

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

**10·1981**



## Жилые дома повышенной этажности с комплексным применением легкого бетона

Архитектурно-планировочной мастерской им. В. А. Веснина Мосгражданпроекта совместно с отделом легкобетонного домостроения ЦНИИЭП жилища разработаны техно-рабочие проекты двух- и четырехсекционных 16-этажных домов с комплексным применением керамзитобетона.

Применяемые в 5- и 9-этажных домах легкобетонные конструкции обладают большим запасом прочности, в связи с чем их можно использовать в домах повышенной этажности — от 16 до 25 этажей.

В 16-этажных домах сохранены основные архитектурно-планировочные и конструктивные решения домов серии 99, за исключением решения лестнично-лифтовой узла и торцевых квартир, и приняты те же поперечные и продольные конструктивные шаги (поперечные — 3 и 3,6 м; продольные — 5,1 и 6,6 м), та же толщина несущей части панелей перекрытий — 10 см и высота этажа — 2,8 м.

Основная номенклатура керамзитобетонных крупнопанельных конструкций 16-этажных домов включает:

однослойные несущие стены толщиной 27 см размером на одну или две комнаты из керамзитобетона марки 100 в нижних четырех этажах и марки 75 — выше;

внутренние несущие межквартирные стены на всех этажах и межкомнатные стены в нижних пяти этажах толщиной 20 см из керамзитобетона марки 150;

внутренние несущие межкомнатные стены (выше пятого этажа) толщиной 12 см из керамзитобетона марки 200. При надежно организованном контроле производства для верхних восьми этажей можно выполнять панели из керамзитобетона марки 150, что обеспечивает значительную экономию цемента;

комплексные междуэтажные панели перекрытия акустически раздельного типа, размером на конструктивную ячейку, опирающиеся по контуру. Эти конструкции включают несущую панель сплошного сечения толщиной 10 см из керамзитобетона марки 150, звукоизоляционный слой толщиной не менее 25 мм (в обжатом состоянии), основание пола толщиной 40 мм из керамзитобетона марки 100. Несущие элементы перекрытия с консольными плитами балконов и лоджий армируются в двух направлениях предварительнонапряженными стержнями с шагом 40 см и более.

Экспериментальное проектирование 16-этажного жилого дома серии 99 с комплексным применением керамзитобетона показало, что по сравнению с 16-этажным домом серии П.3/16 расход бетона в нем снижен на 13%, стали — на 40%, цемента — на 23%, стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади — более чем на 15%. Полученная технико-экономическая эффективность достигнута за счет снижения массы дома (на 40%), использования наружных стен в качестве несущих, дифференциации толщин внутренних стен и снижения в них марки бетона с М300 до М150, а также вследствие применения комплексных предварительнонапряженных панелей перекрытий и покрытий.

Одновременно с проектом 16-этажного керамзитобетонного дома в ЦНИИЭП жилища разработан проект 16-этажного дома с комплексным применением шлакопемзобетона для строительства в Липецке. Его технико-экономические показатели также подтвердили эффективность применения легкого бетона в домах подобной этажности.

Специалисты архитектурно-планировочной мастерской им. В. А. Веснина и ЦНИИЭП жилища выполнили технический проект 25-этажного крупнопанельного экспериментального жилого дома с комплексным применением керамзитобетона для строительства в Куйбышеве.

В основе его планировки лежит схема «трилистника», позволяющая создать выразительное объемное решение и обеспечивающая пространственную жесткость дома. Конструктивная схема здания решена с несущими поперечными и продольными стенами, с опиранием перекрытий по контуру. Каждый из трех отсеков рассматривается как пространствен-

но работающая конструкция, составленная из системы замкнутых жестких коробок, воспринимающих вертикальные и горизонтальные нагрузки. В основе планировочной схемы жилой части дома лежат принятые в серии 99 шаги поперечных (3 и 3,6 м) и продольных (5,7 и 6,6 м) стен.

Основные конструктивные элементы 25-этажного жилого дома решены аналогично с конструкциями массовых типов жилых домов серии 99. Однако некоторые конструкции подверглись изменениям.

Панели наружных стен нижних этажей толщиной 27 см приняты из керамзитобетона марки до 150, объемная масса в сухом состоянии — 1050 кг/м<sup>3</sup>, начальный модуль упругости  $E_0 = 90\,000$  кг/см<sup>2</sup>. Панели из такого керамзитобетона удовлетворяют предъявляемым к ним теплотехническим требованиям.

Для междуэтажных перекрытий применены комплексные панели. Контурное опирание перекрытий и наличие защитного слоя бетона толщиной 3 см (до центра основной рабочей арматуры) позволяют по условиям огнестойкости использовать такие конструкции в высотных жилых домах (16—25 этажей).

