление с фактическим сопротивлением растяжению R_p

$$R_p^\Phi = A_1 R_p,$$

где A_1 — определяемый из опытов коэффициент. Зависимость между A_1 и σ_2/R_c характеризуется графиком (рис. 3).

Анализ указанной зависимости показывает, что коэффициент не является постоянным, а увеличивается с увеличением отношения σ_2/R_c , причем эта связь практически линейна.

Используем общее выражение из [2]:

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2 \sigma_3 + \sigma_3 \sigma_1) - (R_c - R_p)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) - R_c R_p = 0 \quad (1)$$

и при $\sigma_3 = 0$ получаем формулу для расчета двухосного сжатия:

$$\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2 - (R_c - R_p)(\sigma_1 + \sigma_2) - R_c R_p = 0. \quad (2)$$

Решаем ее относительно σ_1 (вместо R_p фигурирует $A_1 R_p$). Сопоставляя теоретические значения сопротивлений σ_1 , вычисленные по (2), с опытными значениями (см. рис. 2), убеждаемся, что формула (2) хорошо согласуется с экспериментальными значениями при отклонениях не более 10%.

Таким образом, при оценке работы бетона на обжиговом зольном гравии при двухосном сжатии указанные формулы можно использовать с большей точностью расчетов по сравнению с существующими.

Рассматриваемый вид бетона можно рекомендовать для использования в преднапряженных конструкциях — плитах перекрытий зданий, дорожных плитах и т. п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю. М., Гладких К. В. и др. Безобжиговый зольный гравий — новый эффективный заполнитель для бетонов. — Строительные материалы, 1980, № 8.
2. Гениев Г. А., Киссюк Н. В., Тюпин Г. А. Теория пластичности бетона и железобетона. М., Стройиздат, 1974.
3. Гениев Г. А., Киссюк Н. В., Левин Н. И., Никонова Г. А. Прочность легких и ячеистых бетонов при сложных напряженных состояниях. М., Стройиздат, 1978.
4. Кудрявцев А. А. Прочность легкого бетона при двухосном сжатии. Труды НИИЖБ, вып. 25. М., 1975.
5. Гвоздев А. А., Яшин А. В., Петрова К. В. и др. Прочность, структурные изменения и деформации бетона. М., Стройиздат, 1978.

УДК 691.327

В. В. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук (КИСИ)

Биоцидные строительные растворы и бетоны

Бурное развитие строительства сельскохозяйственных зданий и сооружений, предприятий пищевой и других отраслей промышленности, перерабатывающих органические материалы, появление отходов органических материалов нарушило экологическое равновесие и привело к увеличению количества микроорганизмов в воздухе, воде и почве и повышению их биологической активности.

В настоящее время выделяют группу технофильных микроорганизмов, представленных бактериями и микроскопическими грибами [1]. Они поселяются в

капиллярно-пористой текстуре бетона и выделяют в воздух споры и конидии, отравляя его, а через пищевые продукты — людей и животных. Например, золотистый стафилококк, поселяясь на стенах, потолке лечебно-профилактических учреждений, заражает помещения и является причиной тяжелых заболеваний. Грибки-аспергиллы вызывают заболевания дыхательных путей у людей и гибель домашних птиц.

Особенно подвержены заражению микроорганизмами строительные конструкции предприятий мясной, молочной, пи-

шевой, консервной, фармацевтической и других отраслей промышленности, где в технологическом процессе участвуют органические вещества и строительные конструкции эксплуатируются в условиях высокой влажности или при капиллярном подсосе жидких сред. Значительному микробному заражению подвержены сооружения водотведения, очистки и обеззараживания стоков. Кроме того, бываю заражены и материалы для строительных растворов и бетонов: овражные и речные пески, песчано-гравийные смеси и т. п.

Продукты жизнедеятельности микроорганизмов — органические кислоты или щелочи — могут вызывать коррозию силикатных систем, в том числе бетонов [1].

Для уничтожения микроорганизмов используют высокотоксичные соединения ртути, пентахлорфенолаты, щелочные производные фенола, оловоорганические соединения и т. п., далеко не безвредные для теплокровных [2].

Борьба с микроорганизмами в помещениях, в которых предъявляются повышенные санитарные требования, в настоящее время является важной народнохозяйственной проблемой.

Одно из направлений ее решения заключается в создании композиционных строительных материалов — красок, мастик, строительных растворов и бетонов, обладающих биоцидными свойствами — бактерицидностью и фунгицидностью, т. е. способностью предотвращать развитие на поверхности и в поровом пространстве бактерий и микроскопических грибов.

Биоцидность строительным растворам и бетонам может быть придана благодаря введению в их состав с водой затворения биологически активных химических соединений* или пропитке материалов растворами этих препаратов.

Биологически активные препараты должны удовлетворять следующим основным требованиям:

выпускаться химической промышленностью; быть недефицитными и недорогими;

не оказывать токсического воздействия на человека как на стадии приготовления раствора или бетона, так и в составе сформированной структуры материалов и не вызывать аллергии;

не приводить к коррозии арматуры и бетона [3];

длительное время сохранять свойства биоцидности благодаря невысокой летучести.

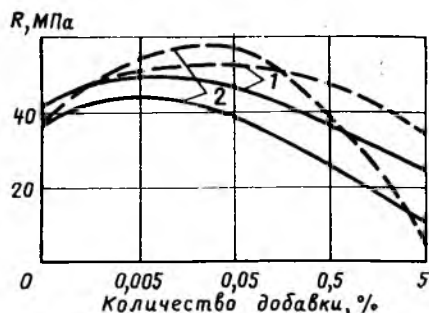
Из большого числа препаратов, выпускаемых нашей промышленностью, поставленным требованиям отвечает катапин-бактерицид (ТУ 6-01-1026-75 Минхимпрома) и катапин-ингибитор КИ-1 (ТУ 6-01-873-76 Минхимпрома).

Катапин-бактерицид относится к группе четвертичных аммониевых солей катионных ПАВ, это продукт конденсации хлорметильных производных ароматических углеводородов с пиридином. Он легко растворим в воде, негорючий, малолетучий, стойкий во времени, его водные растворы даже в концентрациях 0,1—0,2% обладают бактерицидной активностью к эталонным культурам золотистого стафилококка и кишечной палочки, а также к плесневым грибкам. Этот препарат используется в качестве моющего ПАВ и для дезинфекции тары в мясной и пищевой (пивоваренной) промышленности.

Ингибитор КИ-1 — катионное ПАВ, действующим началом которого является катапин. В его состав входят уротропин и соляная кислота. Этот препарат применяют в качестве антикоррозионной присадки к кислотным травильным растворам и как ингибитор коррозии стали. Препарат негорюч, малотоксичен, хорошо растворим в воде. Его биологиче-

ская активность слабее, чем катапина-бактерицида.

Эффективность добавок исследовали в содружестве с НИИЖБ, Киевским медицинским институтом и Институтом микробиологии и вирусологии АН УССР. В лабораторных условиях изучали влияние добавок на кинетику твердения клинкерных мономинералов, стойкость гидратных новообразований к грибкам, изменение сроков схватывания портланд-, шлакопортланд- и шлакощелочных цементов, вяжущих с добавками и без них к грибкам, бактерицидность и фунгицидность цементных растворов состава 1:3 на вольском песке и бетонов состава 1:1,4:3,1 (В/Ц=0,5). Методика оценки бактерицидности и фунгицидности строительных растворов и бетонов отражена в Указаниях [4]. Некоторые характерные результаты исследований приведены на рисунке.



Влияние вида катапина и условий твердения на прочность цементного камня (образцы-кубики с ребром 2 см)

— катапин-бактерицид; — — — катапин-ингибитор; 1 — нормальные условия твердения в течение 28 сут; 2 — попаривание по режиму 3+3+6+2 ч с последующим твердением в нормальных условиях в течение 28 сут

Пребывание образцов-призм размером 1×1×6 см в проточной водопроводной воде в течение года снизило фунгицидность их только на 1 балл по ГОСТ 9.048—9.051—76. Это указывает на высокую связанность катапина с гидратными новообразованиями в цементном камне. Шлакопортландцемент поражается грибками сильнее портландцемента.

Поскольку микробиологическими исследованиями проб песков и легких лесовидных суглинков случайной выборки из 30 карьеров (в том числе барханских песков Средней Азии, карьеров Привольска, Киевской области, Туркмении и др.), проведенными Институтом микробиологии и вирусологии АН УССР совместно с КИСИ, была выявлена значительная зараженность 29 проб (2,0·10⁵—7,63·10⁶ зародышей технофильных грибов в 1 г пробы), изучено влияние зараженности инертных на поражаемость цементных растворов грибками. Для этого изготовили образцы размером 1×1×6 см из раствора состава 1:3 на основе кантаминированного песка и песка, подвергнутого санитарной обработке.

При этом установлено, что при твердении растворов в нормальных влажностных условиях, особенно при использовании шлакопортландцемента, в поровом пространстве хорошо сохраняют свою жизнеспособность зародыши грибов. При эксплуатации таких материалов во влажной среде с положительной температурой зародыши являются первопричиной грибковой коррозии всей структуры материала — он быстро зарастает

ет мицелием. Санитарная обработка песка водным раствором катапина-бактерицида из объема воды затворения цементного раствора предотвращает заражение материала грибками изнутри.

Биоцидные свойства растворов и бетонов проверены также в натуральных условиях. На одном из киевских пивзаводов в 1976 г. с использованием биоцидного бетона состава 1:1,4:3,1 (В/Ц=0,5) были отремонтированы фундаменты под баки отстоя пива в подвальном сыром помещении дореволюционной постройки, разрушившиеся в результате биологической коррозии. Кроме того, цементным раствором состава 1:3 слоем 2—2,5 см выполнена стяжка по периметру баков. В цементный раствор и бетон под 5 баков вводили 2% катапина-бактерицида от массы цемента, а под остальные 15 баков бетон укладывали без добавки. Прочность бетона определяли склерометрическим методом — прибором ПИБГ-2 [5].

После 7 лет эксплуатации прочность растворной части биоцидного бетона находилась в пределах 36—41 МПа, фундаменты издавали звонкий звук при ударе обухом эталонного молотка прибора ПИБГ-2.

Фундаменты из бетона без добавки в течение контрольного срока дважды подвергались ремонту, они издавали глухой звук, прочность растворной части бетона снизилась почти в 7 раз (с 32 до 4,5—5 МПа), их поверхность была обильно покрыта слизью, чернела.

Перспективной областью использования растворов и бетонов с катапином-бактерицидом являются ремонтные и строительные работы при возведении лечебно-профилактических учреждений, сооружений пищевой промышленности, животноводческих и птицеводческих комплексов.

Выводы

Разработаны и исследованы биоцидные строительные растворы и бетоны на основе полифункциональных ПАВ — катапинов.

Растворы и бетоны проявляют биологическую активность — препятствуют развитию золотистого стафилококка и кишечной палочки при введении катапина-ингибитора КИ-1 не менее 1%, катапина-бактерицида — не менее 0,5% массы цемента.

Растворы и бетоны с катапином-бактерицидом являются фунгистатичными при введении 0,5—1% и фунгицидными при добавке катапина-бактерицида более 1% массы цемента.

Придание биоцидности строительным растворам и бетонам — важное мероприятие в улучшении санитарного состояния как сооружений, так и окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Е. И., Билая В. И., Коваль Э. Э. и Козлова П. А. Микробная коррозия и ее возбудители. Киев, Наукова думка, 1980.
2. Гринау Э. Б. Предупреждение дефектов в строительных конструкциях/Пер с нем. М., Стройиздат, 1980.
3. Москвин В. М., Иванов Ф. М., Алексеев С. Н., Гузев Е. А./Под общ. ред. В. М. Москвина. М., Стройиздат, 1980.
4. Методические указания по применению биоцидного раствора и бетона на основе добавки катапина-бактерицида. Киев. Украинское республиканское правление НТО пищевой промышленности, 1983.
5. Гончаров В. В. Гидротехнические бетоны. Киев, Будивельник, 1978.

* А. с. № 527393. Бетонная смесь. И. Г. Хаскин, В. В. Гончаров, Я. Я. Деревянко и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1977, № 33.

Г. А. АЙРАПЕТОВ, Р. П. САСОНОВ, И. Я. ХАРЧЕНКО, кандидаты техн. наук, А. И. ПАНЧЕНКО, инж. (Грозненский нефтяной ин-т)

Определение пористости растворов и бетонов на напрягающих цементах

Известно, что процесс расширения растворов и бетонов на напрягающих цементах обусловлен образованием в большом количестве гидросульфатоалюмината кальция высокосульфатной формы (этрингита). Устойчивость этого соединения зависит от температурно-влажностных условий выдерживания бетонов на НЦ.

Несмотря на противоречивость данных различных исследователей о температурных пределах стабильности этрингита, можно заключить, что примерно до 60°C он стабилен, а при температуре около 100°C разлагается, т. е. наблюдается полная или частичная дегидратация. Следовательно, использовать стандартную методику нахождения полного истинного объема пор бетона (ГОСТ 12730.4—78), основанную на сушке образцов при 105°C до постоянной массы для удаления свободной воды, невозможно. Вместе со свободной водой удаляется и значительное количество воды, химически связанной в этрингите.

Авторы при определении полного объема пор бетонов на НЦ использовали формулу (1) ГОСТ 12730.4—78:

$$P_n = \frac{\rho_b - \rho_0}{\rho_b}, \quad (1)$$

где ρ_b , ρ_0 — плотность измельченного в порошок бетона и сухого образца, г/см³.

На основании выполненных исследований предложена новая методика определения ρ_b и ρ_0 , связанная со специфичной поведением этрингита при температурах, близких к 105°C.

Для установления ρ_b использовали измельченную в порошок пробу материала, из которого свободная вода удалена трехкратной промывкой в ацетоне с последующей сушкой до постоянной массы при 60°C.

Особенность нахождения плотности сухого бетона по формуле $\rho_0 = m_0/V$ (m_0 — масса сухого образца, г; V — объем образца, см³) заключалась в определении массы сухих образцов m_0 , для чего измельченную в порошок пробу материала, промытую ацетоном и высушенную до постоянной массы при 60°C, нагревали до 105°C и выдерживали при этой температуре до прекращения потери массы.

Тогда

$$m_0 = m k = m \left(1 + \frac{m_{60} - m_{105}}{m_{60}} \right), \quad (2)$$

где m — масса высушенного при 105+5°C образца, г; k — поправочный коэффициент, учитывающий удаление из образца химически связанной воды в результате его сушки при 105±5°C; m_{60} — масса измельченного в порошок материала, промытого в ацетоне и высушенного

при 60±5°C; m_{105} — масса той же пробы, но прогретой затем при 105±5°C.

По предлагаемой методике установили пористость раствора на НЦ, твердевшего в различных условиях.

Из образца естественной влажности отбирали 50-граммовую пробу и измельчали ее до крупности менее 0,14 мм. После этого пробу 3 раза промывали ацетоном, высушивали при 60±5°C до постоянной массы и делили на две части. Одну часть использовали для определения ρ_b по ГОСТ 310.2—76, а другую нагревали до 105±5°C и выдерживали при этой температуре в течение 24 ч до прекращения потери массы.

По этой методике устанавливали полный объем пор раствора состава 1:1, $V/C=0,4$ в зависимости от условий твердения. При этом использовали цемент НЦ-20 марки 500 Усть-Каменогорского завода.

Образцы серии 1 твердели в течение суток в формах при 20°C, затем 7 суток в воде, после распалубки они хранились до испытания в камере нормального твердения. Образцы серий 2—4 после изготовления раствора и часового выдерживания прогревали в жестких формах, исключая деформации, по режиму 2+3+2 ч при 50, 70 и 90°C. После прогрева образцы без распалубки хранили в течение 7 суток в воде, далее распалубливали и помещали в камеру нормального твердения.

Образцы серии 5 прогревали в воздушно-сухих условиях при наличии деформаций в одном направлении по режиму 1+2+3+2 ч при 90°C. После этого их распалубливали и хранили до испытания в среде с относительной влажностью 50±20%. Влагопотери при прогреве составили 15,4% начального водосодержания.

Образцы серии 6 твердели сутки в формах при 20°C, затем их распалубливали и прогревали в воде при 90°C по режиму 2+3+2 ч, затем помещали на 7 сут в

Серия образцов	ρ_b , г/см ³	ρ_0 , г/см ³	P_n , %
1	2,42/2,49*	2,04/2,09	13,6/18,1
2	2,42/2,45	2,06/2,11	12,8/15,9
3	2,45/2,50	2,08/2,12	13,5/16,8
4	2,46/2,48	2,07/2,11	14,2/16,5
5	2,50/2,53	2,03/2,08	16,8/19,8
6	2,41/2,45	2,03/2,08	13,7/17,1
7	2,42/2,42	2,11/2,11	12,8/12,8

* Перед чертой — по предлагаемой методике; после черты — по ГОСТ 12730.4—78.

холодную воду, после чего — в камеру нормального твердения.

Контрольными служили аналогичные образцы на порландцементе, твердевшие в нормальных условиях (серия 7). Для сравнения полный объем пор бетона определяли также по ГОСТ 12730.4—78 (см. таблицу).

Как видно из таблицы, стандартный метод определения P_n раствора на НЦ по ГОСТ 12730.4—78 независимо от условий твердения завышает полный объем пор в 1,16—1,33 раза. В связи с этим предлагается новая методика установления полного объема пор бетона на НЦ. Ее достоверность подтверждается тем, что значения ρ_b и ρ_0 бетона на порландцементе не зависят от используемой методики. Это объясняется тем, что при твердении порландцемента образуется незначительное количество гидратов, неустойчивых при 105°C.

На ВДНХ СССР

Кассетно-конвейерная линия изготовления внутренних стеновых панелей, разработанная Калининским ОП ДСК (170036, г. Калинин, Комсомольский просп., 4/4) и СКТБ Стройиндустрия Минстроя СССР, состоит из двух формирующих установок, двух бетоноукладчиков, туннельной пропарочной камеры, рельсового пути и передаточной тележки.

Формующая установка представляет собой три тепловых отсека (два крайних и один средний), создающих с поддоном замкнутое пространство для изготовления двух панелей. Средний отсек с поддоном (матрица) после распалубки вместе с изделиями перемещается передаточной тележкой. Механизмы открывания и закрывания крайних тепловых отсеков выполнены на базе серийной кассеты типа СМЖ.

Основное требование кассетно-конвейерной технологии — укладка в формующую установку бетонной смеси при температуре 40—50°C. Для обеспечения этой температуры разогрев бетонной смеси осуществляется в два этапа: вначале в противоточной бетономешалке с паровой рубашкой, а затем в бетономешалке свободного падения с использованием горячей воды.

Для поддержания заданной температуры во время укладки бетонной смеси во все тепловые отсеки подается пар, обеспечивающий температуру в них 80—90°C. Продолжительность укладки бетонной смеси в одну установку — 10 мин.

После окончания формирования начинается тепловая обработка бетона, которая длится в течение 60 мин до приобретения им распалубочной прочности 30—40 кг/см². Затем крайние тепловые отсеки раздвигаются, и матрица (средний тепловой отсек с поддоном) с двумя изделиями с помощью передаточной тележки поступает в туннельную пропарочную камеру для дальнейшей тепловой обработки. После тепловой обработки матрица с изделиями передаточной тележкой подается на пост распалубки и далее на посты чистки, смазки, установки арматурных каркасов и формирования. Готовые изделия поступают на склад или устанавливаются на посты доводки.

С. А. ВЫСОЦКИЙ, канд. техн. наук; В. П. СМИРНОВ, В. Р. ГАРАШИН, инженеры (НИИЖБ); И. И. ЛИФАНОВ, д-р техн. наук, проф. (ВНИИФТРИ)

Морозостойкость бетонов на алинитовых цементах в различных условиях твердения

При изучении бетонов на алинитовых цементах исследовано влияние условий твердения на их морозостойкость, выявлены возможные причины изменения этого свойства от воздействия различных факторов и эффективные способы регулирования морозостойкости. Эксперименты проводили на опытно-промышленных партиях алинитовых цементов различного состава марок 300—550, полученных в 1981—1982 гг. путем обжига алинитового клинкера на Ахангаранской технологической линии и его помола на опытных установках НИИСтром-проекта и НИИЦемента. Морозостойкость определяли по ГОСТ 10060—76 при трех циклах испытаний в сутки.

В результате установлены пониженная по сравнению с портландцементными бетонами морозостойкость бетонов на алинитовых цементах в нормальных условиях твердения и благоприятное влияние пропаривания на их свойства (после ТВО повышаются прочностные характеристики и морозостойкость). Эти положения подтверждаются проведенными на dilatометре ВНИИФТРИ испытаниями растворов образцов состава 1:2 с $B/C=0,4$, приготовленных на алинитовом цементе марки 300 и воскресенском портландцементе марки 400 (рис. 1). Они свидетельствуют о том, что в соответствии с пониженной морозостойкостью образцы нормального твердения на алинитовом цементе характеризуются наибольшим расширением при $-7...-12^{\circ}\text{C}$, обусловленным переходом воды в лед в крупных капиллярных порах (см. рис. 1). Для них характерно также медленное приближение кривой 2 при $t < -10^{\circ}\text{C}$ к аналогичной кривой ненасыщенного образца 1, что указывает на образование дополнительного льда, который препятствует термическому сжатию образцов.