Межквартирные стены приняты толщиной 200 мм во всех этажах, межкомнатные — в нижних 15 этажах, причем в первых трех этажах из керамзитобетона марки 200, выше — марки 150. Выше 15-го этажа межкомнатные панели приняты толщиной 120 мм, из керамзитобетона марок 200—150.

Проектирование 25-этажного крупнопанельного жилого дома подтвердило рациональность применения легкого бетона во всех конструкциях домов повышенной этажности. При рассмотренной конструктивной системе (с узким шагом поперечных несущих внутренних стен и панелями перекрытий, опертыми «по контуру») в домах повышенной этажности для несущих конструкций не требуется применять керамзитобетон марки выше 200. За счет значительного снижения массы конструкций дома из легкого бетона (на 45%, или более чем на 10 тыс. т по сравнению с аналогичным домом из тяжелого бетона) снижаются его материалоемкость и стоимость (более чем на 30%).

Дополнительная эффективность в домах выше девяти этажей достигается более полным использованием несущей способности легкобетонных межквартирных стен толщиной 18—20 см, которая принимается из условия обеспечения нормативной звукоизоляции от воздушного шума, а также существенного снижения нагрузок на фундамент в легкобетонных домах повышенной этажности.

Анализ уровня приведенных затрат по комплексу изделий для домов в 5, 9 и 16 этажей, проведенный отделом экономики ЦНИИЭП жилища, свидетельствует о возрастании экономической эффективности легкобетонного домостроения при повышении этажности.

Анализ стоимостных показателей 5-, 9-, 16- и 25-этажных керамзитобетонных домов, запроектированных на основе архитектурно-планировочных и конструктивных решений серии 99, свидетельствует о тенденции относительного снижения их стоимости при увеличении этажности по сравнению с домами из тяжелого бетона. Так, стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади в керамзитобетонных 5-этажных домах составляет около 98 р., в 9-этажных — около 95 р., 16-этажных — 116 р., в 25-этажных — 122 р. Стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади в аналогичных домах из тяжелого бетона составляет соответственно 100, 98, 140 и 170 р.

Достигаемая эффективность является результатом реализации теплотехнических и прочностных свойств легких бетонов в наружных и внутренних стенах и перекрытиях, повышения заводской готовности панелей, сокращения в них расхода бетона и стали, снижения массы здания, уменьшения количества монтажных элементов и трудозатрат.

Адрес для справок: 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9, корп. Б, ЦНИИЭП жилища, тел. 216-33-75.

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

## Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

*Кудревич Р. А.* О новом преискуранте на железобетонные изделия . . . . . 2

**Трибуна соревнующихся**

*Ермаков А. А., Завойский А. К.* Юбилей Киевского ДСК № 1 . . . . . 3

**Конструкции**

*Спивак Н. Я., Стронгин Н. С., Астахов В. И., Штейман Б. И.* Легкобетонные конструкции безрулонной крыши с теплым чердаком . . . . . 5

*Ривкин А. М., Лапочкина А. Ф., Руф Л. В., Минин И. И.* Сталежелезобетонные стропильные фермы . . . . . 7

*Чиненков Ю. В., Волков И. В., Селютина Л. Ф.* Использование высокопрочной арматуры в несущих конструкциях из шлакопемзобетона . . . . . 8

*Пецольд Т. М., Тарасов В. В., Шуберт И. М., Гершанок Р. А., Зикеев Л. Н., Сулак К. С.* Эстакады с центрифугированными стойками кольцевого сечения . . . . . 10

*Подгорный И. Р.* Совершенствование конструкций природоохранных объектов . . . . . 12

*Балбура А. Н., Шгалтовный В. А.* Несущая способность внецентренно-сжатых колонн из мелкозернистого бетона . . . . . 14

**Бетоны**

*Гольденберг Л. Б., Оганесянц С. Л.* Влияние добавок на свойства песчаных бетонов . . . . . 15

*Попова О. С.* Бетоны с добавками водорастворимых смол . . . . . 16

*Патуров В. В., Путляев И. Е.* Особолегкие полимербетоны . . . . . 18

*Пинус Б. И., Семенов В. В., Гузев Е. А.* Предельные деформации бетонов, подвергнутых циклическому замораживанию и оттаиванию . . . . . 19

*Шукуров Г. Ш.* Теплофизические свойства легких бетонов . . . . . 20

**Заводское производство**

*Горенштейн И. В., Афанасьева М. А., Труханова И. М., Цепляева Л. Ф., Митник Г. С.* Зависимость качества бетона от динамики обшивки формы . . . . . 21