Пропаривание, незначительно влияя на изменение деформационной кривой образца на портландцементе в сравнении с нормальным твердением, существенно видоизменяет кривую образца на алинитовом цементе. При этом скачок деформаций значительно снижается (см. рис. 1), свидетельствуя об уменьшении опасных с точки зрения морозостойкости крупных капилляров и пор, вода в которых замерзает при $-8...-10^{\circ}\text{C}$. Кривые насыщенного и ненасыщенного образцов сближаются быстрее, что подтверждает менее выраженное проявление деструктивных факторов и указывает на доминирующее влияние термического сжатия компонентов на деформации бетона.

Наилучшей dilatометрической кривой с точки зрения морозостойкости характеризуются образцы нормального твердения на портландцементе (см. рис. 1), обладающие минимальным расширением

при $-6...-8^{\circ}\text{C}$. Кроме того, водонасыщенные образцы на портландцементе при дальнейшем охлаждении испытывают значительное сжатие, что свидетельствует о минимальном проявлении деструктивных процессов, связанных с переходом воды в лед при дальнейшем охлаждении до $-35...-40^{\circ}\text{C}$.

Рассмотренный характер изменения деформаций при однократном замораживании и их морозостойкости в зависимости от условий твердения и вида вяжущего обусловлен действием следующих основных факторов. Образцы на основе алинитового цемента в нормальных условиях отличаются более дефектной структурой по сравнению с пропаренными образцами и образцами на портландцементе. Как следует из рис. 2, они характеризуются наличием большого числа трещин, проходящих как через продукты гидратации [в данном случае через сrostок кристаллов $\text{Ca}(\text{OH})_2$], так и через негидратированные клинкерные зерна. Такая структура является следствием возникновения значительных собственных напряжений, обусловленных спецификой минералогического состава алинитовых цементов. Установлено, что эти вяжущие содержат как быстрогидратирующиеся фазы (50—60% алинита, а также $\text{C}_{11}\text{A}_7\text{-CaCl}_2$), так и малоактивный в нормальных условиях белит (до 30% и более), гидратация которого развивается в уже сложившейся структуре камня. Кроме того, в нормальных условиях образуются слабозакристаллизованные новообразования, склонные к высоким усадочным деформациям, усугубляющим напряженное состояние образцов. При тепловлажностной обработке происходят активизация белитовой фазы и сближение скорости гидратации составляющих алинитового цемента, образуются более закристаллизованные продукты. Кроме того, образцы из бетона на алинитовом цементе, отличаясь интенсивным твердением в период предварительного выдерживания и подъема температуры, достаточно хорошо сопротивляются деструктивному воздействию теплового расширения бетона и его компонентов. В продуктах их гидратации в условиях пропаривания гидроалюминатная фаза представлена в отличие от новообразований портландцементов кристаллами гексагональной морфологии, что также способствует формированию малодефектной структуры.

Рис. 1. Температурные деформации растворов а, б — алинитовый цемент; в, г — портландцемент; а, в — 28 сут нормального твердения; б, г — после пропаривания по режиму 3+3+6+2 ч при 85°C ; 1 — не насыщенный водой образец; 2 — насыщенный образец

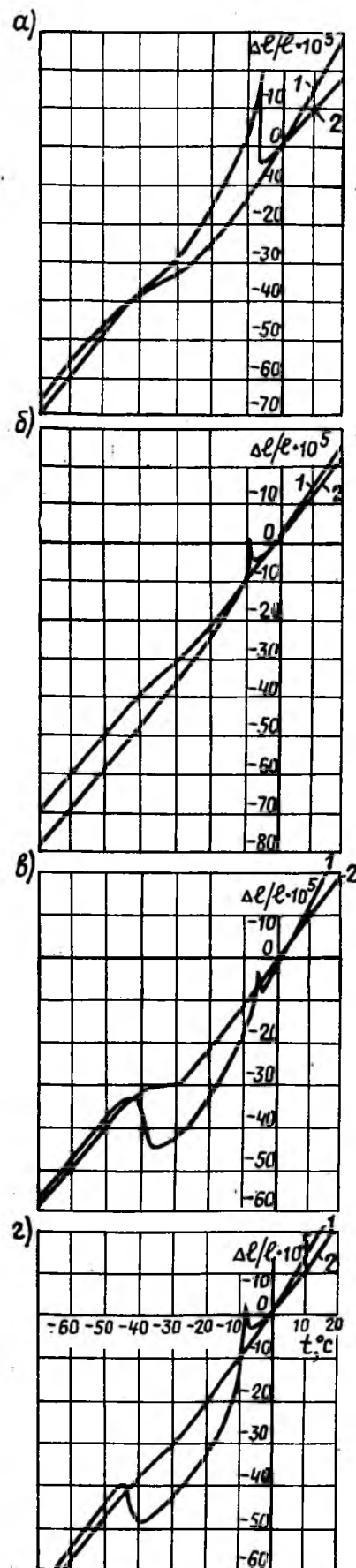




Рис. 2. Цементный камень с $B/C=0,27$ на алинитовом цементе марки 550

Экспериментами установлено, что в условиях с относительной влажностью 35% у бетонов 28-суточного нормально хранения на алинитовом цементе усадочные деформации в 1,5 раза выше, чем у образцов на портландцементе. Выдерживание их в подобных условиях в результате возникновения значительных усадочных напряжений снижает в 2—

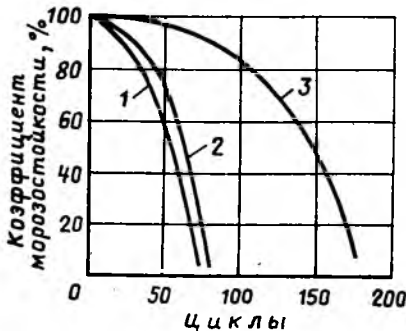


Рис. 3. Влияние температуры выдерживания образцов на морозостойкость бетона марки М300 на алинитовом цементе

1 — 28 сут при 20°C; 2 — после пропаривания по режиму 2+1,5+12+1 ч при 50—55°C; 3 — то же, по режиму 2+3+6+2 ч при 85—90°C

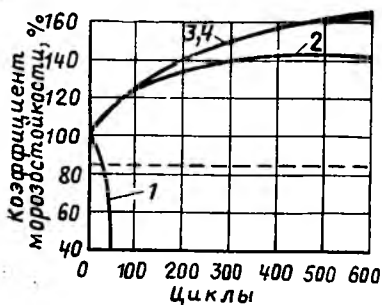


Рис. 4. Влияние добавки СПД на морозостойкость бетона нормального твердения на алинитовом цементе марки 300

1 — без добавки; 2 — 0,005% СПД; 3 — 0,015% СПД; 4 — 0,03% СПД

2,5 раза морозостойкость по сравнению с образцами, постоянно хранившимися в нормальных условиях. При замораживании влага мигрирует в крупные поры, вызывая усадку и возникновение в образцах дополнительных напряжений, которые, суммируясь с кристаллизационным давлением льда и гидравлическим давлением воды, усугубляют деструкцию бетона на алинитовом цементе.

Исследованиями НИИЖБ установлено также, что цементный камень и бетоны на алинитовых цементах характеризуются большей скоростью растворения в агрессивной среде (оцененной по переходу CaO в дистиллированную воду) по сравнению с составами на портландцементе. Роль этого фактора, незначительную при стандартных испытаниях на морозостойкость, следует принимать во внимание в эксплуатационных условиях при оценке долговечности изделий и конструкций.

Пониженная морозостойкость бетонов нормального и естественного твердения на алинитовых цементах требует разработки специальных мероприятий, направленных на повышение их долговечности. Установлено, что для наиболее полной реализации положительного эффекта пропаривания (как способа повышения морозостойкости) необходимо соблюдение оптимальной температуры прогрева. Как следует из рис. 3, снижение ее с 85—90 до 50—55°C заметно снижает морозостойкость. Для бетонов нормального твердения на алинитовых цементах значительное повышение морозостойкости (до 300 циклов и более) может быть также достигнуто в результате длительного (3—4 мес) их твердения в нормальных или водных условиях. Однако наиболее действенным и приемлемым для практики способом является использование воздухововлекающих добавок. Даже бетоны нормального твердения, приготовленные на алинитовых цементах пониженной активности (марки 300), приобретают способность хорошо сопротивляться попеременному замораживанию и оттаиванию. Эффект повышения морозостойкости зависит от содержания вовлеченного воздуха и числа резервных пор. Так, для бетона состава 1:1,54:2,93 с $B/C=0,4$ ($O.K.=2...4$ см), содержащего 0,005% добавки СПД массы цемента, после 400 циклов отмечается стабилизация роста прочности, свидетельствуя о приближающемся исчерпанию защитной способности резервных пор (рис. 4; см. таблицу).

Добавка СПД, % массы цемента	Водопоглощение, %		Пористость, %		Условная степень насыщения капилляров и пор водой, %	$R_{сж}$, МПа, кубов с ребром 10 см	
	по массе V_M	по объему V_0	общая	резервная		контрольных	после 500 циклов
0,000	4,9	11,4	11,4	0,0	100	36,2	—
0,005	5,2	11,9	13,5	1,6	88	32,5	52,5
0,015	5,2	11,6	16,4	4,8	70	24,6	47,5

При большем же объеме таких пор вплоть до 600 циклов происходит рост прочности, обусловленный интенсивной гидратацией вяжущего в водной среде.

Тем не менее оптимальной для данных материалов и условий приготовления смесей в пределах изменения морозостойкости от $Mp350$ до $Mp3500-600$ является дозировка воздухововлекающей добавки 0,005% массы цемента. Именно такое ее количество обеспечивает наибольшую прочность бетона, предотвращая структурные нарушения при замораживании и в то же время незначительно повышая пористость бетона. Необходимо при этом отметить, что при невысоких требованиях к бетону по морозостойкости максимум прочности при 0,005% СПД проявляется более отчетливо, а снижение прочности с увеличением содержания воздуха более заметно, что указывает на необходимость строгого контроля дозирования воздухововлекающих добавок, вводимых в бетонную смесь.

Выводы

Бетоны нормального и естественного твердения на алинитовых цементах характеризуются пониженной морозостойкостью по сравнению с портландцементными, подтверждаемой экспресс-методом оценки морозостойкости с помощью дилатометрических испытаний. Пропаривание может быть использовано как способ повышения их морозостойкости. Для этого необходимо осуществлять прогрев бетонов при 80—90°C. Высокая эффективность пропаривания обусловлена активизацией в составе алинитовых цементов белитовой фазы, хорошей сопротивляемостью бетонов тепловому расширению, снижением усадочных деформаций образцов. Независимо от условий твердения воздухововлекающие добавки резко повышают морозостойкость бетона на алинитовых цементах. Требуемое для достижения морозостойкости 500—600 циклов оптимальное количество добавки СПД должно составлять 0,005% массы цемента, а резервная пористость — не менее 1,6%.

Форма для трубчатых изделий

Форма применяется для изготовления железобетонных безнапорных труб методом подвижного вертикального формирования с последующей немедленной их распалубкой. Масса формы зависит от конкретного диаметра формируемой трубы. Сама форма содержит поддон и обечайку, выполненную из соединенных последовательно с общим распалубочным уклоном секций. Контактующие фланцы секций имеют соответственно центрирующие выточку и выступ, а в местах стыка секций — уступы. Такое техническое решение формы позволило увеличить срок ее эксплуатации и улучшить качество изготавливаемых труб.

Разработчик документации — КТБ республиканского промышленного объединения Укртяжстройиндустрия Минтяжстрой УССР. Адрес: 340017, Донецк, бульвар Шевченко, 31.

Тканые сетки для армоцементных конструкций

Армоцементные конструкции применяются в строительстве около 20 лет. Их производство сдерживается в основном высокой трудоемкостью изготовления, отсутствием отработанной механизированной и автоматизированной технологии, дефицитностью и высокой стоимостью тканых из тонкой проволоки сеток для армирования этих конструкций, низкими расчетными характеристиками этих сеток, отсутствием антикоррозионных покрытий и влагозащитных средств. ЛенЗНИИЭП, НИИЖБ и другие организации разработали эффективные самонесущие складчатые конструкции, тонкостенные оболочки двойкой кривизны и внедрили механизированную технологию. Складчатые конструкции широко применяют для навесов, тонкостенные оболочки двойкой кривизны — для облицовки туннелей и станций метрополитена в Ленинграде. Эти оболочки также оказались эффективны для строительства сельскохозяйственных складов и производственных помещений (рис. 1). При использовании тонкостенных оболочек примерно в 2 раза сокращается расход строительных материалов. Себестоимость сельскохозяйственных зданий оказывается в 1,5 раза ниже, чем аналогичных зданий, построенных из других строительных материалов. При этом далеко не все конструктивные и технологические преимущества тонкостенных конструкций исчерпаны. Совершенствование этих конструкций, снижение расхода материалов, повышение технологичности их изготовления и создание промышленных способов производства позволят еще более повысить эффективность их применения.

Одним из путей повышения эффективности и снижения себестоимости армоцементных конструкций является рациональное использование тканых сеток для армоцементных конструкций.

Нормативные и расчетные сопротивления тканых сеток были установлены в соответствии с Инструкцией на проектирование армоцементных конструкций (СН 366-77). Для получивших наибольшее распространение тканых сеток из проволоки диаметром 0,7, 1 и 1,2 мм расчетное сопротивление сеток на растяжение для предельных состояний первой и второй групп составляет 220 и 250 МПа.

Относительно низкие нормативные и расчетные сопротивления тканых сеток объясняются тем, что заводы не проверяют прочность и не гарантируют ее, для проектирования армоцементных конструкций механические характеристики сеток приняты по результатам испытаний исходной проволоки, из которой изготавливают сетки, с обеспеченностью прочностных характеристик как для обычных арматурных сталей, т. е. не менее 95% всего числа вариантов ($X = 164\sigma$, где X — сред-

характеристики проволоки изменяются незначительно, а временное сопротивление разрыву почти не снижается.

Принятые расчетные характеристики тканых сеток с обеспеченностью 95%, по нашему мнению, недостаточно обоснованы. При использовании обычной арматурной стали различных классов такая высокая обеспеченность необходима. Например, при армировании ребристых плит может оказаться в качестве рабочей арматуры в ребре всего один стержень, прочность которого должна быть не ме-

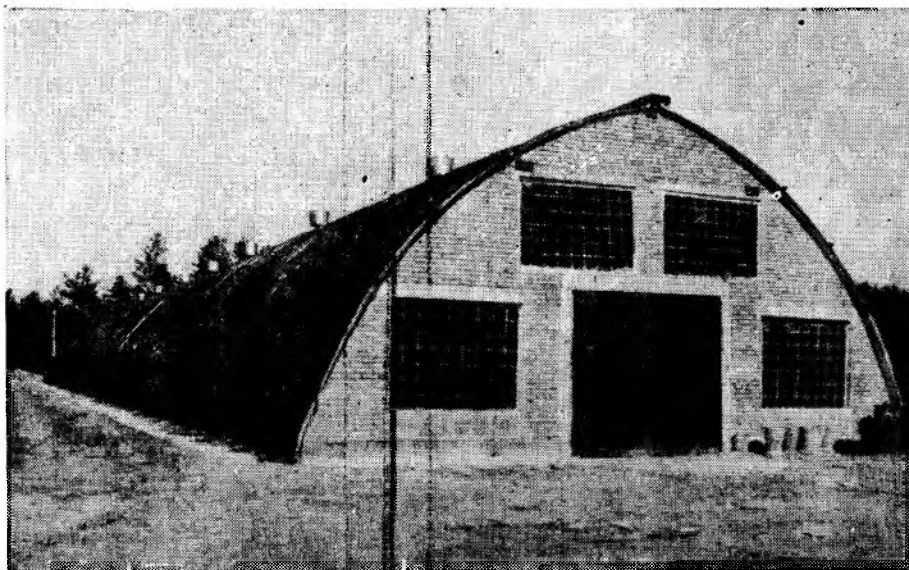


Рис. 1. Складское помещение из оболочек двойкой кривизны

неарифметическое значение прочностной характеристики, σ — среднее квадратичное отклонение).

Попытки обязать метизные заводы гарантировать прочность тканых сеток оказались безуспешными. Для сеток общего назначения, применяемых в других отраслях промышленности, этого не требуется. Для гарантирования прочности сеток необходимы дополнительные испытания, ужесточение требований к исходной проволоке, что привело бы к удорожанию тканых сеток. При этом прочность исходной отожженной низкоуглеродистой проволоки, выпускаемой в соответствии с ГОСТ 14964—79, проверяется. После изготовления тканых сеток механические

ее браковочного минимума нормативного сопротивления этой арматуры. Однако для тканых из тонкой проволоки сеток это вряд ли целесообразно. Необходимо учитывать, что на 1 м ширины тканых сеток расположены 80—125 провололок. Армоцементную конструкцию армируют сеткой в 2 или 3 слоя, поэтому на 1 м ее ширины приходится более 200 провололок, среднеарифметическое значение прочностных характеристик которых примерно на 20% выше браковочного минимума.

На рис. 2 показано распределение временного сопротивления разрыву исходной проволоки диаметром 0,7 мм. По результатам испытаний 543 образцов средне-

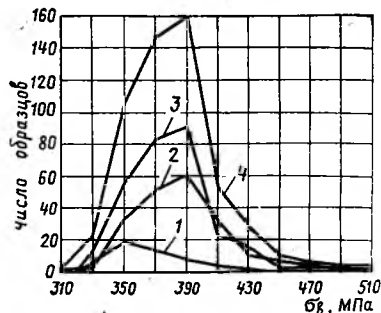


Рис. 2. Распределение временного сопротивления разрыву проволоки диаметром 0,7 мм
1 — Солнечногорский з-д сеток; 2 — Запорожский з-д; 3 — Череповецкий з-д; 4 — суммарные показатели по трем заводам

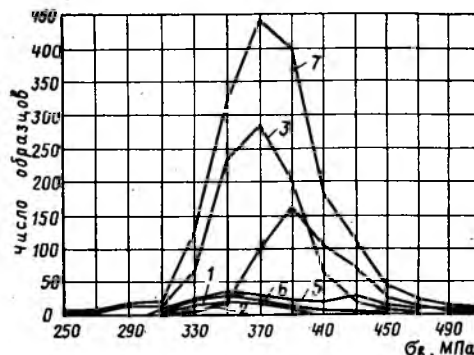


Рис. 3. Распределение временного сопротивления разрыву проволоки диаметром 1 мм
1 — 3 — см. по рис. 2; 5 — Одесский з-д; 6 — Орловский з-д; 7 — суммарные показатели по пяти заводам

арифметическое значение временного сопротивления разрыву этих проволок $X = 381$ МПа, среднеквадратичное отклонение $\sigma = \pm 28$ МПа (см. таблицу). В пределах $X - \sigma$ будет находиться 84% всего числа вариантов. Такой обеспеченности, по нашему мнению, вполне достаточно для тканых сеток армоцементных конструкций. Временное сопротивление разрыву проволоки при обеспеченности 84% составит 350 МПа.

X_i , МПа	n_i	$X_i n_i$	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2 \times n_i$
310	2	620	-70	9 800
330	22	7260	-50	55 000
350	107	37450	-30	96 300
370	147	54390	-10	14 700
390	161	62790	10	16 100
410	54	22140	30	4 800
430	29	12470	50	72 500
450	10	4500	70	49 000
470	6	2820	90	48 600
490	3	1470	110	36 300
>500	1	500	120	14 400
>500	1	510	130	16 900

В соответствии с СН 366-77 за нормативное сопротивление принимается условный предел текучести проволоки сеток, соответствующий остаточному удлинению 0,2% и равный 80% временного сопротивления разрыву проволоки сетки. В СН 366-77 нормативное сопротивление составляет 250 МПа. При обеспеченности 84% нормативное сопротивление сеток из проволоки диаметром 0,7 мм может быть принято равным 280 МПа.

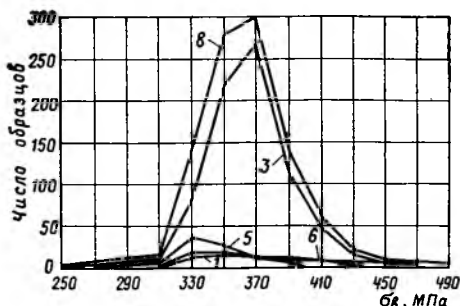


Рис. 4. Распределение временного сопротивления разрыву проволоки диаметром 1,2 мм 1, 3, 5, 6 — см. по рис. 3; 8 — суммарные по четырем заводам

Обработка результатов испытаний проволоки диаметром 1 и 1,2 мм на пяти металлургических заводах свидетельствует о том, что характер распределения временного сопротивления разрыву в этих проволоках такой же, как в проволоке диаметром 0,7 мм (рис. 3 и 4). Среднеарифметическое значение временного сопротивления разрыву проволоки диаметром 1 и 1,2 мм по результатам испытаний 1725 и 988 образцов соответственно равно 380 и 365 МПа, среднеквадратичное отклонение — 35,2 и 28,7 МПа, временное сопротивление разрыву при обеспеченности 84% — 345 и 342 МПа. Нормативное сопротивление сеток из проволоки диаметром 1 и 1,2 мм может быть принято равным 276 и 274 МПа.

На основании результатов испытаний исходной проволоки подготовлены предложения по повышению нормативных и расчетных сопротивлений тканых сеток примерно на 10%, которые учтены в новом СНиП на армоцементные конструкции, разработанном взамен СН 366-77.

В помощь проектировщику

УДК 691.87:693.554

Г. М. МАМЕДОВ, канд. техн. наук, Р. Д. АЛИЕВ, инж.
(Азербайджанский инженерно-строительный ин-т)

Учет продольной арматуры и преднапряжения в оценке прочности наклонных сечений

В Азербайджанском инженерно-строительном институте изучили влияние нижней и верхней продольной напрягаемой и ненапрягаемой арматуры на прочность изгибаемых элементов по наклонным сечениям. С этой целью испытали 12 обычных и преднапряженных балок с поперечным армированием и без него. После разрушения каждой балки в полупролете без хомутов разрушенную часть усиливали бандажами и доводили до разрушения в полупролете с хомутами.

Опытные образцы сечением 20×30 см изготавливали из тяжелого бетона марок М300 и М500. Продольная арматура верхней и нижней зон принята $\varnothing 14$ и 18 Ат-V. В преднапряженных балках величина предварительного напряжения нижней продольной арматуры составляла 380, верхней — 365 МПа. Хомуты выполняли из $\varnothing 6$ А-I. Шаг хомутов во всех образцах одинаковый — 15 см. Балки испытывали двумя сосредоточенными грузами, для всех образцов величина относительного расстояния от опоры до груза $a/h_0 = 2,5$.

В результате экспериментов установлено, что продольное армирование нижней зоны в элементах с хомутами и без них существенно влияет на прочность элемента по наклонным сечениям. С увеличением процента продольного армирования нижней зоны μ_a с 1,17 до 1,92% прочность элемента возрастала в среднем на 20%.

В элементах без поперечной арматуры повышение процента продольного армирования верхней зоны μ'_a с 0 до 1,92% увеличивало прочность в обычных элементах на 60%, а в преднапряженных — примерно на 20%. В элементах с хомутами рост μ'_a с 0 до 1,92% практически не влиял на величину предельной поперечной силы.

В элементах без поперечной арматуры увеличение преднапряжения нижней

продольной арматуры σ_0 с 0 до 380 МПа повышало прочность в 2—3 раза, а с увеличением преднапряжения верхней продольной арматуры σ'_0 с 0 до 365 МПа прочность элемента возрастала на 15%.

В преднапряженных балках с хомутами прочность наклонных сечений оказалась больше, чем нормальных сечений, в результате чего эти образцы по наклонному сечению не разрушились.

На основе полученных результатов с целью усовершенствования методов расчета прочности наклонных сечений, принятых в СНиП II-21-75, предложены коэффициенты, учитывающие влияние продольного армирования нижней и верхней зон и преднапряжения.

Для элементов без поперечной арматуры предлагается в расчетную формулу (80) СНиП II-21-75 вместо коэффициента K_3 ввести K_a .

$$K_a = 1 + \mu_a \left(20 + \frac{0,5 \sigma_0}{R_p} \right) + \mu'_a \left(20 + \frac{0,1 \sigma'_0}{R_p} \right), \quad (1)$$

а вместо $K_1 = 0,1 K_a$.

Для элементов с поперечной арматурой в зависимости (73) СНиП рекомендуется коэффициент K_2 заменить на K_a :

$$K_a = 1 + \mu_a \left(50 + \frac{0,5 \sigma_0}{R_p} \right). \quad (2)$$

По предложенной методике были осуществлены сопоставительные расчеты для балок, испытанных авторами и другими исследователями. Они свидетельствуют о том, что в скорректированном виде методика расчета, принятая в СНиП II-21-75 для обычных и преднапряженных элементов с поперечным армированием и без него, дает хорошее совпадение с опытными данными с некоторым запасом $[(Q_{оп}/Q_{расч})_{ср} = 1,2]$.

Кроме того, в результате экспериментов установлено, что верхняя продольная арматура существенно влияет не только на величину несущей способности, но и на характер работы и форму разрушения элементов без поперечной арматуры.

После образования критической наклонной трещины верхняя продольная арматура активно включается в работу. Она не только воспринимает сжимающие усилия, но и сопротивляется действию поперечных сил, на что указывает значительная разница деформаций верхних и нижних волокон стержня в одном сечении. При этом вершина критической наклонной трещины не может развиваться по высоте сжатой зоны и она, принимая горизонтальное положение, входит в зону чистого изгиба. Внешняя нагрузка полностью передается на верхний блок над первоначальной наклонной трещиной. В бетоне верхнего блока образуется дополнительная наклонная трещина. Она начинается от верхней грани элемента и развивается в направлении наружной грани опорной площадки. С появлением этой трещины в верхнем блоке выделяется бетонная полоса, находящаяся между дополнительной и первоначальной наклонными трещинами (рис. 1).

Таким образом, перед разрушением элемент работает как трапезиевидно-подкосная система. Нижняя продольная арматура в этом случае выполняет роль нижнего растянутого пояса трапеции. Сжатая зона бетона и верхняя продольная арматура работают как верхний сжатый пояс трапеции, а бетонная по-



Рис. 1. Характер разрушения балки

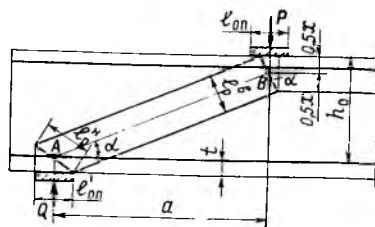


Рис. 2. Расчетная схема балки

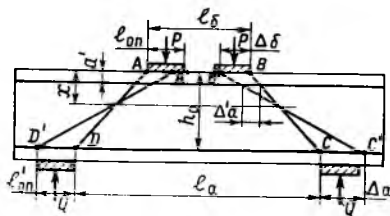


Рис. 3. Кинематическая схема для определения высоты сжатой зоны над наклонной трещиной

лоса, соединяющая грузовую площадку с опорой, является сжатым боковым подкосом трапеции.

Разрушение элемента начинается с раздавливания бетона в верхнем узле наклонного подкоса.

Измерением фактических деформаций в бетоне и арматуре электротензодатчиками установлено, что нормальные напряжения по высоте сжатой зоны и главные сжимающие напряжения в наклонном подкосе перед разрушением распределяются практически равномерно, по прямоугольной эпюре. По длине продольной растянутой арматуры действуют почти равномерно распределенные растягивающие напряжения.

Исходя из физического характера работы элемента* разработана новая расчетная модель — трапезиевидно-подкосная система (рис. 2). Геометрия расчетной схемы определяется узловыми точками (A, B) и расчетной шириной наклонного подкоса в зависимости от высоты сжатой зоны.

Нижние узлы центрируются в местах пересечения растянутой арматуры с направлением опорной реакции (точка A), верхние узлы — в местах пересечения равнодействующей усилия в верхнем поясе с направлением действия груза (точка B). Предполагается, что равнодействующее усилие в верхнем поясе действует по геометрической оси.

Расчетные параметры наклонного подкоса устанавливаются из рис. 2.

Несущая способность балки определяется сопротивлением наклонного подко-

са в верхнем узле, сопротивлением сжатого пояса, а также растянутой арматуры.

Условие прочности наклонного подкоса в верхнем узле выражается в виде

$$Q \leq R_{np} b l_p^B \sin \alpha; \quad (3)$$

условие прочности сжатого пояса

$$Q \leq (R_{np} b x + \sigma'_a F'_a) \operatorname{tg} \alpha; \quad (4)$$

условие прочности по растянутой арматуре

$$Q \leq R_a F_a \operatorname{tg} \alpha. \quad (5)$$

Высоту сжатой зоны подсчитывают из уравнения равновесия продольных сил

$$\sigma_a F_a = \sigma'_a F'_a + R_{np} b x. \quad (6)$$

В качестве дополнительных уравнений используют условие совместности деформаций. С этой целью рассмотрим деформирование подкосной системы в виде трапеции, принимая, что в результате укорочения верхнего пояса Δ_6 и удлинения нижнего Δ_a происходит линейный поворот боковых сторон трапеции (рис. 3).

Из рис. 3 можно записать деформационные зависимости $x - \sigma_a$ и $x - \sigma'_a$:

$$\frac{\Delta_6}{\Delta_a} = \frac{x}{h_0 - x}; \quad (7)$$

$$\frac{\Delta'_a}{\Delta_a} = \frac{x - a'}{h_0 - x}, \quad (8)$$

где $\Delta_6 = \epsilon_6 l_6$; $\Delta_a = \epsilon_a l_a$; $\Delta'_a = \epsilon'_a l_6$;

$$\epsilon_6 = \frac{R_{np}}{E_6}; \quad \epsilon_a = \frac{\sigma_a - \sigma_0}{E_a}; \quad \epsilon'_a = \frac{\sigma'_a - \sigma'_0}{E_a}.$$

Подставляя (7) и (8) в уравнение (6), определим x .

Указанным методом рассчитаны балки, испытанные и другими исследователями. Несущая способность балок, полученная экспериментально, достаточно хорошо согласуется с определенной по предлагаемому методу расчета $[(Q_{оп}/Q_{расч})_{ср} = 1,25]$.

Выводы

Предложения по усовершенствованию методики расчета (СНиП II-21-75) повышают экономичность, а в некоторых случаях — надежность конструкции.

Новый метод расчета для балок без хомутов позволяет более точно оценить действительную несущую способность элементов с верхней продольной арматурой по наклонным сечениям, учитывая фактический характер работы элемента, влияние продольного армирования и преднапряжения. При этом повышается расчетная несущая способность элемента, что дает возможность снизить расход арматуры и уменьшить размеры поперечного сечения.

*Отсмаа В. Совершенствование расчетной схемы коротких элементов при действии поперечных сил. — Бетон и железобетон, 1983, № 2.

А. С. ЗАЛЕСОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); Р. Л. МАИЛЯН, д-р техн. наук;
С. Г. ШЕЙНА, инж. (Ростовский инженерно-строительный ин-т)

Прочность элементов при поперечном изгибе с продольными сжимающими силами высокого уровня

Проведенными ранее исследованиями установлено положительное влияние продольного сжимающего усилия на сопротивление элементов поперечной силе при малых и средних уровнях усилия N [1, 2]. Прочность наклонных сечений при больших уровнях продольной сжимающей силы практически не изучена.

В 1981—1983 гг. в Ростовском инженерно-строительном институте исследовали влияние продольных сжимающих сил различного уровня на прочность наклонных сечений железобетонных элементов. Серии опытных балок различались процентом армирования сжатой и растянутой арматуры, наличием или отсутствием хомутов, начальным эксцентриситетом приложения усилия N .

Образцы прямоугольного сечения размером 15×30×240 см армированы продольной арматурой класса А-III диаметром 16, 20, 25 и 28 мм. В образцах с поперечным армированием использована арматура класса А-I диаметром 6 мм с шагом 15 см.

Продольное сжимающее усилие прикладывали к элементу через ножевой и шаровой шарниры как по центру тяжести приведенного сечения, так и с различными относительными эксцентриситетами (e_{0x}/h_0), поперечную силу передавали в виде двух сосредоточенных грузов с плечом среза, равным: $a_1 = 2h_0 = 54$ см.

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что между продольным сжимающим усилием N и поперечным усилием Q существует криволинейная зависимость параболической формы с восходящей и нисходящей ветвями. Данные о прочности по наклонному сечению на восходящей ветви и частично в области максимума приведены также в работах [1, 2]. В опытах авторов особое внимание уделялось нисходящей ветви кривой $Q=f(N)$, т. е. области больших значе-

ний продольных сжимающих усилий.

Во всех сериях образцов отмечались общие закономерности изменения характера разрушения по наклонному сечению в зависимости от усилия, что позволило выделить три основные формы разрушения: по наклонной трещине от груза к опоре, по сжатой наклонной полосе между грузом и опорой и одновременно по сжатой наклонной полосе в пределах плеча среза и нормальному сечению под грузом.

Первая форма отмечается на восходящей ветви кривой при небольших значениях продольного усилия $N = (0,1-0,4) \times R_{пр}bh_0$, когда разрушение происходит по ранее образовавшейся наклонной трещине.

Вторая форма разрушения наблюдается при больших уровнях продольной силы $N = (0,45-0,65) R_{пр}bh_0$, т. е. в области максимума и нисходящей ветви кривой $Q=f(N)$. В этом случае при нагрузке $Q = (0,8-0,9) Q_{раз}$ в балке образовалась новая наклонная трещина от груза к опоре, расположенная выше ранее появившейся. После осуществления последнего этапа и выдерживания 2—3 мин дробился бетон сжатой зоны, резко раскрывались обе трещины и балка разрушалась по сжатой наклонной полосе, ограниченной этими трещинами (рис. 1).

Третья форма разрушения элемента происходит при больших значениях продольной сжимающей силы $N = (0,7-0,8) \times R_{пр}bh_0$, т. е. в той области нисходящей ветви, которая достигает прочности элемента по нормальному сечению.

Анализом напряженно-деформированного состояния элементов при действии продольных сжимающих сил высокого уровня и поперечных сил установлено, что главные сжимающие напряжения, концентрируясь в пределах условной на-

клонной полосы, расположенной между грузом и опорой, достигают величины $R_{пр}$ на некотором участке шириной l_p , характеризующем ширину наклонной полосы, по которой впоследствии происходит разрушение.

Прочность таких элементов определяется из условия равновесия внешних сил N и Q или их результирующей T и внутренних предельных усилий в наклонной полосе (рис. 2).

Расчетной схемой служит стержневая система, состоящая из сжатого наклонного элемента (бетонная полоса между грузом и опорой) и горизонтального растянутого элемента (продольная арматура). Верхний и нижний узлы стержневой системы рассчитаны таким образом, чтобы все усилия, действующие в сечении элемента, находились в равновесии.

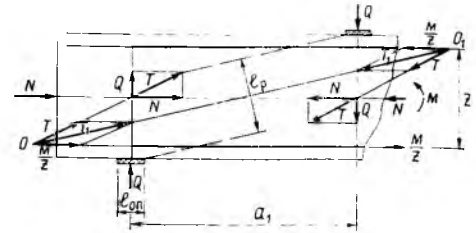


Рис. 2. Расчетная схема железобетонных элементов при поперечном изгибе продольными сжимающими силами высокого уровня

Узловые точки Q и Q_1 получены при пересечении внешних усилий N и Q или их равнодействующей T с усилиями в растянутой и сжатой продольной арматуре. Усилие T_1 , действующее в направлении, соединяющем эти узловые точки, — это сжимающее усилие в наклонной бетонной полосе. Границы сжатой полосы формируются в верхнем и нижнем узлах от внутренней грани опорной площадки параллельно линии действия усилия в сжатом подкосе T_1 .

Положение узловой точки Q_1 на уровне сжатой арматуры принято приближенно для упрощения расчетных зависимостей. Более точно ее можно определить из уравнения моментов всех сил, действующих на половину балки, относительно центра тяжести растянутой арматуры.

Наклон сжатой полости

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{z \operatorname{tg} \alpha}{a_1 \operatorname{tg} \alpha + z}, \quad (1)$$

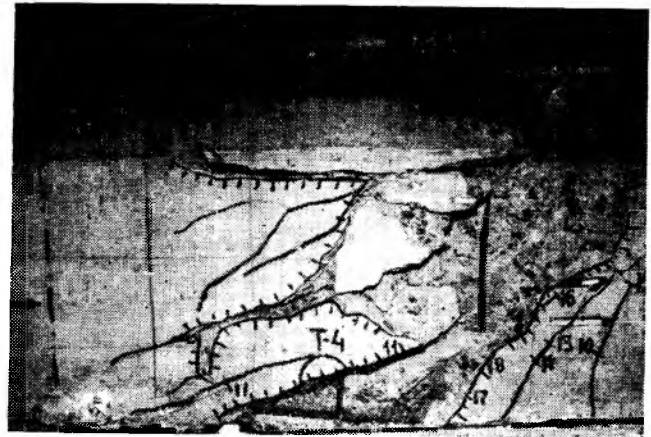
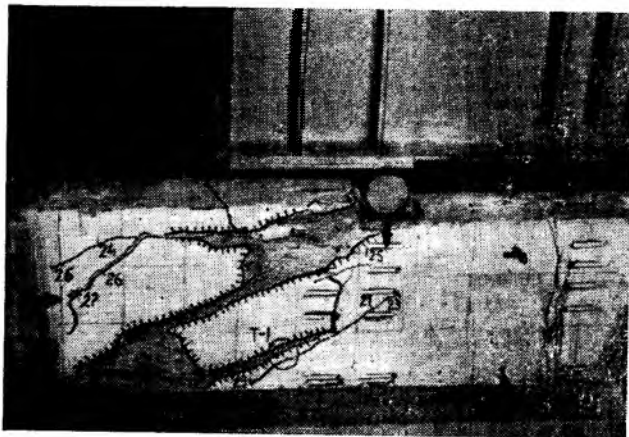


Рис. 1. Разрушение элементов по сжатой наклонной полосе при отсутствии поперечной арматуры (а) и при ее наличии (б)

где $tg\alpha = Q/N$; z — расстояние между центрами растянутой и сжатой арматуры.

Ширина сжатой наклонной полосы определяется из геометрических размеров принятой схемы:

$$l_p = (h \operatorname{ctg} \beta - a_1 + l_{оп}) \sin \beta. \quad (2)$$

Условие прочности наклонной сжатой полосы для элементов без хомутов имеет вид

$$\left. \begin{aligned} Q &\leq T_1 \sin \beta \\ \text{или} \\ Q &\leq \omega R_{пр} b l_p \sin \beta, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где b — ширина поперечного сечения; ω — коэффициент, учитывающий отклонение принятой расчетной схемы от фактического характера работы элемента: $\omega = 0,9$ из сопоставления опытных и расчетных данных (с некоторым запасом).

Для балок с поперечной арматурой условие (3) запишется в виде

$$Q \leq \omega R_{пр} b l_p \sin \beta K_x, \quad (4)$$

где K_x — коэффициент, учитывающий насыщение сечения поперечной арматурой: $K_x = 1 + t \mu_x$, здесь $t = 5$ — для вертикальных хомутов; $t = 10$ — для наклонных хомутов;

$$\mu = \frac{E_{a,x}}{E_b}; \quad \mu_x = \frac{F_x}{b_n}.$$

Проверка несущей способности по предложенной расчетной модели для элементов с продольными сжимающими силами высокого уровня показала хорошее совпадение с опытными данными (см. таблицу). Соотношение опытной и расчетной поперечных сил $\left(\frac{Q_{оп}}{Q_{расч}}\right)_{ср} = 1,17$ для элементов без хомутов и 1,15 для элементов с хомутами, коэффициент изменчивости соответственно 6 и 8%.

УДК 691.022-413:620.191.33

С. М. СКОРОБОГАТОВ, д-р техн. наук, проф.
(Уральский электромеханический ин-т инженеров железнодорожного транспорта);
Р. В. УДАЧКИНА, канд. техн. наук (НИИСК)

Определение максимальных размеров плиток облицовочного слоя в легкобетонных стеновых панелях

В результате исследований ЦНИИСК установлено, что несущая способность панелей, облицованных керамическими и стеклянными плитками, на 5—10% ниже, чем панелей без облицовки. Это объясняется влиянием разной жесткости слоев и возникающего при этом эксцентриситета вследствие смещения физической оси относительно геометрической. Для сохранения достаточно высокой несущей способности устанавливают нормально к поверхности контакта внутренние анкеры.