*Дмитриев П. Н., Мешкова Л. А., Выгонский Л. И.* Опыт применения металлокерамики на складе цемента . . . . . 23

**Строительное производство**

*Рабинович Ф. Н., Черномаз А. П., Курбатов Л. Г.* Монолитные днища резервуаров из сталефибробетона . . . . . 24

**В помощь проектировщику**

*Горшкова В. М.* Работа шарнирного стыка колонн на поперечную силу . . . . . 25

**Долговечность**

*Васильев Н. М.* Влияние нефтепродуктов на сцепление бетона с арматурой . . . . . 27

**В порядке обсуждения**

*Сизов В. П.* О несовершенстве стандартов на цемент . . . . . 28

**Зарубежный опыт**

*Гаранин В. Н.* Обрушение «Конгрессшалле» в Западном Берлине . . . . . 29

**Информация**

*Трамбовецкий В. П.* Международное научное сотрудничество в области железобетона . . . . . 30

10

(319)

октябрь 1981



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© Стройиздат, 1981



УДК 691.328(083.78)

Р. А. КУДРЕВИЧ, инж. (НИИЭС)

## О новом прейскуранте на железобетонные изделия

С 1 января 1982 г. вводится в действие Прейскурант № 06-08 «Оптовые цены на железобетонные изделия», часть 1.

Основными причинами его введения послужили изменения нормативно-технической документации на базе научно-технического прогресса, снятие с производства значительного количества устаревших конструкций, изменения оптовых цен на материалы (сталь арматурную, цемент, щебень, песок, утеплители и т. д.), топливно-энергетические ресурсы, тарифов на автомобильные перевозки и др.

Разработка новых оптовых цен осуществлена на базе отчетных данных о себестоимости и рентабельности сборного железобетона, поступивших от 1500 предприятий, как в целом по предприятиям, так и по укрупненной номенклатуре изделий.

При разработке прейскуранта тщательно проверялся уровень себестоимости сборного железобетона по отдельным регионам, имея в виду недопустимость включения в нее непроизводительных расходов и потерь, завышения норм расхода топливно-энергетических и других материальных ресурсов, а также трудовых затрат. В прейскурант включалась номенклатура изделий только по утвержденной в установленном порядке и действующей в настоящее время нормативно-технической документации, и не допускалось включение изделий, выпускаемых по устаревшей документации. Ставилась задача усилить экономическую заинтересованность предприятий в повышении эффективности производства и качества продукции; более полно отразить в себестоимости расходы на социальное страхование рабочих и служащих; создать условия для дальнейшего совершенствования хозяйственной деятельности предприятий и выполнения планов по номенклатуре выпускаемой продукции.

В новый прейскурант включена номенклатура железобетонных изделий, предусмотренная действующим ГОСТом, техническими условиями (срок действия которых не истекает до 1982 г.), каталогами унифицированных изделий, утвержденными Госстроем СССР, Госспражданстроем, министерствами (ведомствами). Железобетонные изделия, исключенные постановлениями Госстроя СССР из числа действующих, в номенклатуру изделий прейскуранта не включены. Перечень изделий приведен в приложении к прейскуранту.

Значительных изменений в построении прейскуранта не произошло, почти все его разделы сохранены без изменения.

Претерпели частичные изменения лишь построения самих разделов. Например, балки, прогоны, ригели — такие конструкции вынесены из разделов по видам строительства в раздел «Изделия общего назначения». Каждый раздел имеет свою нумерацию, чтобы было удобнее пользоваться выпусками дополнительных прейскурантов.

Наибольшим изменениям подверглись «Общие указания» к прейскуранту, регламентирующие порядок применения установленных цен, надбавок и скидок. Так, при вывозе железобетонных изделий по железнодорожным подъездным путям установлен порядок оплаты потребителями (сверх оптовых цен) работ по подаче вагонов на подъездные пути и их уборке, порядок определения тарифов на транспортирование изделий силами не транспортных организаций. Стоимость перевозки железобетонных изделий по подъездным путям, находящимся на балансе предприятия-изготовителя, определяется исходя из средней стоимости перевозки 1 т груза. Последняя определяется на основе стоимости годового содержания подъездных путей, учтенной в техпромфинплане предприятия, и общего объема перевозимых грузов, включая доставляемые на предприятие материалы и готовую продукцию. Этот вновь установленный порядок повышает заинтересованность предприятий-изготовителей в использовании имеющихся железнодорожных веток для вывоза готовой продукции, что способствует экономии автомобильного транспорта.