При наличии анкеров, связывающих чистый бетон с облицовочными элемен-

Шифр балки	$R_{пр}$, МПа	$N_{оп}$, кН	$Q_{оп}$, МПа	$\omega_{оп}$	β	l_p расч, см	l_p оп, см	$Q_{расч}$, кН	$Q_{оп}/Q_{расч}$
Без хомутов									
Б-17-6х-С	19,4	400	131,0	0,97	11,3	21,2	19,0	121,5	1,07
Б-18-6х-С	19,4	500	138,5	1,08	10,4	22,2	21,0	115,4	1,20
Б-19-6х-С	20,6	450	150,6	1,14	12,5	20,6	20,0	123,0	1,25
Б-22-6х-С	26,4	800	150,0	1,10	7,9	24,0	24,0	123,0	1,22
Б-9-6х-С	23,1	432	144,0	1,01	11,3	20,1	18,5	128,3	1,12
С хомутами ($K_x = 1,2$)									
Б-35-сх-С	20,5	400	175,0	1,07	13,3	19,2	20,0	147,0	1,18
Б-73-сх-С	25,3	420	190,0	0,91	13,3	19,8	20,0	188,0	1,01
Б-25-сх-С	30,6	500	225,0	0,92	13,7	19,8	19,0	220,0	1,02
Б-31-сх-С	25,8	550	225,0	1,03	13,0	20,3	20,0	197,0	1,14
Б-67-сх-С	25,3	584	170,0	0,90	11,9	21,1	22,0	170,0	1,00
Б-39-сх-С	28,5	600	160,0	0,86	10,2	22,6	22,0	167,0	1,96
Б-69-сх-С	25,8	600	230,0	1,22	12,9	19,9	21,0	170,0	1,35
Б-15-сх-С	21,0	630	175,0	1,21	10,3	21,9	20,0	130,0	1,34
Б-71-сх-С	25,3	850	200,0	1,14	9,5	23,2	21,0	158,0	1,26
Б-49-сх-С	31,0	910	240,0	1,08	9,8	22,8	25,0	200,0	1,20

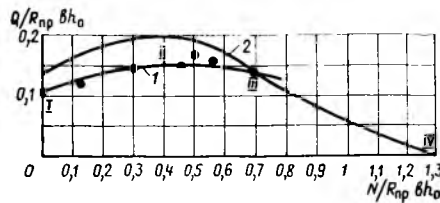


Рис. 3. Сопротивление железобетонных элементов при совместном действии продольных сжимающих сил и поперечного изгиба 1 — по наклонному сечению; 2 — по нормальному сечению

Таким образом, экспериментально были получены данные о прочности по наклонным сечениям на всем диапазоне изменения продольного сжимающего усилия: при изгибе ($N=0$), на восходящей кривой при сжаторастянтом сечении ($N < 0,4R_{пр}bh_0$), в области максимума [$N = (0,4-0,5)R_{пр}bh_0$] и на нисходящей кривой при полностью сжатом сечении ($N > 0,5R_{пр}bh_0$).

Участок I—II, соответствующий восходящей ветви, и характеризуется первой формой разрушения, участок II—III (в области максимума и на нисходящей ветви) — второй формой разрушения; участок III—IV — третьей (рис. 3).

При проектировании железобетонных элементов, подвергнутых поперечному изгибу и действию продольных сжимающих сил высокого уровня ($N > 0,5R_{пр}bh_0$), необходима проверка прочности наклонной сжатой полосы в соответствии с приведенными рекомендациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков С. В., Кулыгин Ю. С., Городецкий В. А. и др. Прочность колонн по наклонным сечениям при действии сейсмических нагрузок. — Бетон и железобетон, 1979, № 6.
2. Кириакиди Г. И., Шенин С. Г. Сопротивление внецентренно сжатых элементов безраскосных ферм поперечной силе. — Бетон и железобетон, 1978, № 10.
3. Отсма В. Совершенствование расчетной схемы коротких элементов при действии поперечных сил. — Бетон и железобетон, 1983, № 2.

рые смягчают напряженное состояние облицовочного слоя при действии нагрузки.

В связи с этими обстоятельствами создана новая методика расчета трещиностойкости в контактной зоне. В ней использованы точные методы упругости, поскольку бетон обладает сложной структурой и большой неоднородностью. В этом случае правомерно обращение к технической теории расчета.

Теория прерывистых связей дает формулу напряженного состояния для случая растяжения прерывистой связи (выступа) [2, 3]. Необходимо было, исполь-

зую простоту идеи и наглядность исходных предпосылок, привязать к случаю сжатия прерывистой связи, т. е. облицовочной плиты.

Ставилась также задача расчета касательных напряжений по контакту для обеспечения прочности против расслаивания.

Облицовочный элемент плиты можно рассматривать как прерывистую связь, а ячеистый бетон — как непрерывную. Необходимо также учесть различие в величинах модуля упругости двух материалов и видоизменить выводы формул для учета действия усадки и климатических воздействий. В этом заключались дополнительные теоретические изыскания к теории прерывистых связей.

Схема взаимодействия облицовочного элемента с ячеистым бетоном представлена на рисунке. При этом торцы прерывистых связей соответствуют горизонтальным швам между облицовочными плитами.

В случае использования латексно-минеральной прослойки, т. е. упругоподатливой связи двух материалов, перемещение вдоль плоскости контакта отличается на величину сдвига U_3 в соединении:

$$U_2 = U_1 + U_3, \quad (1)$$

где U_1 , U_2 , U_3 — горизонтальное смещение точки O на внутренней стороне облицовочного элемента, в месте контакта ячеистого бетона с промежуточным слоем и в латексно-минеральном слое.

Выражая деформации через касательные силы и соответствующие коэффициенты жесткости, получаем дифференциальное уравнение

$$q_x'' + a^2 q_x' = 0. \quad (2)$$

Находя общий интеграл дифференциального уравнения и используя граничные условия для определения постоянных интегрирования, получаем наибольшую интенсивность касательных усилий, действующих вдоль линии контакта на облицовочном элементе:

$$q_{\max} = -\sigma_0 a f \eta \operatorname{tg}(a l), \quad (3)$$

$$\text{где } a = \sqrt{\frac{k}{E_2 f \eta} \left(1 + \frac{f \eta}{F}\right)},$$

причем σ_0 — напряжение в облицовочном элементе в случае полного участия всей конструкции в работе; f — площадь поперечного сечения облицовочного слоя; $f = h_1 b = h$; E_1 , E_2 — модуль упругости материалов облицовочного элемента и стеновой панели; k — коэффициент жесткости соединения или коэффициент пропорциональности между величиной сдвигающего усилия и перемещения сдвига:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}}; \quad \eta = \frac{E_1}{E_2}; \quad l — \text{полу-}$$

длина; k_1 — коэффициент жесткости прерывной связи; $k_1 = \frac{E_1 t_1}{h_1}$; t_1 — ширина слоя; $t_1 = 1$ см; k_2 — коэффициент жесткости непрерывной части:

$$k_2 = k_1 \frac{\gamma}{1 - \gamma}.$$

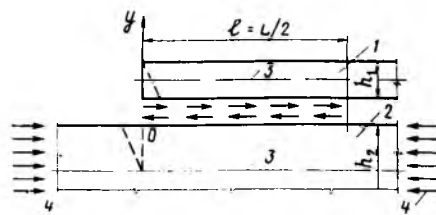


Схема взаимодействия облицовочной плитки с бетоном стеновой панели

1 — облицовочный элемент; 2 — стеновая панель; 3 — линия центра тяжести; 4 — действие внешних сил

Здесь $\gamma = \frac{1}{1 + \frac{t_1 E_1}{t_2 E_2}}$, где t_2 — ширина непрерывной части; $t_2 = 1$ см;

$$k_3 = 0,535 \frac{E_3 t_3 \nu}{h_3},$$

где $t_3 = 1$ см, E_3 , h_3 — соответственно ширина, модуль упругости материала и толщина промежуточного слоя; ν — коэффициент упругости: $\nu = 0,5$ принимается для наиболее напряженного промежуточного слоя.

При этом учтено, что деформация сдвига определяется толщиной промежуточного слоя.

Общий коэффициент жесткости k при наличии податливого латексно-минерального слоя толщиной всего 1 мм может быть приравнен: $k \approx k_3$.

Определяем напряжение в облицовочном элементе и в стеновой панели вследствие усадки.

Исходные данные. Материал стеновой панели — ячеистый бетон: $\gamma = 900$ кг/м³, $R = 7,8$ МПа, $R_{пр} = 5,1$ МПа, $E_2 = 5200$ МПа, $h_2 = 25$ см, $\epsilon_{ус2} = 50 \cdot 10^{-5}$. Материал облицовочного элемента — декоративный бетон: $\gamma = 2150$ кг/м³, $R = 20$ МПа, $R_{пр} = 15$ МПа, $E_1 = 14\,400$ МПа, $h_1 = 2$ см, $\epsilon_{ус1} = 30 \cdot 10^{-5}$. Латексно-минеральный слой: $E_3 = 16,5$ МПа, $h_3 = 0,1$ см, $R = 0,45$ МПа. Напряженное состояние облицовочного элемента вызывается разностью усадки $\Delta \epsilon_{ус} = \epsilon_{ус2} - \epsilon_{ус1} = 20 \cdot 10^{-5}$. При этом принимаем, что деформация облицовочного слоя элемента определяется толстым ячеистым слоем стеновой панели. Здесь принято наибольшее значение усадки по лабораторным результатам.

Характеристика ползучести декоративного бетона $\Phi_t = \frac{\epsilon_{п}}{\epsilon_{у}} = 1,1$. Можно принять, что 53% деформаций усадки будут погашены деформациями ползучести бетона, а 47% деформаций усадки определяют величину $\sigma_0 = 0,47 \Delta \epsilon_{ус} E_1 = 1,35$ МПа,

$$\text{где } 0,47 = \frac{1}{1 + \Phi_t}.$$

На основе формулы (3) используем условие по касательным напряжениям

$$q_{\max} = -\sigma_0 a f \eta \operatorname{tg}(a l) \leq R_{ср} = 2R_{п1}, \quad (4)$$

где $R_{ср} = 2R_{п1} = 0,9$ МПа для латексно-минерального слоя как наиболее слабого материала.

Для облицовочного элемента $l = L/2 = 30$ см.

По формуле (4) $q_{\max} = 0,566 < 0,9$ МПа. Для установления максимального размера облицовочного элемента удобно пользоваться формулой, преобразованной из (4):

$$L_{\max} = \frac{2 \operatorname{arctg} \frac{q_{\max}}{\sigma_0 a f \eta}}{a}, \quad (5)$$

где $q_{\max} = 2R_{п1} = R_{ср} = 0,9$ МПа.

Полная длина и ширина облицовочного элемента L_{\max} только с учетом действия усадки при $q_{\max} = 0,9$ составит 57,95 см, что соответствует ширине плиты (размер в плане здания).

При работе панели в стадии эксплуатации необходимо учитывать нормальные продольные напряжения от внешней нагрузки, которые подсчитывают по формуле сложного сопротивления

$$\sigma_{экс} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_y}{I_p}. \quad (6)$$

Примем напряжение в стеновой самонесущей панели от действия внешних нагрузок в 9-этажном доме не превышающим $\sigma_{экс} = 0,3$ МПа. В этом случае в облицовочном слое $\sigma_{экс} \eta = 2,77$ МПа, где $\eta = E_1/E_2$.

Отсюда напряжения от эксплуатационной нагрузки и от усадки составят

$$\sigma_0 = 0,47 \Delta \epsilon_{ус} + \sigma_{экс} \eta, \quad (7)$$

т. е. $\sigma_0 = 0,47 \Delta \epsilon_{ус} E_1 + \sigma_{экс} \eta = 2,181$ МПа.

Длина облицовочного элемента (по высоте здания) с учетом усадки и эксплуатационной нагрузки по формуле (5) $L_{\max} = 49,7$ см. Максимальная ширина облицовочного элемента, рассчитанная от усадки, составила 57,95 см.

Напряженное состояние вследствие воздействия замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания, карбонизации и смены температур следует также определять по формуле (4).

При наложении усадки и действия всех климатических факторов, что маловероятно, при эксплуатации максимальная ширина облицовочного элемента (размер вдоль или по ширине здания) в этом случае по формуле (5) составит $L_{\max} = 46,4$ см.

При наложении усадки, действия всех климатических факторов и эксплуатационной нагрузки максимальная длина облицовочного элемента (по высоте здания) $L_{\max} = 40$ см. Для навесных панелей размеры облицовочного элемента не должны превышать 60 см во всех направлениях.

Приведенный расчет использован при проектировании самонесущих панелей 5- и 9-этажных зданий в Киеве из ячеистобетонных панелей, облицованных плитками из тяжелого бетона на латексно-минеральном слое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горчаков Г. И., Михайловский В. И. О расчете трещиностойкости фактурного слоя панелей и блоков. — Бетон и железобетон, 1972, № 5.
- Шиньковский Б. М. Проектирование прерывистых связей судового корпуса. Л., Судпромгиз, 1949.
- Сиверс Н. Л. Расчет и конструирование судовых надстроек. Л., Судпромгиз, 1976.

Расчет прочности балок-стенок при действии поперечных сил

Прочность железобетонных балок-стенок при действии поперечных сил обеспечивается, если предотвратить мгновенное (внезапное) развитие трещин на всю или почти всю высоту опорных наклонных сечений. Для описания механизма развития таких трещин используем энергетический подход [1]. Образование трещины на каком-либо малом участке δS сечения S соответствует увеличению расстояния между ее берегами от 0 до b_c , при котором на поверхности бетона напряжения убывают до 0 (рис. 1). При этом высвобождается энергия, которая для трещины вдоль всего сечения S равна разности энергии сплошного тела и энергии тела с трещиной. Высвобождаемая энергия расходуется на разрушение бетона вдоль сечения S , увеличение работы внешних сил, усилий в арматуре, пересекающей трещину, и сил сцепления арматуры с бетоном, что связано с дополнительным раскрытием трещины.

Примем в запас, что высвобождаемая энергия расходуется только на разрушение бетона. Заменяя энергию работой внешних сил, включая поверхность трещины, на основании теоремы Клайперова [1] получим условие развития трещины в виде

$$A_T^S = W^S, \quad (1)$$

где A_T^S — работа сил на одном из берегов трещины при смещении его от 0 до b_c ; W^S — работа, затрачиваемая на разрушение бетона вдоль сечения S .

Для определения A_T^S мысленно проведем вдоль сечения S нулевой разрез, приложим к обоим берегам на каждом участке δS напряжения X^6, Y^6 , уравновешивающие внутренние напряжения ($\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$), произведем раскрытие трещины на величину b_c , уменьшая X^6 и Y^6 до 0 (см. рис. 1). A_T^S выразим через напряжения и проекции смещений берегов трещины U_T и V_T в виде

$$A_T^S = \int_S X^6 U_T + Y^6 V_T ds = \int_S \sigma_x U_T dy - \tau_{xy} U_T dx + \tau_{xy} V_T dy - \sigma_y V_T dx = \int_S (\sigma_x - \tau_{xy} x') U_T + (\tau_{xy} y - \delta x') V_T dy. \quad (2)$$

Полагая, что смещение b_c происходит под произвольным углом α ($0-\pi$), U_T и V_T определим из выражений:

$$\left. \begin{aligned} U_T &= -\frac{b_c}{2} |\sin \alpha|; \\ V_T &= -\frac{b_c}{2} |\cos \alpha|. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Подставим в уравнение (2) U_T и V_T из (3), перейдем к определенным интегралам и вынесем за знак интеграла функции $|\cos \alpha|$ и $|\sin \alpha|$, применяя известную теорему о среднем значении. Для обеспечения неизменности знака подын-

тегральной функции введем дополнительные величины σ_x^A и σ_y^A таким образом, чтобы A_T^S оставалась неизменной. Рассмотрим случай, когда горизонтальные нагрузки отсутствуют. Это означает, что сумма горизонтальных проекций внутренних усилий вдоль S равна 0. Тогда

$$\begin{aligned} A_T^S &= -\frac{b_c}{2} \int_0^h (\sigma_x - \tau_{xy} x' - \sigma_x^A) \times \\ &\quad \times |\sin \alpha| dy + \int_0^h \sigma_x^A |\sin \alpha| dy + \\ &\quad + \int_0^h (\tau_{xy} - \sigma_y x' + \sigma_y^A x') |\cos \alpha| dy - \\ &\quad - \int_0^h \sigma_y^A x' |\cos \alpha| dy = \frac{b_c}{2} \left(|\sin \alpha| \times \right. \\ &\quad \times \int_0^h -(\sigma_x - \tau_{xy} x') dy - \\ &\quad - (|\sin \alpha_4| - |\sin \alpha_3|) \int_0^h \sigma_x^A dy - \\ &\quad - |\cos \alpha_1| \int_0^h (\tau_{xy} - \sigma_y x') dy - \\ &\quad \left. - (|\cos \alpha_1| - |\cos \alpha_2|) \int_0^h \sigma_y^A x' dy \right) \leq \\ &\leq \frac{b_c}{2} \left(\sum P_i |\cos \alpha_1| - |\cos \alpha_1| \times \right. \\ &\quad \left. \times \int_0^h \sigma_y^A x' dy - |\sin \alpha_4| \int_0^h \sigma_x^A dy \right), \quad (4) \end{aligned}$$

где $\sum P_i$ — сумма нагрузок и опорных реакций слева (справа) от сечения S , входящая на единицу ширины сечения; σ_x^A, σ_y^A — произвольные дополнительные функции, не изменяющие знака и обеспечивающие условие, чтобы выражения под знаком интеграла перед $|\sin \alpha|$ и $|\cos \alpha|$ также не изменяли знак в пределах от 0 до h .

Все подынтегральные функции в выражении (4) записаны с учетом подстановки в них функции S при переходе от криволинейных к определенным интегралам. При задании σ_x^A и σ_y^A достаточно использовать известные граничные значения напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ и оценить их изменения вдоль расчетного наклонного сечения при помощи упрощенной модели. σ_y^A примем изменяющейся по линейному закону по x и y в пределах граничных значений σ_y от $\frac{q_{1x}}{b}, \frac{q_{2x}}{b}$ до 0 на расстоянии h от места приложения нагрузки (см. рис. 1):

$$\begin{aligned} \sigma_y^A &= \sigma_y^A(h) + \sigma_y^A(0) = \\ &= -\frac{q_{1x}}{b} \frac{y}{h} \left(1 - \frac{c}{h} + \frac{x}{h} \right) - \\ &\quad - \frac{q_{2x}}{b} \left(1 - \frac{y}{h} \right) \left(1 - \frac{x}{h} \right), \quad (5) \end{aligned}$$

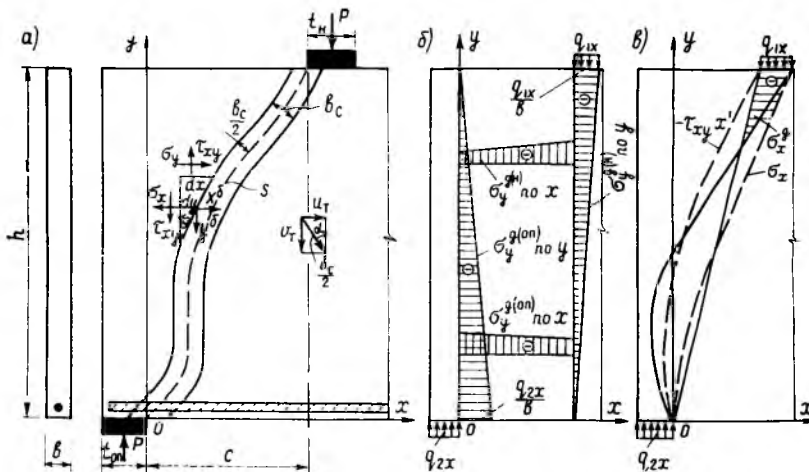


Рис. 1. Расчетная схема балки-стенки

а — горизонтальная и вертикальная проекции смещения берега трещины $b_c/2$ под углом α ; б — дополнительные вертикальные нормальные сжимающие напряжения в вертикальных и горизонтальных сечениях в области $0 \leq x \leq c, 0 \leq y \leq h$; в — дополнительные горизонтальные нормальные сжимающие напряжения, полученные от приложения эпюры $\tau_{xy} x'$ на эпюру σ_x вдоль расчетного наклонного сечения

где q_{1x}, q_{2x} — равномерно распределенные нагрузки на участке t_n на верхней грани балки-стенки и на нижней опоре на участке $t_{оп}$ справа (слева) от сечения S . σ_x^d примем равной сжимающим напряжениям, получаемым от наложения эпюры τ_{xy} x' на эпюру σ_x вдоль расчетного наклонного сечения (см. рис. 1). Величину W^S представим в виде

$$W^S = \int_S R_6 b_c dS. \quad (6)$$

При $c=0$ A_T^S зависит только от касательных напряжений, поэтому $R_6 = R_{ср} = 2R_p$. При увеличении c R_6 уменьшается, поскольку начинает сказываться отрыв. Однако при небольших c/h этим можно пренебречь при условии $\sigma_x^d = 0$. При двух нагрузках P , распределенных на площадках $b \times t_n$ в трети пролета, из условия (1) с учетом (4)–(6), принимая S для определения W^S и σ_y^d в виде прямой $x = (c/h)y$, что при небольших c/h идет в запас прочности; при $x' = c/h$ $\alpha_1 = 45^\circ$.

$$Q = \frac{Q_{мин}^1}{|\cos \alpha_1|} = \frac{4 \sqrt{2} R_p b \sqrt{h^2 + c^2}}{2 \left(\frac{1}{t_{оп}} + \frac{1}{t_n} \right) c \left(1 - \frac{c}{3h} \right) + 1}, \quad (7)$$

где Q — поперечная сила, равная опорной реакции ($b \Sigma P_i = P = Q$), распределенной на площадке $b \times t_{оп}$.

Учитывая, что $0 \leq |\cos \alpha_1| < 1$, примем для него равномерное распределение вероятностей. Поскольку в зависимости от

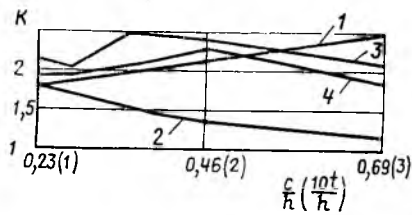


Рис. 2. Зависимость относительного сопротивления поперечной силе k от относительной величины горизонтальной проекции опорного наклонного сечения c/h с учетом относительной длины опорных и грузовых площадок $10t_n/h$. 1 — теоретические значения; 2 — то же, при $10t_n/h=1$; 3, 4 — опытные значения соответственно по [2] и [3]

α_1 Q изменяется от $Q_{мин}(\alpha_1=0)$ до ∞ при $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}$. для $\alpha_1 = 45^\circ$ $Q \geq 2Q_{мин}$ обеспечивается с вероятностью $P=1$ — 100%. $\int_{Q_{мин}}^{\sqrt{2} Q_{мин}} \frac{Q_{мин}}{Q^2} dy = 71\%$. По-

скольку значения 0 и 1 для $|\cos \alpha_1|$ маловероятны, то более точное описание плотности $|\cos \alpha_1|$ можно осуществить законом нормального распределения. Если принять математическое ожидание $a = 0,5$, а $3\sigma = 0,5$, то P увеличивается до 91%.

На рис. 2 представлены теоретические и опытные [2, 3] зависимости

$$k = \frac{Q}{R_p b h} \text{ от } c/h.$$

Каждой точке на графике соответствует среднее опытное значение k для всех испытанных балок-стенок данной серии. В результате установлено, что независимо от вида бетона и схемы армирования отмечается хорошее совпадение теоретических и опытных данных в пределах до $c/h \leq 0,5$. При увеличении c/h , как и следовало ожидать, теоретическая кривая 1 расположена выше опытных 3, 4. На графике проиллюстрировано влияние опорных площадок $b \times t_n$, увеличение которых повышает сопротивление поперечной силе, что следует из сопоставления кривых 1 и 2. Поскольку кривая 2 получена без учета увеличения опорных площадок ($10t_n/h=1$), это привело к значительному занижению теоретической прочности. Аналогичным образом могут быть получены зависимости и для других случаев загрузки.

Выводы

Энергетический подход, а также предложенный метод его реализации оказывается весьма эффективным для получения зависимостей по расчету прочности железобетонных балок-стенок при действии поперечных сил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давид Брок. Основы механики разрушения. М., Стройиздат, 1980.
2. Fung-Kew Kond, Peter J. Robins, David F. Cole. Web Reinforcement Effects on Deep Beams.—Journal of the A. C. I., 1970, № 12.
3. Fung-Kew Kond and Peter J. Robins. Web Reinforcement Effects on Lightweight Concrete Deep Beams.—Journal of the A. C. I., 1971, № 6.

УДК 691.327:539.4

О. Ф. ИЛЬИН, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Прочность нормальных сечений и деформации элементов из бетонов различных видов

Действующие нормы проектирования распространяются на цементные бетоны крупно- и мелкозернистые на плотных заполнителях и крупнозернистые на пористых заполнителях, а также на ячеистые бетоны на цементных или смешанных вяжущих. Повторить всю совокупность исследований, выполняемых на протяжении десятилетий для крупнозернистых цементных бетонов, для каждого вида бетона практически невозможно. Поэтому в НИИЖБ разработан метод расчета, в котором используются только три характеристики бетона, определяемые из стандартных испытаний призм на центральное сжатие, — призмная прочность R_b , модуль упругости E_b и предельное укорочение ε_t , а также соответствующих характеристик на центральное растяжение — прочность осевому растяжению R_b , модуль упругости E_b и предельное удлинение ε_t .

Упругопластические свойства различных бетонов оцениваются параметрами ω_0 (сжатие) и $\bar{\omega}_0$ (растяжение), вычисляемыми по формулам*:

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 &= 1 - \frac{\varepsilon_E}{2\varepsilon_T}; \\ \bar{\omega}_0 &= 1 - \frac{\bar{\varepsilon}_E}{2\bar{\varepsilon}_T}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $\varepsilon_E, \bar{\varepsilon}_E$ — упругая часть деформаций при работе бетона на сжатие и растяжение; $\varepsilon_T, \bar{\varepsilon}_T$ — полная предельная деформация.

* Ильин О. Ф., Семенов П. П. Обобщенный метод расчета прочности, жесткости и трещиностойкости нормальных сечений изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов из различных видов бетонов. — В кн.: Новые исследования элементов железобетонных конструкций при различных предельных состояниях. М., 1982.

мания бетона при равномерном сжатии и растяжении.

Расчет деформаций, прочности и трещиностойкости стержневых элементов произвольной формы сечения сводится к определению внутренних усилий, воспринимаемых сжатым и растянутым бетоном и арматурой, и положения их равнодействующих.

Для определения равнодействующей усилий в сжатом бетоне и ее положения в предельной стадии R рассматривают два теоретически возможных граничных случая напряженного состояния в сечении. Первому u отвечает равномерное распределение напряжений, соответствующее характеристике упругопластических свойств бетона $\omega_0=1$ (рис. 1). Второму граничному случаю L отвечают напряжения, линейно возрастающие с удалением от нейтральной оси, соответствующие характеристике упругопластических свойств бетона $\omega_0=0,5$ (см. рис. 1).

Для граничных случаев полноту эпюры нормальных напряжений и координаты ее центра тяжести вычисляют непосредственно через геометрические характеристики сечения сжатого бетона по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \omega_u &= 1; & \omega_L &= \frac{S_z}{S_0 x}; \\ y_u &= \frac{S_z}{S_0}; & y_L &= \frac{S_{zz}}{S_z}; \\ z_u &= \frac{S_y}{S_0}; & z_L &= \frac{S_{yz}}{S_z}. \end{aligned} \right\} (2)$$

Геометрические характеристики сечения сжатого бетона представляют собой интегралы:

$$\left. \begin{aligned} S_0 &= \int_0^x b(y) dy; \\ S_y &= \int_0^x b(y) z(y) dy; \\ S_z &= \int_0^x b(y) y dy; \\ S_{zz} &= \int_0^x b(y) y^2 dy; \\ S_{yz} &= \int_0^x b(y) z(y) y dy, \end{aligned} \right\} (3)$$

где x — расстояние от нейтральной оси до крайнего наиболее удаленного сжатого волокна сечения; $b(y)$ — ширина (или сумма ширин) участков сжатой зоны на расстоянии y от нейтральной оси; $z(y)$ — расстояние от геометрического места середин ширины (или центров тяжести совокупности участков ширины) $b(y)$ от оси y , измеренное на расстоянии y от нейтральной оси.

В случае, когда нейтральная ось выходит за пределы сечения, для вычисления по формулам (3) сечение элемента условно продолжают до нейтральной оси в виде нематериальной линии шириной $b(y) = 0$.

Для бетонов с отличными от граничных характеристиками ω_0 предельные значения ω_R , y_R и z_R , которыми определяются величина равнодействующей усилий в сжатой зоне и ее положение в предельной стадии R , вычисляют в зависимости от ω_0 линейной интерполяцией известных значений для случаев u и L :

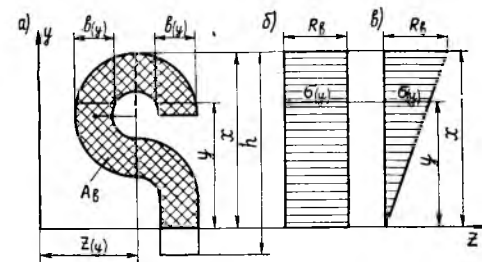


Рис. 1. Напряженное состояние в бетоне сжатой зоны для двух граничных случаев: а — поперечное сечение элемента; б — равномерное распределение напряжений для случая u ; в — линейно возрастающее распределение напряжений для случая L .

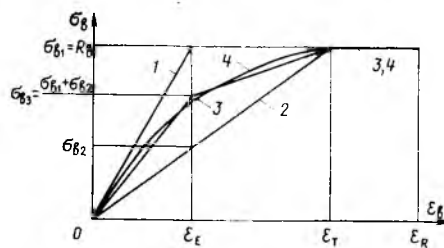


Рис. 2. График зависимости максимальных напряжений в бетоне от крайних деформаций 1, 2 — верхняя и нижняя границы изменения максимальных напряжений σ_b в области восходящей ветви диаграммы $\sigma_b - \epsilon_b$; 3 — расчетная зависимость между максимальными напряжениями в бетоне и его крайними деформациями; 4 — зависимость между максимальными напряжениями в бетоне и его крайними деформациями, соответствующая полной диаграмме $\sigma_b - \epsilon_b$ с ниспадающей ветвью

$$\left. \begin{aligned} \omega_R &= \omega_u - 2(\omega_u - \omega_L)(1 - \omega_0); \\ y_R &= y_u - 2(y_u - y_L)(1 - \omega_0); \\ z_R &= z_u - 2(z_u - z_L)(1 - \omega_0). \end{aligned} \right\} (4)$$

Предельная крайняя деформация укорочения бетона ϵ_R исходя из экспериментов, проведенных НИИЖБ на элементах из шлакопемзобетона, обычного тяжелого бетона и полимербетона, устанавливается упрощенным выражением

$$\epsilon_R = \epsilon_T \left[1 + \frac{1 + (4\omega_0 - 3)^2}{2(1 - \omega_0)} \times \left(1 - \frac{A_b}{A_h} \omega_R \right) \right], \quad (5)$$

где A_b — площадь сжатой части сечения; $A_b = S_0$; A_h — площадь всего сечения.

Предельное внутреннее усилие N_R , воспринимаемое сжатым бетоном в предельной стадии R , оценивают по формуле

$$N_R = R_b A_b \omega_R. \quad (6)$$

Для определения равнодействующей в сжатом бетоне и ее положения в неопределяемой стадии b также рассматривают два граничных случая напряженно-деформированного состояния в сечении элемента в зависимости от краевой деформации укорочения бетона ϵ_b . Первому граничному случаю L независимо от ω_0 отвечают напряжения, линейно возрастающие с удалением от нейтральной оси, соответствующие начальному этапу загрузки, когда ϵ_b мало. Второму граничному случаю R отвечает эпюра напряжений в предельном состоянии при $\epsilon_b = \epsilon_R$.

Для других случаев загрузки необходимые для расчета значения ω_b , y_b и z_b , определяющие величину равнодействующей в сжатом бетоне и ее положение, в зависимости от ϵ_b устанавливают линейной интерполяцией известных граничных значений для случаев L и R :

$$\left. \begin{aligned} \omega_b &= (\omega_R - \omega_L) \frac{\epsilon_b}{\epsilon_R} + \omega_L; \\ y_b &= (y_R - y_L) \frac{\epsilon_b}{\epsilon_R} + y_L; \\ z_b &= (z_R - z_L) \frac{\epsilon_b}{\epsilon_R} + z_L. \end{aligned} \right\} (7)$$

Максимальные напряжения в сжатом бетоне σ_b в зависимости от краевой деформации ϵ_b вычисляют из геометрических соотношений принятой упрощенной диаграммы (рис. 2), связывающей максимальные напряжения в бетоне с его краевой деформацией:

$$\left. \begin{aligned} &\text{при } 0 < \epsilon_b \leq \epsilon_E \\ \sigma_b &= 0,5 R_b \frac{\epsilon_b}{\epsilon_E} \left(1 + \frac{\epsilon_E}{\epsilon_T} \right); \\ &\text{при } \epsilon_E < \epsilon_b \leq \epsilon_T \\ \sigma_b &= 0,5 R_b \left(1 + \frac{\epsilon_b}{\epsilon_T} \right); \\ &\text{при } \epsilon_T < \epsilon_b \leq \epsilon_R \quad \sigma_b = R_b. \end{aligned} \right\} (8)$$

Внутреннее усилие, воспринимаемое сжатым бетоном в стадии b , находят из выражения

$$N_b = \sigma_b A_b \omega_b. \quad (9)$$

Предложенный метод можно распространить и на растянутую зону бетона. При определении геометрических характеристик сечения растянутого бетона верхней предел интегрирования x в выражениях (3) заменяют высотой растянутой зоны бетона \bar{x} и по формулам (2) вычисляют параметры растянутого бетона $\bar{\omega}_u$, $\bar{\omega}_L$, \bar{y}_u , \bar{y}_L , \bar{z}_u и \bar{z}_L для случаев u и L .

Заменяя в выражениях (4) ω_0 на $\bar{\omega}_0$, устанавливают предельные значения $\bar{\omega}_R$, \bar{y}_R и \bar{z}_R , характеризующие величину и положение равнодействующей усилий в растянутой зоне в предельной стадии \bar{R} .

Предельную краевую деформацию удлинения бетона $\bar{\epsilon}_R$ принимают равной:

$$\bar{\epsilon}_R = 2 \bar{\epsilon}_T \bar{\omega}_0. \quad (10)$$

Предельное внутреннее усилие, воспринимаемое растянутым бетоном в предельной стадии \bar{R} , равно:

$$\bar{N}_R = \bar{R}_b \bar{A}_b \bar{\omega}_R, \quad (11)$$

где \bar{R}_b — прочность бетона на осевое растяжение; \bar{A}_b — площадь растянутой зоны бетона; $\bar{A}_b = S_0$.

В неопределяемой стадии работы растянутого бетона \bar{b} , когда его краевая деформация удлинения $\bar{\epsilon}_b$ меньше предельного значения $\bar{\epsilon}_R$, параметры растянутого бетона $\bar{\omega}_b$, \bar{y}_b и \bar{z}_b , а также максимальное напряжение в растянутом бетоне $\bar{\sigma}_b$ вычисляют по формулам (7) и (8) подстановкой в них значений $\bar{\omega}_R$, $\bar{\omega}_L$, \bar{y}_R , \bar{y}_L , \bar{z}_R , \bar{z}_L , $\bar{\epsilon}_b$, $\bar{\epsilon}_R$, \bar{R}_b , соответствующих растянутому бетону.

Внутреннее усилие \bar{N}_b , воспринимаемое растянутым бетоном в неопределяемой стадии \bar{b} , равно:

$$\bar{N}_b = \bar{\sigma}_b \bar{A}_b \bar{\omega}_b. \quad (12)$$

Высоту растянутой зоны бетона x вычисляют, исходя из гипотезы плоских сечений, по формуле

$$\bar{x} = x \frac{\bar{\epsilon}_R}{\bar{\epsilon}_b} \leq h - x. \quad (13)$$

При этом бетон растянутой зоны всегда работает в предельной стадии \bar{R} , и для установления внутреннего усилия существует выражение (11). В противном случае $\bar{x} = h - x$, а краевую деформацию удлинения бетона $\bar{\epsilon}_b$ находят из выражения

$$\bar{\epsilon}_b = \epsilon_b \frac{h - x}{x} \quad (14)$$

В этом случае внутреннее усилие, воспринимаемое бетоном растянутой зоны в непредельной стадии \bar{b} , вычисляют по формуле (12). При $\bar{\epsilon}_b = \bar{\epsilon}_R$ выражение (14) оценивает стадию работы элемента по образованию нормальных трещин. Деформации арматуры ϵ_{si} устанавливают по крайвым деформациям укорочения бетона ϵ_b , исходя из гипотезы плоских сечений, по формуле

$$\epsilon_{si} = \epsilon_b \frac{y_{si}}{x} + \epsilon_{ni} - \epsilon_{yi}, \quad (15)$$

где y_{si} — расстояние от центра тяжести i -го стержня арматуры до нейтральной оси; ϵ_{ni} — деформации в арматуре, вызванные усилием преднапряжения, определяемые по диаграмме работы $\sigma_s - \epsilon_s$; ϵ_{yi} — деформации в арматуре, вызванные усадкой бетона. Напряжения в арматуре σ_{si} устанавливают по ее деформациям и диаграмме $\sigma_s - \epsilon_s$ стали, а равнодействующую, воспринимаемую арматурой N_s , по формуле

$$N_s = \sum \sigma_{si} A_{si}, \quad (16)$$

где A_{si} — площадь i -го стержня арматуры.

Кривизну бетонных и железобетонных элементов вычисляют по известной зависимости

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\epsilon_b}{x} \quad (17)$$

В общем случае загрузки (косой изгиб, косое внецентренное сжатие и др.) при произвольной форме поперечного сечения кривизну железобетонных элементов определяют следующим образом.

Задается положение нейтральной линии, т. е. расстояние x от крайнего сжатого волокна сечения до нейтральной оси, и ее направление. Оси z и y располагают по нейтральной линии и перпендикулярно ей. При данном x определяют геометрические характеристики сечения сжатого бетона интегралами (3), по которым, исходя из выражений (2), устанавливают параметры сжатого бетона для стадий u и L . В зависимости от характеристики упругопластических свойств того или иного вида бетона ω_0 , оцениваемой зависимостью (1), по выражениям (4) вычисляют параметры сжатого бетона в предельной стадии R . Далее задается некоторое значение краевой деформации укорочения в интервале $0 < \epsilon_b \leq \epsilon_R$. При принятом ϵ_b по формулам (7)–(9) находят параметры сжатого бетона, максимальные напряжения σ_b и величину внутреннего усилия N_b в стадии b . В случае, когда нейтральная линия располагается в пределах сечения, по формуле (13) устанавливают высоту растянутой зоны бетона x , по которой интегралами (3) определяют геометрические характеристики растянутого бетона, а по ним из выражений (2) — параметры растянутой зоны бетона для стадий u и L . В зависимости от упругопластических свойств растянутого бетона ω_0 по выражениям (4) и (10) вычисляют параметры растянутого бетона в предельной стадии \bar{R} .

Если высота растянутой зоны бетона $x < h - x$, то внутреннее усилие, воспринимаемое бетоном растянутой зоны, находят из выражения (11). В противном случае по выражению (14) отыскивают краевую деформацию укорочения бетона ϵ_b и по ней по форму-

лам (7)–(9) устанавливают параметры растянутого бетона, максимальные напряжения σ_b и величину внутреннего усилия N_b в стадии b .

Затем по формулам (15) и (16) и диаграмме $\sigma_s - \epsilon_s$ стали вычисляют деформации, напряжения и равнодействующую, воспринимаемую продольной арматурой.

При выбранном положении нейтральной линии методом последовательных приближений отыскивают такое значение ϵ_b , при котором удовлетворяются все три уравнения равновесия внутренних и внешних сил: $\sum N = 0$; $\sum M_y = 0$; $\sum M_z = 0$.

Если при фиксированном положении нейтральной линии ни одно из ϵ_b не удовлетворяет уравнениям равновесия, выбирают новое положение нейтральной линии и последовательными приближениями отыскивают ϵ_b , удовлетворяющее указанным условиям.

По найденным ϵ_b и x по формуле (17) вычисляют кривизну элемента произвольной формы сечения в общем случае загрузки.

При оценке прочности решение задачи существенно упрощается, поскольку в этом случае краевая предельная деформация известна из выражения (5) и итерационный процесс производят лишь по положению нейтральной линии.

Установлено хорошее приближение опытных и расчетных значений кривизны обычных и преднапряженных изгибаемых элементов из шлакоемзобетона, обычного тяжелого бетона, полимербетона и бетонополимера для всех этапов загрузки, вплоть до разрушения.

Сопоставление по несущей способности производили на 187 изгибаемых и внецентренно сжатых образцах из семи видов бетона. Отклонения опытной несущей способности от расчетной в 75% всех образцов не превышали $\pm 7\%$, в остальных образцах они находились в диапазоне $\pm 7... \pm 15\%$.

Заводское производство

УДК 691.328:65.014.011.56

А. В. КРУПЕНСКИЙ, инж. (трест Оргстрой, Таллин)

АСУ производством железобетонных изделий на Таллинском ДСК

В связи со сложной структурой комбинатов ЖБИ большое значение приобретает четкое и оперативное управление деятельностью строительных и производственных подразделений, совершенствование которого является немалым резервом роста производительности труда.

Большой объем информации, рассредоточенность подразделений — факторы, затрудняющие управленческую деятельность. Существенную помощь здесь могут оказать автоматизированные системы управления.

На Таллинском ДСК в 1981 г. введена система АСУ производством железобетонных изделий. Выходная инфор-

мация системы используется в 15 структурных подразделениях.

Реализация системы наполнила производственные задачи глубоким содержанием, позволила на более совершенном уровне внедрить многие передовые методы организации и управления производством, в том числе систему оперативно-диспетчерского управления, метод сквозного планирования, нормативный метод планирования и учета затрат на производство, метод бригадного подряда.

Система состоит из пяти подсистем: оперативного учета и анализа, сквозного планирования, материально-техни-

ческой комплектации, бухгалтерского учета, нормативного обеспечения.

Важнейшей составной частью системы является ежедневный учет и анализ выпуска и реализации железобетонных изделий. В производственных цехах и на складах готовой продукции оформление документов осуществляется на оргавтоматах «Роботрон-Даро-1373». Одновременно с заполнением документа информация о работе ЖБИ выводится на перфоленту, которая передается в отдел АСУ (из удаленных пунктов по устройству передачи данных ТАП-2) и вводится в ПК М-5010. Анализ показателей работы подразделе-

УДК 624.014.25

Е. В. ПОТАПКИН, канд. техн. наук (ЦНИИПромзданий)

Стоимость операций изготовления сварных сеток

При серийном изготовлении сварных сеток из стержневой арматуры диаметром 10—32 мм повышается рентабельность производства, снижается себестоимость. Организация серийного выпуска сеток для конструкций из монолитного и сборного железобетона имеет важное значение в промышленном строительстве.

Общие затраты в процессе изготовления сеток в арматурном цехе складываются из затрат по каждой операции, они изменяются в зависимости от диаметра стержней, длины, числа на сетку, класса стали и вида ее поставки.

Для установления степени влияния этих параметров на стоимость каждой операции обследовали действующие арматурные цехи заводов строительных конструкций Главлипецкстроя Минтяжстроя СССР и ЖБК № 1 треста Казметаллургстрой. При этом установлено, что изготовление сеток складывается в основном из следующих операций:

- подачи краном бухтовой и стержневой арматурной стали в цех на передел; правки и резки бухтовой арматуры на автоматических правильно-отрезных станках;
- резки стержневой арматурной стали на приводных станках;
- стыковой сварки отходов после резки и подачи сваренных стержней вновь на резку;
- раскладки продольной арматуры сеток;

- подачи поперечной арматуры в бункер сварочной машины;
 - сварки сеток на многоточечной контактно-сварочной машине;
 - пакетирования готовых сеток и транспортирования краном на цеховой склад.
- В результате этого анализа удалось устранить повторные операции, уменьшить число рабочих приемов на операциях и затраты на них.

Затраты, связанные с переработкой арматуры одного назначения, были систематизированы и объединены в соответствии с техническими параметрами арматурных стержней сеток. Это позволило свести их к четырем видам затрат: на заготовку продольных и поперечных стержней сеток, сварку на многоточечной контактно-сварочной машине, пакетирование и транспортировку готовой продукции на склад. По каждому виду затрат составлены калькуляции по действующим нормативам. На основании полученных данных осуществили корреляционно-регрессионный анализ затрат, позволивший установить математическую зависимость стоимостей операций от технических параметров арматуры. В функции стоимостей операций включены затраты, непосредственно связанные с производством работ, а также затраты на содержание и обслуживание оборудования, амортизационные отчисления, на силовую электро-

энергию, эксплуатационные расходы и пр. Укрупненные стоимостные показатели операций отражают передовую технологию и более совершенный уровень организации арматурных работ в цехе.

Стоимость операций изготовления поперечных (C_1) и продольных (C_2) стержней сеток (подача арматуры, резка, стыковая сварка, раскладка) зависит от их длины и диаметра: $C_1 = f(d, B)$; $C_2 = f(D, L)$, где d, D — диаметр поперечных и продольных стержней в сетке; B, L — полная длина поперечных и продольных стержней.

Для отражения совместного влияния этих факторов на изменение анализируемых стоимостных показателей были получены зависимости:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= (89,5 - 12639,4d - 4,4B + \\ &+ 487496,2d^2 + 422,8d^2B) \xi + \\ &+ (42,6 - 3603,8d - 1,4B + \\ &+ 98947,8d^2 - 0,093^2B^2 + \\ &+ 56,87d^2B) (1 - \xi); \\ C_2 &= 31,86 - 1111,5D - 2,25L + \\ &+ 14634,8D^2 + 0,107L^2 + 17,95DL, \end{aligned} \right\} (1)$$

где $\xi = 1$ при $d \leq 10$ мм; $\xi = 0$ при $d > 10$ мм.

Из формул (1) следует, что между стоимостью и двумя факторами (d, B ; D, L) существует квадратичная связь, а сами факторы являются независимыми по отношению друг к другу.

Стоимость сварки сеток на многоточечной контактно-сварочной машине (C_3) складывается из оплаты труда машиниста ($C_{\text{маш}}$) и затрат на ее техническое обеспечение ($C_{\text{т.о.}}$), которые состоят из стоимости электроэнергии, сжатого воздуха и воды, необходимой для охлаждения электродов, а также затрат на амортизационные отчисления:

$$C_3 = C_{\text{маш}} + C_{\text{т.о.}} \quad (2)$$

Затраты на техническое обеспечение для сварки сетки зависят от числа точек сварки и диаметров (толщины) свариваемых стержней. Так, расход электроэнергии определяется по наименьшему диаметру из свариваемых стержней (в нашем случае — по диаметру поперечных стержней d).

Затраты на техническое обеспечение представляют квадратичную зависимость

$$C_{\text{т.о.}} = 1,51 - 98d + 16857d^2. \quad (3)$$

Стоимость пакетирования и транспортирования готовых сеток на склад C_4 зависит в основном от массы сетки G :

$$C_4 = 0,247 - 0,381G. \quad (4)$$

Полученные математические зависимости функций стоимостей основных операций отражают их действительную и тесную взаимосвязь с техническими параметрами сеток.

лений за предыдущий день к 9 ч представляется руководству комбината и структурных подразделений.

Синхронность всех планов (от производства деталей и конструкций до строительства) обеспечивается подсистемой сквозного планирования. На основе графика строительства крупнопанельного домостроения производится годовое, квартальное и месячное (с разбивкой по дням) планирование.

Важнейший фактор выполнения планов заключается в эффективном функционировании подсистемы материально-технической комплектации, которая рассматривается по трем этапам:

- планирование и заказ материальных ресурсов на год, квартал, месяц;
- текущая материально-техническая комплектация;
- списание материальных ресурсов и учет их запасов.

Накопленная в течение месяца на ЭВМ информация по учету железобетонных изделий является исходной для следующих расчетов в подсистеме бухгалтерского учета:

- списание материальных ресурсов;
- расчет складского оборота изделий;
- расчет труда и зарплаты бригад формовщиков, арматурщиков и резчиков теплоизоляционных плит.

Нормативные документы, единые для всех расчетов, включают каталог-ценник железобетонных конструкций, справочник-кодификатор блок-секций и блокирующих элементов объектов строительства, справочник-кодификатор изделий по группам производственных затрат, каталог-ценник материальных ресурсов, справочник норм расхода, затрат времени, заработной платы и материальных ресурсов, справочник-кодификатор объектов строительства.

Эксплуатационные показатели системы АСУ производством железобетонных изделий следующие:

объем информационного обеспечения	3000 кбайт
число исходных данных в месяц	8000
трудоемкость и время подготовки входной информации	Автоматически при формировании документов на оргавтомате
язык программирования	КОБОЛ
транслятор	ДОС М-5000, седьмая версия
число задач	49
число программ	362
число выходных табуляграмм	204

Внедрение этой системы позволило систематизировать организацию и управление производством, способствовало совершенствованию документации. При этом были ликвидированы трудоемкие процессы информации о продукции цехов, перфорации и доставки исходной информации, составления отчетов.

К основным достоинствам системы относятся повышение качества оформления документов, снижение трудоемкости при оформлении исходных документов на 30—40%, повышение точности и достоверности информации примерно в 10 раз, повышение оперативных учетных задач на 1—2 рабочих дня, бухгалтерских учетных задач — на 10—12 дней.

Годовая экономическая эффективность от внедрения системы составляет 42,6 тыс. р.

УДК 666.974.2.004.8

А. М. ШНЕЙДЕРОВ, д-р экон. наук (ВНИИЭСМ); Е. В. СУХАНОВ, инж.

Использование шлаков черной металлургии при производстве жаростойкого бетона и железобетона

Использование отходов промышленного и сельскохозяйственного производства является в современных условиях одним из важнейших факторов интенсификации, что предопределяется накоплением огромных количеств отходов, объемы которых во многих случаях превышают запасы минеральных полезных ископаемых, созданием технологий и оборудования, обеспечивающих высокоэффективную утилизацию отходов в различных отраслях народного хозяйства, усилением роли экологических аспектов проблемы.

По данным Института мировой экономики и международных отношений АН СССР, сейчас на 1 р. национального дохода затрачивается 1 т природного вещества, а масса готовой продукции составляет не более 1% массы вещества, поступившего в народнохозяйственный оборот.

Существенный резерв улучшения этого показателя заключается в вовлечении в хозяйственный оборот отходов промышленности, что кроме высокой экономической целесообразности тесно связано с мероприятиями по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Утилизация отходов снижает потери земельных угодий под отвалы и загрязнение биосферы, а также уменьшает потребность в природном сырье, добыча которого также связана с уничтожением флоры и фауны.

Одно из новых и важных направлений вовлечения в хозяйственный оборот отходов состоит в применении металлургических шлаков для производства теплоизоляционных материалов. Среди возводимых объектов многих отраслей промышленности значительная доля приходится на тепловые агрегаты. В этой связи повышение технического уровня строительства имеет большое значение. Одним из наиболее эффективных путей индустриализации строительства тепловых агрегатов является применение жаростойкого бетона вместо традиционных штучных огнеупоров. Использование крупных сборных элементов и монолитного бетона открывает широкие возможности снижения трудозатрат, экономии металла, уменьшения стоимости и сокращения сроков строительства.

В настоящее время созданы различные разновидности жаростойкого бетона: легкие на пористых заполнителях, легкие для тепловых агрегатов, работающих в агрессивных газовых средах, газобетон, высокопрочный жаростойкий бетон и др. При этом возросли возможности широкого применения жаростойких бетонов в строительстве предприятий черной и цветной металлургии, химии, ма-

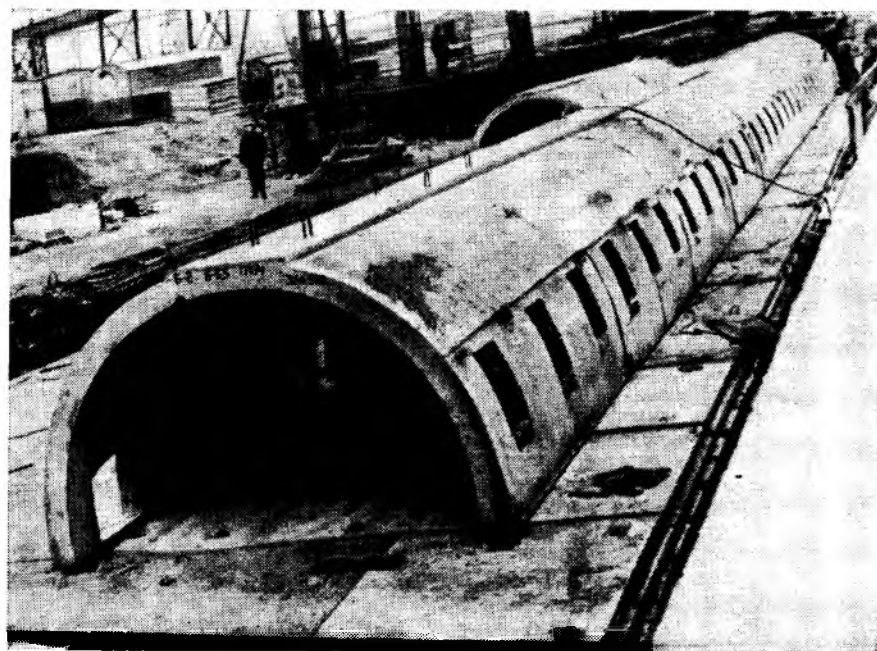
Конструкции	Материалы	Объем жаростойкого шлакопемзобетона, м ³	Экономическая эффективность, тыс. р.	Снижение трудозатрат, чел.-дн.
Подпорные стенки шлаковых траншей	Бетон на шамотном заполнителе	6400	309,0	—
Фундаментные плиты и бороздки коксовых батарей	Шамотный огнеупорный кирпич	5400	317,5	7200
Элементы литейного двора доменной печи № 6	Чугунные плиты, шамотный кирпич	170	321,0	—
Бороздки колпаковых печей	Глиняный кирпич, воздухо-непроницаемая смазка	2085	138,0	3846

шиностроения и других отраслей промышленности.

Интересный опыт накоплен в Липецке, крупном центре черной металлургии страны; организациями Главлипецкостроя проведен значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по комплексному использованию шлаковых материалов, в том числе для жаростойких бетонов. Липецким политехническим институтом и ЦНИЛ Главлипецкостроя для каждого вида шлаковой продукции определены требования по химическому и минеральному составу, соотношению структуры и другим свойствам с учетом назначения их как компонентов жаростойкого бетона. Разработаны оптимальные составы жаростойких бетонов, обеспечивающие длительную службу конструкций при задан-

ной температуре, проведены испытания. В Главлипецкострое создана мощная производственная база: построены одна из первых в стране установок по производству пористого заполнителя из доменных шлаков — шлаковой пемзы годовой мощностью 130 тыс. м³ и специализированный цех по изготовлению жаростойких бетонов и конструкций производительною 60 тыс. м³. Цех переработки шлака Новолипецкого металлургического комбината выпускает около 3 млн. т гранулированного шлака и 350 тыс. м³ фракционированного щебня из доменного шлака.

Большая часть жаростойкого бетона изготовляется из наиболее прогрессивного легкого бетона на пористом заполнителе — шлаковой пемзе. Он применяется для возведения подпорных стен



Фрагмент устройства боровов коксовых батарей из жароупорного железобетона

УДК 691.327.002.2

В. И. ОВЧАРОВ, канд. техн. наук (ЦНИИСК)

О статье В. Н. Мороза «Об уточнении зависимостей в технологии бетона»

Как следует из названия статьи В. Н. Мороза¹, речь в ней должна была идти об уточнении зависимостей в технологии бетона. Однако ее автор по существу оценивает только точность зависимостей $R_6 = f(C/B)$ и $R_6 = f(C/B)_н$ с позиции погрешности измерений. По его мнению, низкая точность измерений параметров накладывает ограничения на достижимую точность зависимостей в технологии бетона. Именно с этих позиций автор статьи подошел к сопоставлению и оценке точности указанных выше зависимостей.

В основу сопоставления и расчетов в статье В. Н. Мороза были приняты экспериментальные данные статьи². Их обработка производилась по методу наименьших квадратов при $C/B = 2,86; 2,5; 2,23$ и соответствующих им $(C/B)_н$, равных 4,17; 3,96; 3,66.

Расчетная прочность бетона и относительное отклонение ($\Delta_{отн}$) расчетной прочности (R_p) от экспериментальной (R_6) производилась по формулам. Расчетные данные приведены в таблице.

Для проверки величины $\Delta_{отн}$ нами был произведен контрольный (поверочный) расчет. Данные расчета по приведенным в статье В. Н. Мороза формулам с использованием прочностных данных из статьи² при $C/B = 2,86, 2,5, 2,23$ и соответственно при $(C/B)_н = 4,17, 3,96, 3,66$ приведены в таблице.

C/B	(C/B) _н	Зависимость	Относительное отклонение $\Delta_{отн}$, %	
			данные В. Н. Мороза	фактические
2,86	(4,17)	$R_p = 20,424,$ $C/B = 5,250$	10,82	6,3
2,50	(3,96)	$R_p = 23,520,$ $C/B = 10,593$	2,79	1,06
2,23	(3,66)	$R_p = 24,183,$ $C/B = 11,652$	1,53	0,90
(2,86)	4,17	$R_p = 17,472,$ $(C/B)_н = 22,245$	1,59	1,23
(2,50)	3,96	$R_p = 17,808,$ $(C/B)_н = 23,218$	1,38	0,84
(2,23)	3,66	$R_p = 17,472,$ $(C/B)_н = 22,283$	0,81	0,81

Из таблицы следует, что фактические значения $\Delta_{отн}$ в статье определены не-

точно. Фактические значения $\Delta_{отн}$ при C/B и соответствующих ему $(C/B)_н$ практически одинаковы. Например, $\Delta_{отн}$ при $C/B = 2,5, 2,23$ оказалось равным 1,06 и 0,9, а при соответствующих $(C/B)_н$, равных 3,96 и 3,66, — соответственно 0,84 и 0,18. И только при $C/B = 2,86$ $\Delta_{отн}$ получилось равным 6,3% (т. е. несколько иное). Это обусловлено, видимо, тем, что для обобщения были приняты прочности бетона, расположенные вне прямой зависимости $R_6 = C/B$. Для большей достоверности при обработке экспериментальных данных по методу наименьших квадратов необходимо было бы принять прочностные данные при $C/B = 1,25; 1,67; 2,0; 2,23$ и соответствующие им $(C/B)_н = 2,32; 2,94; 3,41; 3,66$ (при этих C/B все точки лежат на прямой). И приведенные в таблице данные убедительно подтверждают, что зависимость $R_6 = (C/B)_н$ не точнее зависимости $R_6 = C/B$, а данные таблицы не противоречат выводам статьи².

Поэтому выводы статьи¹ являются необоснованными. Ее автору не было необходимости прибегать к определению расчетной прочности бетона. Точность зависимостей можно было установить по экспериментальным данным, приведенным в статье².

В этой статье имеется много общих рассуждений о построении зависимости по методам математического планирования экспериментов и др. Однако существо ни одного из упомянутых методов не раскрыто и не показано, как при их помощи определить точность зависимостей. Много неконкретных рассуждений об использовании вычислительной техники и об автоматизации лабораторного контроля. Рассуждения о диалектрическом и нейтронном методах, о гипотезе связанной воды, ван-дер-ваальсовых взаимодействиях, полимолекулярных пленках, о влиянии приведенных автором статьи¹ факторов на уточнение зависимостей в технологии бетона не связаны с их уточнением.

Выводы

Уточнения зависимостей технологии бетона в статье¹ не дается, поэтому название статьи не соответствует ее содержанию. Расчеты на определение $\Delta_{отн}$ произведены неточно, и выводы относительно большей точности зависимости $R_6 = f(C/B)_н$, чем $R_6 = f(C/B)$, являются необоснованными. Ссылки в статье¹ на другие работы не имеют отношения к содержанию статьи.

шлаковых траншей кислородно-конвертерного цеха, фундаментных плит и бортов коксовых батарей, бортов колпаковых печей цеха холодной прокатки, элементов литейного двора доменной печи объемом 3200 м³ (см. рисунок). При этом достигнуто значительное повышение производительности труда. Например, при строительстве фундаментных плит и бортов коксовых батарей размеры элементов выстилки по нижней плите фундамента были увеличены в 5 раз, в результате чего укладка 32 600 мелкогабаритных блоков заменена монтажом 2300 изделий, что сократило трудозатраты в 10 раз. Сложная конструкция центрального бора, других бортов и дымовых патрубков с большим объемом огнеупорной кладки заменена более простыми и индустриальными конструкциями из сборного жаростойкого шлакопемзобетона. Значительно упростилась организация строительных работ, отпала необходимость в привлечении специализированных субподрядных организаций. Все работы были выполнены общестроительным управлением, при этом трудоемкость строительных работ (по двум батареям) снижена на 7200 чел.-дн.

Аналогичный эффект получен при строительстве бора колпаковой печи, где жаростойкий шлакопемзобетон был уложен вместо кирпичной кладки. При этом трудозатраты на объем 2085 м³ составили 3846 чел.-дн. Следует отметить высокое качество конструкций из жаростойкого бетона, изготовленных в условиях заводской технологии и обеспечивающих строгое соблюдение установленных параметров, в том числе геометрических размеров.

Показатели эффективности применения жаростойкого шлакопемзобетона приведены в таблице.

Большое значение для повышения качества имело широкое применение мелкозернистого жаростойкого шлакопемзобетона, обладающего хорошей однородностью, повышенной плотностью, прочностью и стойкостью к тепловым нагрузкам*.

Коэффициент теплопроводности мелкозернистого шлакопемзобетона марок М150—М300 колеблется в интервале 0,38—0,53 Вт/(м·К), что значительно выше показателей обычного шлакопемзобетона тех же марок. Благодаря физико-химическому сходству всех составляющих этот бетон имеет лучшие показатели прочности на изгиб, более высокую остаточную прочность после нагревания до 800°С, повышенный начальный модуль упругости и другие характеристики по сравнению с обычными бетонами на природном заполнителе.

На строительстве Новолипецкого металлургического комбината общий объем конструкций из жаростойкого бетона на шлаковых материалах превысил 14 тыс. м³, а фактический экономический эффект составил около 1,1 млн. или 77,21 м³ жаростойкого бетона. Имеющийся опыт свидетельствует о целесообразности применения жаростойкого бетона и железобетона на основе шлаковых материалов для уменьшения трудозатрат, снижения стоимости и сокращения сроков строительства тепловых агрегатов.

* А. с. № 320462. Сыпучие материалы. С. Е. Александров, Г. М. Васильева, Л. И. Светлова и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. 1971. № 34.

¹ См. Бетон и железобетон, 1983, № 6.
² Сизов В. П. О структурных характеристиках тяжелого бетона. — Бетон и железобетон, 1982, № 6.

Известково-пуццолановый портландцемент

На кафедре технологии вяжущих веществ и бетонов МИСИ им. В. В. Куйбышева разработано быстротвердеющее вяжущее общего назначения — известково-пуццолановый портландцемент (ИППЦ). Его готовят совместным помолем клинкерной составляющей, известной и активной минеральной добавки, причем содержание клинкерной части может изменяться от 25 до 85% общей массы вяжущего. В составе ИППЦ возможно применение пуццоланового портландцемента. ИППЦ можно изготавливать на цементном заводе и на строительных объектах.

ИППЦ характеризуется ускоренным набором прочности в начальный период твердения, уже в возрасте 1 сут бетон набирает 25—35%, 3 сут — 60—70%, а 7 сут — около 90% марочной прочности. Активность известково-пуццоланового

портландцемента в возрасте 28 сут (в зависимости от состава вяжущего) на 20—85% превышает активность исходного портландцемента.

Проведенные в МИСИ и на Ростовкинском заводе ЖБК ДСК № 1 Главмостроя исследования показали возможность применения ИППЦ в бетонных смесях, начиная с жестких и кончая литыми. Использование тепловлажностной обработки по укороченному (6—8 ч) режиму позволяет получать 50—70% марочной прочности.

Морозостойкость бетонов на ИППЦ возрастает в 4—6 раз по сравнению с приготовленными на основе исходного цемента.

Большой эффект дает применение в бетонах на ИППЦ общезвестных добавок — ускорителей твердения и суперпластификаторов, а применение противоморозных добавок позволяет получить интенсивный рост прочности в начальный период твердения при температуре до -15°C . При твердении образцов в воде, в сухих и во влажных условиях наблюдается одинаковый рост прочностных показателей (по результатам двухлетних испытаний).

Исследования известково-пуццоланового портландцемента во ВНИПИТеплопроекте показали, что бетон на его основе через 4—6 ч нормального твердения водостоек, а через 12 ч обеспечивается до-

статочная для гидротехнических бетонов водонепроницаемость. Была также исследована солестойкость бетона в растворе состава: Na_2SO_4 — 5,3 г/л; NaCl — 27,6 г/л; CaCl_2 — 1,6 г/л. Результаты показали значительное превышение солестойкости бетона на ИППЦ по сравнению с бетонами на обычных, сульфатостойком и глиноземистом цементах.

Приблизительная стоимость 1 т известково-пуццоланового портландцемента с учетом стоимости (для Москвы) компонентов и помола на 3—4 р. ниже стоимости исходного портландцемента.

Таким образом, предложено новое быстротвердеющее вяжущее, позволяющее существенно сократить в строительстве расход дефицитного портландцемента за счет введения в его состав более дешевых и недефицитных материалов. Применение ИППЦ дает возможность частично сократить или полностью отказаться от тепловлажностной обработки, значительно снизить металлоемкость производства. Известково-пуццолановый портландцемент может найти применение в различных областях строительства.

А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, д-р техн. наук, проф.; **Ю. В. ЕФРЕМОВ**, инж. (МИСИ); **В. Ф. АФАНАСЬЕВА**, канд. техн. наук (Ростовский 3-д ЖБИ ДСК № 1 Главмостроя)

Наши юбиляры

К 80-летию

Н. М. Колоколова

Восьмого марта исполняется 80 лет со дня рождения и 60 лет инженерной, научной и педагогической деятельности крупнейшего советского мостостроителя, одного из зачинателей проектирования и строительства железобетонных мостов в нашей стране заслуженного изобретателя РСФСР, лауреата премии Совета Министров СССР, доктора технических наук, профессора Николая Михайловича Колоколова.

После окончания МИИТа Н. М. Колоколов уже в 1926—1929 гг. выступил автором проектов ряда железобетонных мостов под железнодорожную нагрузку через сложные водные преграды, а в 1931 г. по его проекту и под его техническим руководством в короткие сроки был возведен крупнейший в Европе мостовой переход длиной около 1600 м через р. Днепр в Днепропетровске на Мерефо-Херсонской железной дороге. Это сооружение с железобетонными арочными пролетными строениями в наше время объявлено памятником архитектуры. На примере этого сооружения была блестяще доказана возможность и целесообразность строительства железнодорожных мостов с железобетонными арками больших пролетов.

Используя этот опыт, по проектам Н. М. Колоколова был построен ряд крупных железобетонных мостов и в их числе первый в стране совмещенный пере-

ход через Москву-реку у Воскресенска под два железнодорожных пути и два автопроезда с главным пролетом 120 м. С этого времени в Советском Союзе началось планомерное сооружение больших и внеклассных железобетонных арочных мостов по всей территории страны.

Большой вклад внес Н. М. Колоколов в дело индустриализации мостостроения, повышения его эффективности и качества, будучи руководителем лаборатории железобетонных мостов ЦНИИСа. С его участием было осуществлено внедрение сборных железобетонных свай-оболочек, глубоких свайных роствертков и других прогрессивных конструкций фундаментов опор вместо дорогостоящих, трудоемких и вредных по условиям труда кессонов. Им предложены сборные железобетонные свайно-эстакадные мосты, новая система сборных неразрезных железобетонных плитных ребристых пролетных строений (ПРК-ЦНИИС), усовершенствованы способы проектирования и технология изготовления сборных железобетонных мостовых конструкций, разработаны прогрессивные нормы проектирования железобетонных мостов и многое другое.

Помимо этого, Н. М. Колоколов был непосредственным участником решения большой и сложной проблемы использования для дальнейшей эксплуатации металлических мостов, построенных в до-революционное время по заниженным техническим нормам, активным пропагандистом применения водопропускных гофрированных металлических труб в транспортном строительстве, автором и организатором специализированных передвижных мостостроительных формирований (мостоюздов), сыгравших огромную роль в годы Великой Отечественной войны. Им много сделано для

совершенствования способа навесного монтажа металлических пролетных строений, создания инвентарных вспомогательных конструкций для мостостроения.

Н. М. Колоколов — активный участник капитального восстановления и сооружения крупнейших мостов за рубежом, особенно в годы Великой Отечественной войны.

Проблемам советского мостостроения Н. М. Колоколовым посвящено более 120 научных работ. Им подготовлена большая группа кандидатов и докторов технических наук в области мостостроения. Неутомимый общественный деятель, он в течение 30 лет возглавляет секцию строительства мостов НТС Минтрансстроя, со дня основания журнала «Бетон и железобетон» является членом его редакционной коллегии, трудится на посту главного редактора реферативного журнала Госстроя СССР «Транспортное строительство», является членом мостовой комиссии издательства «Транспорт».

За плодотворную инженерную и научно-исследовательскую деятельность Н. М. Колоколов удостоен многих правительственных наград в нашей стране и за рубежом, носит звания почетного железнодорожника и почетного транспортного строителя. Будучи персональным пенсионером, он продолжает плодотворно трудиться в качестве консультанта ЦНИИСа, отдает всю свою энергию, знания, огромный практический опыт делу дальнейшего прогресса отечественного мостостроения.

Вместе с инженерной общественностью транспортного строительства редакционная коллегия и редакция нашего журнала искренне поздравляют Н. М. Колоколова с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

УДК 061.43:69(480)

«Финтехстрой-83»

Под таким названием в сентябре 1983 г. в Ленинграде состоялась выставка финской строительной техники и строительных материалов, на которой около 150 фирм демонстрировали свои достижения. Во время ее работы проходил симпозиум, на котором специалисты представили около 70 докладов и сообщений по различным аспектам строительства. Значительное внимание в экспозиции выставки было уделено конструкциям из бетона и железобетона, технологии их изготовления и практике применения.

Интерес представили финские разработки по изготовлению многпустотных плит перекрытий на длинных стендах способом безопалубочного формования. А/О «Ракенусвалмисте» совместно с фирмой «Индуко» усовершенствовали известные принципы изготовления плит экструзионным методом и добились при этом отличного качества изделий при низких капитальных затратах и высокой производительности.

Оборудование вступило в строй в 1982 г., и в настоящее время на заводе фирмы достигнута проектная мощность около 500 тыс. м² плит в год. Разработанный фирмой комплект оборудования включает в себя стенд длиной 140 м, состоящий из восьми линий общей производительностью 2600 м²/сут при двухсменной работе, или 20 м² изделий на 1 чел.-ч. В качестве направляемой арматуры применяют высокопрочные проволочные пряди прочностью 1600—1800 МПа, тепловая обработка изделий осуществляется нагревом поддона стенда. За счет применения пластифицирующих добавок и высокой степени уплотнения при экструзии прочность бетона изделий составляет не менее 50 МПа при расходе цемента 300 кг/м³.

Плиты изготавливают с 4, 5, 6 или 8 пустотами в зависимости от пролета и нагрузки толщиной от 150 до 400 мм, шириной 1,2 м и максимальной длиной до 20 м. Особое внимание уделено снижению собственной массы плит, которая колеблется от 170 до 400 кг/м². По сведениям фирмы, огнестойкость плит составляет 60—240 мин и может изменяться при изменении толщины защитного слоя бетона.

К особенностям технологии следует отнести возможность изготовления плит с разной толщиной бетона под или над пустотами, что позволяет регулировать несущую способность и звукоизоляцию перекрытий. Для перекрытий, устраиваемых над холодным подполом, технология фирмы предусматривает изготовление плит с нижним слоем теплоизоляции из пенопласта или минеральной ваты, причем такую плиту можно использовать и как стеновую панель.

При изготовлении плит перекрытий предусмотрена возможность нарезки продольных борозд для размещения в них нагревательных кабелей и создания так называемых обогревающих полов.

В арсенале фирмы имеются специальные захватные приспособления для транспортирования и монтажа изделий, устройства для заполнения швов между плитами, заделки торцов пустот, компенсации разницы в прогибах соседних плит и т. д.

Интересны также разработки фирмы А/О «Партек», которая представила комплекты оборудования под названием «Элематик» для безопалубочного изготовления плит перекрытий экструзионным способом как с обычным, так и с преднапряженным армированием.

Многпустотные плиты с обычным армированием имеют ширину 1,2 или 2,4 м и длину до 8 м. Бетонирование осуществляется с помощью экструдера с последующим извлечением пустообразователей и затиркой поверхности. Один комплект оборудования может производить 200—300 м² плит в смену.

Преднапряженные плиты изготавливают на стендах длиной не менее 100 м. Фирмой разработано комплексное оборудование, включающее бетономеситель, дозатор, экструдер, устройство для преднапряжения и другие машины, позволяющие изготавливать плиты перекрытий толщиной от 150 до 400 мм, шириной 1200 мм и разной длины. Предусмотрено также изготовление доборных элементов и плит с теплоизоляционным слоем, которые могут служить и в качестве стеновых панелей.

Один из наиболее ответственных элементов системы — экструдер ЭЛ-800 серии М имеет модульную конструкцию, и на основе одной базовой машины с помощью комплектующих устройств в течение 60 мин можно изменить тип изготавливаемых плит настила. Скорость формования экструдером колеблется от 0,4 до 2,4 м/мин. Число пустот в изделиях достигает 3—8.

Корпорация «Лохья» представила комплект оборудования для производства изделий из ячеистого бетона типа «Сипорекс», в том числе мелкогазмерных блоков для малоэтажного строительства и крупногазмерных армированных изделий. Сырьем для «Сипорекса» служит смесь цемента с молотым песком и доменным шлаком, которая проходит автоклавную обработку при давлении 10 атм и температуре 183°C в течение 15—20 ч.

Ячеистый бетон содержит поры двух типов: макропоры — замкнутые ячейки диаметром 0,5—1,5 мм и микропоры в стенках ячеек. Пористость ячеистого бетона достигает 80 %. После автоклав-

ной обработки максимальная влажность составляет 40 %, в нормальных условиях эксплуатации она снижается до равновесной (менее 5 %). Прочностные свойства ячеистого бетона «Сипорекс» представлены в таблице.

Плотность в высушенном состоянии, кг/м ³	Прочность, МПа		Модуль упругости, МПа
	на сжатие	на растяжение	
500	3,0	0,58	1400
450	2,3	0,44	1200
400	1,7	0,30	1000

По данным корпорации «Лохья», теплоизолирующие свойства «Сипорекса» составляют 0,08—0,15 Вт/(м·К) для бетонов плотностью 400—500 кг/м³ при влажностном содержании 0—6 %. Ячеистый бетон несгораем, имеет предел огнестойкости 60 мин, который при соответствующих мерах можно увеличить вдвое.

Из новых разработок корпорации «Лохья» можно отметить керамзитобетонные блоки «Лека» для фундаментов и стен. В настоящее время фирма располагает двумя заводами, которые производят около 450 тыс. м³ керамзита. Около 50 % полученного керамзита идет на изготовление блоков, а остальное количество используется в качестве засыпки для теплоизоляции. Изготовление блоков объемом около 100 тыс. м³ в год организовано на трех заводах фирмы, снабженных автоматическими установками по прессованию и виброобработке. Керамзитобетон плотностью в сухом состоянии 650 кг/м³ имеет прочность на сжатие 3 МПа при коэффициенте теплопроводности 0,21—0,23 Вт/(м·К) и влажности 4—7% по массе.

Блоки размерами 590×190 мм имеют толщину от 75 до 380 мм. Расход блоков составляет 8,33 шт. на 1 м² стены. Для кладки блочных стен фирмой разработаны приспособления и инструменты, предусматривающие возможность механизации процесса.

Несмотря на некоторое увеличение стоимости блоков из керамзитобетона по сравнению с блоками из ячеистого бетона, фирма «Лохья» оптимистически оценивает перспективы их применения, особенно для фундаментных стен.

Фирма «Харьюн Бетони» представила комплект оборудования для изготовления плит из бетонной мозаики. В качестве сырья применяют щебень или натуральные каменные материалы крупностью от 2 до 25 мм и портландский или белый цемент, иногда в сочетании с красителями. Различные оттенки и рисунки достигаются путем подбора гранулометрического состава и цвета заполнителей. Автоматическая установка прес-

сует плиты для получения материала максимальной плотности, после чего также автоматически шлифуется его поверхность. Плиты размерами от 250×250×20 до 400×400×35 мм имеют массу от 3,9 до 14 кг. Их укладывают на бетонное основание на цементном растворе и применяют для износостойких полов в различных промышленных и общественных зданиях. Накоплен также опыт применения плит для облицовки стен.

Опыт проектирования и изготовления металлической опалубки и форм для сборного и монолитного железобетона

представила фирма СР-КОНЕ. Обращает на себя внимание высокая жесткость и точность размеров форм, что благоприятно сказывается на качестве изделий.

На выставке был представлен финский опыт в области реконструкции зданий и сооружений, в том числе выполненных из бетона. Такие фирмы, как «Пуолиматка» и «Юит», имеют в своем распоряжении специализированное оборудование и приспособления для выполнения таких работ без остановки основного производства. А/О «Солмастер» предлагает разрабатываемые массы и эпоксидные покрытия для бетонных полов,

которые наносятся как в процессе реконструкции, так и на новые полы и служат для создания износостойких химически стойких полов в разнообразных условиях эксплуатации.

Большие экспозиции представили другие известные строительные фирмы — «Полар», «Лемминкяйнен» и др. Цель выставки — укрепить существующие установить новые связи, способствующие дальнейшему развитию научно-технического и экономического сотрудничества, — была достигнута.

В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ
канд. техн. наук

УДК 693.56.061.3

Сессия Национального комитета ФИП

В сентябре 1983 г. во Владивостоке состоялась очередная ежегодная сессия Национального комитета СССР ФИП. Сессия проводилась на базе Дальневосточного филиала НК СССР ФИП. В ее работе приняли участие более 140 человек из 11 союзных республик, специалисты из 30 городов нашей страны.

Сессию открыл вице-президент ФИП, председатель НК СССР ФИП К. В. Михайлов. С приветствием от Приморского краевого комитета КПСС и крайисполкома выступил зав. отделом строительства крайкома КПСС В. М. Мазур:

В соответствии с планом работы НК СССР ФИП на данной сессии были рассмотрены следующие вопросы: перспективы и направления развития предварительно напряженного железобетона на ближайшую пятилетку и на период до 2005 г.; об участии советских специалистов в работе ФИП; о ходе выполнения плана работы НК СССР ФИП на 1983 г. и пятилетнего плана; о плане на 1984 г.; отчет о работе филиалов НК СССР ФИП; состояние и перспективы применения в строительстве преднапряженных конструкций из легкого бетона.

По первым двум вопросам выступил председатель НК СССР ФИП. Он отметил, что на ближайшую перспективу бетон останется основным строительным материалом и объем его применения будет непрерывно возрастать; указал, что одним из главных направлений совершенствования железобетонных конструкций является повышение их заводской готовности, сборности, снижение трудозатрат на стройплощадках. По второму вопросу было рассказано о подготовке советских специалистов к участию в симпозиумах ФИП в Канаде (Калгари, 1984 г.) и X конгрессе ФИП в Индии (Нью-Дели, 1986 г.), о работе советских представителей в Административном совете ФИП и постоянных рабочих комиссиях. Заседание этих органов, посвященное напрягаемым стальям, запланировано провести в 1984 г. в Советском Союзе.

Ученый секретарь НК СССР ФИП Н. А. Маркаров доложил о работе его филиалов, о выполнении Национальным комитетом плана 1983 г. и задачах на

текущий год, перечислил основные мероприятия этой организации на период до конца нынешней пятилетки.

В 1984 г. ежегодную сессию НК СССР ФИП намечено провести во Львове, рассмотреть на ней итоги работы симпозиумов ФИП в Канаде и вопросы применения преднапряженного железобетона в многоэтажном строительстве.

О деятельности региональных филиалов Национального комитета в 1983 г. рассказали представители филиалов: Украинского — П. И. Кривошеев (Киев, НИИСК); Северо-Западного — В. А. Семенов (Ленинград, Ленпромстройпроект); Грузинского — О. И. Квициридзе (Тбилиси, ГрузНИИстром); Армянского — А. Ф. Белубекян (Ереван, ЕрПИ). В выступлениях они отметили возросшую роль филиалов в деле пропаганды и внедрения лучших достижений науки и техники в строительстве. Так, например, в Грузии с участием филиала впервые в стране внедряются сейсмостойкие дома с преднапряженными металлическими тяжами, установленными без сцепления с бетоном.

На сессии были заслушаны доклады о состоянии и перспективах применения в СССР и за рубежом конструкций из легких бетонов.

С обзором опыта применения легких бетонов в морских и плавучих сооружениях выступил Ю. С. Волков (Москва, НИИЖБ); вопросы эффективности и перспективы использования природных пористых заполнителей Дальнего Востока в системе Минвостокстроя доложил А. В. Ступкин (Москва, ПТИ Минвостокстроя). О конструкциях из легких бетонов, рациональных областях их применения и путях повышения их эффективности рассказал Ю. В. Чиненков (Москва, НИИЖБ).

Председатель Дальневосточного филиала НК СССР ФИП Г. М. Спрыгин сделал доклад об опыте применения легкобетонных конструкций на Дальнем Востоке. Он отметил, что ДальНИИСом уже более 17 лет ведутся исследования конструкций из легких бетонов различных видов: мелкозернистого и обычного керамзитобетона, шлакобетона и др. Разработанные конструкции (сван, балки, плиты покрытий и пере-

крытий, плиты «на пролет» типа 2Т и др.) применяются во всех основных видах строительства, в том числе в сельском хозяйственном и мелиоративном. Опыт эксплуатации легкобетонных конструкций показал, что по сравнению с конструкциями из тяжелых бетонов они более морозостойки, долговечны и обладают повышенной коррозионной стойкостью в агрессивных средах. Однако несмотря на эти преимущества, объем внедрения несущих конструкций из легких бетонов в целом по региону остается небольшим.

Сотрудники ДальНИИСа Н. Н. Кротова и Л. А. Заболотная рассказали об исследованиях и многолетних наблюдениях за конструкциями безрулонной кровель из мелкозернистого керамзитобетона и о применении конструкций из бетонов на вулканическом шлаке в гражданском строительстве на Камчатке. Об исследовании легких бетонов прочностью 60—80 МПа доложила Л. А. Кузнецова, отметившая, что сейчас ведется подготовка к изготовлению опытных конструкций из этих бетонов.

О вопросах эффективности применения конструкций из легких бетонов в сейсмических районах и об опыте их эксплуатации в условиях Камчатского полуострова рассказал М. А. Клячко (Петропавловск-Камчатский, Камчатск-гражданпроект). Доклады, освещающие опыт строителей по применению конструкций из легких бетонов в системах Главвладивостокстроя и Главдальводстроя, сделали главный инженер треста «Железобетон» Б. И. Тринев и управляющий трестом Промстройматериалы И. Л. Бельчук (оба из Владивостока).

С сообщениями об опыте применения преднапряженных конструкций из легких бетонов на местных пористых заполнителях выступили представители Белоруссии, Армении, Грузии, Узбекистана и Камчатской области. О разработке и применении преднапряженных плит покрытия из легких бетонов в Поволжье рассказали В. П. Берестнев (Куйбышев, КУИСИ) и Я. Г. Сунгаталин (Казань, КАЗИСИ). А. Я. Эпп (Свердловск, УралпромстройНИИпроект) сделал сообщение об изготовлении методом безопалубочного формования

легкобетонных ограждающих конструкций. Этот метод позволил снизить стоимость 1 м³ конструкций на 1,5 р., трудоемкость в 2,5 раза и расход стали в 2 раза.

С новыми типами конструкций для крупнопанельных зданий участников сессии ознакомил Н. С. Стронгин (Москва, ЦНИИЭП жилища), отметивший, что уже прошли проверку и готовятся к применению керамзитобетонные пустотные плиты размером на комнату, пустотные настилы пролетом 9 и 12 м, конструкции безрулонных кровель. Б. И. Кришман (Москва, ЦНИИС) рассказал о практическом опыте применения легкого бетона в мостостроении. Он отметил, что это позволило снизить расход арматуры на 6—12% и уменьшить стоимость на 7—12%.

Группа докладов, сделанных А. А. Беспаевым (Алма-Ата, ПромстройНИИ-

проект), А. Г. Мирзоевым (Баку, Азерб-ИСИ), В. А. Пинскером (Ленинград, ЛенЗНИИЭП) и Г. С. Медведевым (Ленинград, ЛИСИ), была посвящена вопросам экспериментально-теоретических исследований и разработки методики расчета легкобетонных конструкций.

По заслушанным докладам и сообщениям сессия приняла решение, где намечены основные пути развития, совершенствования и расширения областей применения преднапряженных конструкций из легкого бетона. Отмечено, что дальнейшие исследования должны решать вопросы снижения плотности, повышения прочности (до 80 МПа и выше), сборности и заводской готовности, снижения экономических и энергетических затрат. Указано на актуальность реализации проблемы комплексного ис-

пользования естественных пористых заполнителей Дальнего Востока в строительстве.

Выступивший с заключительным словом председатель НК СССР ФИП подвел итоги сессии, ответил на ряд вопросов и замечаний, высказанных в докладах и выступлениях, подчеркнул важность и актуальность заслушанных докладов, отметил хорошую организацию и проведение сессии и пожелал всем ее участникам успехов в решении поставленных задач.

Участники сессии посетили ряд строительных объектов и заводов ЖБИ Владивостока, побывали на Всесоюзной стройке пионерлагеря «Океан» и ознакомились с архитектурными и культурными памятниками Владивостока.
Е. П. ХОЛОШИН; Г. М. СПРЫГИН,
кандидаты техн. наук (ДальНИИС)

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 691.327:536.485

Морозостойкость бетонов на алинитовых цементах в различных условиях твердения / С. А. Высоцкий, В. П. Смирнов, В. Р. Гарашин, И. И. Лифанов. — Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 29—30. Исследовано влияние условий твердения на морозостойкость бетонов на алинитовых цементах; рассмотрены возможные причины выявления характера изменения морозостойкости от воздействия различных факторов; рекомендованы способы улучшения данного свойства — тепловлажностная обработка по оптимальному режиму, введение воздухововлекающих добавок и др. Ил. 4, табл. 1.

УДК 691.87—427

Роженко М. Д. Тканые сетки для армоцементных конструкций. Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 31—32. Изложены результаты статистической обработки временного сопротивления разрыву проволоки диаметром 0,7, 1 и 1,2 мм, применяемой для изготовления тканых сеток общего назначения по ГОСТ 12184—66. Показано, что с учетом большого числа проволок в сечении тканых сеток и среднеарифметической их прочности нормативные и расчетные сопротивления тканых сеток для армоцементных конструкций могут быть повышены не менее чем на 10% по сравнению с СН 366-77. Ил. 4, табл. 1.

УДК 624.012.45:539.4

Залесов А. С., Маилян Р. Л., Шеина С. Г. Прочность элементов при поперечном изгибе с продольными сжимающими силами высокого уровня. — Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 34—35. На основании экспериментальных исследований приведена расчетная модель для железобетонных элементов при поперечном изгибе с продольными сжимающими силами высокого уровня. Дана общая закономерность сопротивления железобетонных элементов при совместном действии продольных сжимающих сил и поперечного изгиба на всем диапазоне изменения продольного усилия. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 3 назв.

УДК 691.022-413:620.191.33

Скоробогатов С. М., Удачкина Р. В. Определение максимальных размеров плиток облицовочного слоя в легкобетонных стеновых панелях. — Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 35—36. Отслаивание облицовочного слоя при сжатии панелей происходит при нагрузках меньших, чем разрушающие. Для вывода формул использована теория прерывистых связей. Приведены формулы и примеры расчета для максимальных размеров плиток облицовочного слоя в ячеистобетонных стеновых панелях. Ил. 1, список лит.: 3 назв.

УДК 624.072.2.046

Лесохин В. З. Расчет прочности балок-стенок при действии поперечных сил. — Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 37—38. Предложен метод реализации энергетического подхода механики разрушения для получения расчетных зависимостей железобетонных балок-стенок при действии поперечных сил. Получена формула для расчета прочности в случае действия двух нагрузок в трети пролета. Проведено сопоставление теоретических и опытных данных, которое свидетельствует в пользу предложенного метода. Ил. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 666.974.2.004.8

Шнейдеров А. М., Суханов Е. В. Использование шлаков черной металлургии при производстве жаростойкого бетона и железобетона. — Бетон и железобетон, 1984, № 3, с. 42—43. Обоснованы целесообразность и экономичность использования шлаков черной металлургии для производства жаростойкого бетона и железобетона. Приведен опыт организаций Главиницестроя по использованию указанных материалов в строительстве объектов черной металлургии: боровов коксовых батарей и колпаковых печей цеха холодной прокатки, элементов литейного двора доменной печи и т. п. Даны основные технико-экономические показатели производства и применения жаростойких бетонов на базе отходов. Ил. 1, табл. 1.

CONTENTS

Rakhmanov V. A. Scientific and technical progress in the field of saving power resources under precast reinforced concrete production

Murychev V. B. Activities of Glavlenstroyaterials in lowering consumption of heat energy

Lastochkin V. G. Saving of fuel and power resources at precast reinforced concrete plants of the Byelorussian Soviet Socialist Republic

Andreichenko A. V. Work experience in reconstruction of steam chamber at precast reinforced concrete plants of Minpromstroy USSR

Malinina L. A., Mokrushin A. N., Brusser M. I., Kupriyanov N. N. Choice of cements of steam curing of concretes

Lensky S. E., Bekker L. N., Tselelky M. M. Designing and service of economical steam chambers

Grishan A. A. Use of heat accumulated by safeguards of steam chambers

Objeshchenko G. A., Vegener R. V. Efficiency of thermos technology for steam curing of products

Krylov B. A., Zasedatelev I. B., Malinsky E. N. Manufacturing of precast reinforced concrete with application of heliomoulds

Trembitskiy S. M., Li A. I. Application of electric power under steam curing of precast reinforced concrete

Pinson E. B. Steam curing of precast reinforced concrete by combustion products of natural gas

Gambarov G. A., Gillevich M. B., Baran V. V. T-panel-shell 18m. in span made of flexible reinforced concrete plates

Koreneva I. G. Resistance of concrete with burnless ash gravel to biaxial compression

Goncharov V. V. Biocide mortars and concretes

Airapetov G. A., Sasonov R. P., Kharченко I. Ya., Panchenko A. I. Porosity determination of mortars and concretes on stressing cements

Rozhnenko M. D. Wire cloth for ferrocement structures.

Mamedov G. M., Aliev R. D. Taking into account of longitudinal reinforcement in prestressing for assessment of strength in inclined cross sections

CONTENU

Rakhmanov V. A. Le progrès scientifico-technique dans le domaine de l'économie des ressources énergétiques pendant la production du béton armé préfabriqué

Mourytchev V. B. Le travail de la Direction Générale de l'Industrie des Matériaux de Construction de Leningrad sur l'abaissement de la consommation de l'énergie thermique

Lastochkine V. G. L'économie des ressources de combustible et de l'énergie aux entreprises du béton armé préfabriqué de la République Socialiste Soviétique de Biélorussie

Andrejtschenko A. V. L'expérience de travail sur la reconstruction des chambres d'étuvage aux usines du béton armé préfabriqué du Ministère de l'Industrie de Construction de l'URSS

Malinina L. A., Mokrouchine A. N., Brousser M. I., Koupriyanov N. N. Sur le choix des ciments pour le traitement thermique du béton

Lensky S. E., Bekker L. N., Tselcelsky M. M. L'élaboration de projet et l'exploitation des chambres d'étuvage économiques

Grichan A. A. L'utilisation de la chaleur accumulé par les enceintes des chambres d'étuvage

Objeshchenko G. A., Veghener R. V. L'efficacité de la technologie de «thermos» pour le traitement thermique des produits

Krylov B. A., Zasedatelev I. B., Malinsky E. N. La production du béton armé préfabriqué avec l'utilisation des formes solaires

Trembitskiy S. M., Ly A. I. L'utilisation de l'énergie électrique pendant le traitement thermique du béton armé préfabriqué

Pinson E. B. Le traitement thermique du béton armé préfabriqué par les produits de combustion du gaz naturel

Gambarov G. A., Gillevitch M. B., Baran V. V. Le panneau-enveloppe en «Т» avec une travée de 18 m produit en plaques élastiques en béton armé

Koreneva I. G. La résistance à la compression biaxiale du béton sur le gravier en cendres non-grillées

Gontcharov V. V. Les mortiers et les bétons biocides de construction

Ajrabetov G. A., Sasonov R. P., Kharченко I. Ja., Pantchenko A. I. La détermination de la porosité des mortiers et des bétons sur les ciments contraints

Rczhnenko M. D. Les réseaux-tissus pour les structures en ciment armé

Mamedov G. M., Alijev R. D. La prise en considération des armatures longitudinales et de la précontrainte dans l'évaluation de la résistance des sections obliques

INHALT

Rachmanow W. A. Wissenschaftlich technischer Fortschritt auf dem Gebiet der Einsparung von Energiere Ressourcen bei Produktion des vorgefertigten Stahlbetons

Murytschew W. B. Tätigkeit der Lenin-grader Leitungsverwaltung für Baustoffe in bezug auf Verringerung des Verbrauches der Wärmeenergie

Lastotschkine W. G. Einsparung von Brennstoffenergiere Ressourcen in Werken für Stahlbetonfertigteile in der BSSR

Andrejtschenko A. W. Tätigkeitserfahrung über Rekonstruktion von Bedampfungskammern in Betrieben für Stahlbetonfertigteile des Ministeriums für Industriebau der UdSSR

Malinina L. A., Mokruschin A. N., Brusser M. I., Kupriyanow N. N. Auswahl von Zementen für Warmbehandlung des Betons

Lenskiy S. Je., Bekker L. N., Zesseljski M. M. Projektierung und Ausnutzung von rentablen Bedampfungskammern

Grischan A. A. Ausnutzung der durch Umlassungswände von Bedampfungskammern gespeicherten Wärme

Objestschenko G. A., Wegener R. W. Wirksamkeit der Thermosflaschentechnologie der Warmbehandlung von Erzeugnissen

Krylow B. A., Sassedatelew I. B., Malinski Je. N. Produktion des vorgefertigten Stahlbetons unter Anwendung von Helioformen

Trembizki S. M., Li A. I. Anwendung der elektrischen Energie bei Warmbehandlung von Stahlbetonfertigteilen

Pinson E. B. Warmbehandlung des vorgefertigten Stahlbetons unter Anwendung von Verbrennungsprodukten des Erdgases

Gambarow G. A., Gitlewitsch M. B., Baran W. W. Schalenplatte mit T-Profil mit Stützweite von 18m aus biegsamen Stahlbetonplatten

Korenewa I. G. Widerstand gegen zweiachsigen Druck des Betons unter Anwendung von ungebranntem Aschenkies

Gontscharow W. W. Biofeste Baumörtel und Betone

Ajrapetow G. A., Ssasonow R. P., Charitschenko I. Ja., Pantischenko A. I. Bestimmung der Porenbeschaffenheit von Mörteln und Betonen unter Anwendung von Quellschichten

Roshnenko M. D. Gewebe Netze für netzbewehrte Betonkonstruktionen

Mamedow G. M., Alijew R. D. Berücksichtigung der Längsbewehrung und Vorspannung bei Bewertung der Festigkeit von geneigten Querschnitten.

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Демянюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, К. В. Михайлов (главный редактор), В. М. Москвин, Ю. М. Мухин, Д. А. Паньковский, С. И. Сименко, В. В. Судаков, Д. М. Чудновский, А. А. Шлыков (зам.

А. И. Буракас, Ю. В. Волкомский, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, В. С. Подлесных, Б. Я. Рискинд, главный редактора)

Технический редактор *Е. И. Сангурова*

Корректор *А. В. Федина*

Сдано в набор 13.01.84.
Формат 60x90/16
Тираж 14675 экз.

Печать высокая
Подписано в печать 20.02.84.
Усл. печ. л. 6,0

Усл. кр.-отт. 6,75

Т-06718
Уч.-изд. л. 8,62
Заказ 13

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

Авторские свидетельства

№ 39*

№ 1049249. Ю. А. Поволоцкий, Л. Г. Гольденберг, В. С. Кабанов и О. С. Бурков. Воронежский инженерно-строительный ин-т. **Устройство для крепления формы к виброплощадке.**

№ 1049250. Ю. Я. Новаков, Н. П. Сажнев, А. В. Домбровский и др. НИПИ силикатобетон. **Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1049253. М. К. Ерохин, К. А. Богданов и др. **Смазка для форм.**

№ 1049255. И. А. Дятлов, В. Б. Поспелов, А. М. Капитанов и др. ВНПО Союзводпроект и СКТБ «Стройдеталь». **Установка для тепловой обработки трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1049452. Б. Л. Красный, О. Н. Дементьева, А. М. Мамонов и др. ЭКБ ЦНИИСК. **Огнеупорная масса.**

№ 1049623. Г. Г. Аграновский, В. И. Паршев, Е. Г. Бобский и др. ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и Ленинградское отделение Теплоэлектропроекта. **Железобетонный элемент.**

№ 1049630. А. Н. Королев, М. Г. Костюковский, Г. В. Выжигин и др. ЦНИИпромзданий. **Узел соединения ригелей таврового сечения с колонной железобетонного каркаса здания.**

№ 1049633. Э. З. Жуковский, А. П. Зарудский и В. Ф. Шабля. МНИИТЭП. **Покрытие зданий и сооружений.**

№ 1049636. П. Ф. Вахненко и Н. Н. Губий. Полтавский инженерно-строительный ин-т. **Строительный железобетонный элемент.**

№ 1049642. Ю. А. Минаков, Н. Н. Данилов и С. М. Наумов. **Марийское территориальное управление строительства.**

№ 1049645. А. П. Черномаз, Ф. Н. Рабинович, М. А. Шрайбман и Г. Н. Преображенская. ЦНИИпромзданий. **Железобетонный резервуар для хранения нефтепродуктов.**

№ 40

№ 1050873. Е. Б. Терехов. ПКТБ Узводприборавтоматика. **Форма для изготовления строительных изделий.**

№ 1050874. В. П. Макаров, И. Б. Ильина и А. А. Разумов. Научно-

исследовательский и проектно-конструкторский ин-т по добыче полезных ископаемых открытым способом. **Кассетная форма для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1050875. Ю. В. Галата, В. С. Костиков и В. Х. Погребной. **Сердечник для образования проемов в железобетонных изделиях.**

№ 1051050. А.-Р. А. Гаралевичюс, И. И. Милакните, С. И. Швейстис и др. ПТТ Оргтехстрой Минстроя ЛитССР. **Способ изготовления бетонных изделий.**

№ 1051192. В. М. Скрипник и Е. Б. Терехов. ПКТБ Узводприборавтоматика. **Зажим для закрепления арматуры.**

№ 1051296. С. А. Атманских, В. С. Макаров, В. Б. Ухин и др. Уральский научно-исследовательский и проектный ин-т медной промышленности. **Сопло для нанесения набрызг-бетонных покрытий.**

№ 41

№ 1052385. А. Я. Альтзицев, Ю. В. Коротков, Р. И. Кваша и И. Г. Хаимова. СКБ Главстройпрома. **Замок формы для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1052386. Е. Я. Прасолов. Полтавский инженерно-строительный ин-т. **Кассетная установка.**

№ 1052387. А. Ф. Пономарчук и В. А. Лиховой. Винницкий политехнический ин-т. **Пустотообразователь для образования монтажных гнезд в железобетонных шпалах.**

№ 1052388. Г. Д. Бодров, И. Н. Алексеев, Б. Г. Россихин и др. ЛИСИ. **Устройство для захватывания поверхности железобетонных изделий.**

№ 1052393. В. А. Панкратов и А. Н. Абызов. УралНИИстром. **Способ формирования бетонных изделий переменной объемной массы.**

№ 1052494. С. И. Мартынович, П. И. Юхневский, Н. Л. Полейко и А. К. Далевский. Белорусский политехнический ин-т. **Бетонная смесь.**

№ 1052495. А. С. Денисов, М. Г. Звонарев, Л. Х. Ячкина и др. **Бетонная смесь.**

№ 1052496. В. И. Соломатов, Н. А. Самигов и Х. И. Муминджанов. МИИТ. **Полимербетонная смесь.**

№ 1052522. В. Б. Цымалин, В. В. Козлов, А. К. Шрейбер и др. МИСИ. **Компаунд для герметизации швов в железобетонных конструкциях.**

№ 1052635. И. П. Кочкин. Проектная мастерская № 4 ин-та Приморгражданпроект. **Способ возведения здания из монолитного железобетона.**

№ 1052636. В. Г. Графкин, Н. В. Кузнецов, И. Э. Горбунов и Р. А. Кафанов. Гидроспецпроект. **Скользкая опалубка для возведения железобетонных сооружений башенного типа.**

№ 1052637. В. Я. Морев. Ярославский Промстройпроект. **Устройство для подачи бетонной смеси.**

№ 42

№ 1054319. И. П. Чернобаев, А. В. Потемка, В. Т. Жилеев и др. КИСИ. **Бетонная смесь.**

№ 1054320. В. Е. Дербишер, В. Ф. Каблов, В. Л. Пугачев и др. Волгоградский политехнический ин-т. **Бетонная смесь.**

№ 1054321. С. А. Шиманович, В. П. Васин, Р. Я. Фурман и Л. П. Попов. ЦНИИпромзданий. **Комплексная добавка в бетонную и растворную смесь.**

№ 1054322. В. И. Шестаков, Ю. В. Гасин, Г. И. Козлов и др. Кузнецкий металлургический комбинат. **Бетонная смесь.**

№ 1054334. Е. Н. Кузьмин и А. Н. Архангельский. Челябинский ПромстройНИИпроект. **Стенд для безопалубочного формирования и тепловой обработки железобетонных изделий.**

№ 1054500. А. И. Чепельников, О. Т. Гавришук, В. Е. Тяглик и М. Н. Побылец. ИСиА Госстроя БССР. **Устройство для изготовления грунтобетонных свай.**

№ 1054511. Е. М. Тимонин, Н. В. Фомина, П. И. Алексеев и В. З. Мешков. ЦНИИЭП спортивных зданий и сооружений. **Стыковое соединение панелей стены и плит перекрытия.**

№ 1054517. Б. А. Евсеев, А. Ю. Пышлинцев, Б. Я. Рискинд и др. Челябинский политехнический ин-т и Главжелезобетон. **Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона.**

№ 1054524. В. И. Безруков и В. Е. Тройнин. ПТТ Оргтехстрой. **Опалубка для бетонирования фундаментов под колонны.**

№ 1054527. П. М. Бичи и Т. И. Бичи. ИСиА Госстроя БССР. **Устройство для изготовления предварительно напряженного железобетонного элемента.**

№ 1054529. Ю. А. Павлов, Н. П. Ваугский, Б. И. Петраков и др. **Способ возведения железобетонных складчатых сооружений.**

* См.: Открытия, изобретения, 1983.

ВНИМАНИЮ

руководителей строительно-монтажных организаций, учебных комбинатов, учреждений профтехобразования!

Стройиздатом подготовлена к изданию серия плакатов «Шаги бригадного подряда».

На 20 плакатах показаны пути широкого распространения и повышения эффективности бригадного подряда, раскрыто содержание наиболее прогрессивной его формы — сквозного поточного бригадного подряда. Рассказывается о передовом опыте внедрения бригадного подряда в жилищном строительстве на Таллинском ДСК Минстроя СССР, московских ДСК Главмостроя, Белоцерковском ДСК Минпромстроя СССР, в промышленном строительстве на строительстве цеха белой жести Карагандинского металлургического комбината, Ждановского металлургического комбината и Старооскольского электрметаллургического завода, фабрики апатитнефелиновой руды в г. Апатиты, на строительстве сельскохозяйственных объектов в тресте Витебксельстрой Минсельстроя БССР, на комплексно-механизированных земляных работах в производственном объединении Камгэсэнергострой Минэнерго СССР.

Серия плакатов предназначена для оформления красных уголков, стендов по экономической учебе, оборудования учебных комбинатов и классов в школах коммунистического труда.

Выпуск в свет намечен во II полугодии 1984 г. По мере выхода из печати плакаты будут направляться в соответствии с Вашим заказом наложенным платежом.

Заказ следует направлять по адресу: 101442, Москва, Каляевская ул., 23а, Стройиздат, отдел распространения.