На все изделия, изготавливаемые по отменным Госстроем СССР сериям, к оптовым ценам введен понижающий коэффициент 0,9, что стимулирует снятие с производства устаревших конструкций. Понижающий коэффициент установлен к полной стоимости изделий, включая стоимость арматуры, закладных деталей, поправок на марку бетона и других надбавок и скидок, предусмотренных прейскурантом. Перечень серий, отмененных Госстроем СССР не менее трех лет назад, приводится в приложении к прейскуранту. В разделах прейскуранта наряду с оптовыми ценами, установленными за штуку, приведены цены за 1 м<sup>3</sup>, по которым можно расценить отмененные конструкции с применением понижающего коэффициента.

Изменен порядок оплаты заказываемых мелкими партиями изделий (50 шт. и менее), изготавливаемых в течение квартала в одних и тех же опалубочных формах.

Если в действующем прейскуранте

надбавки за мелкосерийность применялись только к нетиповым изделиям, а размер заказа определялся в 100 шт., то в новом прейскуранте надбавки за мелкосерийность применяются независимо от того, типовое или нетиповое заказывается изделие. При этом размер надбавок значительно повышен: 40% при заказе до 10 шт. и 30% при заказе более 10 шт. (до 50 включительно). Эти надбавки установлены также к полной стоимости изделий.

Помимо Общих указаний, введены Указания по применению оптовых цен и Технические правила. В них даются разъяснения, связанные с определением площади и размеров изделий, сокращением в названиях марок, разделением металлических деталей на закладные и анкерные, а также с другими вопросами, вызывающими много споров при расчетах поставщиков с покупателями.

Если говорить о стимулировании производства прогрессивных изделий, а также изделий повышенной степени заводской готовности, то в этой части новый прейскурант в значительной мере отличается от действующего ныне. Расширена номенклатура изделий массового применения, где цены установлены на потребительские единицы измерения (штука, квадратный метр, метр). Этому немало способствовали активизировавшаяся в последние годы работа по стандартизации железобетонных изделий, пересмотр устаревших и разработка новых ГОСТов. При этом положительную роль сыграл тот факт, что в ГОСТах в большей или меньшей степени стали находить отражение требования, связанные с ценообразованием — конкретные марки изделий, технико-экономические показатели, требования к отделке наружных поверхностей и т. п. Так, благодаря введению новых ГОСТов появилась возможность установить цены на потребительские единицы измерения взамен действующих цен на 1 м<sup>3</sup>: на свай общего назначения — за метр в зависимости от длины и периметра сторон (ГОСТ 19804.0—78; 19804.1—79; 19804.2—79; 19804.4—78); на лотки для водохозяйственного строительства — за метр в зависимости от высоты лотка (ГОСТ 21509—76); за штуку — на опоры для наружного освещения и контактной сети городского электрифицированного транспорта (ГОСТ 21052—75) и т. д.

Установление оптовых цен на лотки и свай за потребительскую единицу измерения взамен цен за 1 м<sup>3</sup> стимулирует производство наиболее эффективных напряженных изделий, в которых расход металла сокращен почти вдвое,

Таблица 1

Наименование показателей	% удорожания	На 1 м <sup>3</sup> железобетона	
		р. к.	% Удорожания к себестоимости
Общее удорожание	30,9	9,2	17
В том числе:			
сырье:			
цемент	25,7	1,81	3,1
сталь	27,2	3,4	5,9
щебень естественный	17,8	0,82	1,8
гравий керамзитовый	23,4		
песок природный	24,3	0,14	0,4
песок керамзитовый	28,9		
топливо:			
уголь	34	0,31	0,8
газ	35		
мазут	13		
Теплоэнергия	91	1,9	3,2
Электроэнергия	15	0,1	0,2
Тарифы на автомобильный транспорт и прочие материалы	—	0,2	0,5
Отчисления на соцстрахование	84,5	0,52	1,1

Если же указанные изделия реализовывать по оптовым ценам за 1 м<sup>3</sup>, когда цена изделия зависит от расхода и стоимости арматуры, заводам-изготовителям станет невыгодно производить преднапряженные конструкции. Ведь в этом случае значительно сокращается расход арматуры и снижается цена, завод теряет на выполнении плана по товарной и валовой продукции.

Методика построения оптовых цен в новом прейскуранте способствует производству менее материалоёмкой продукции. Сумма прибыли в оптовых ценах нового прейскуранта исчислена не к полной себестоимости изделий, а к себестоимости за вычетом прямых материальных затрат (основных и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии). Таким образом, размер прибыли по отдельным видам продукции определяется в зависимости от того, какой собственно труд затратило предприятие на изготовление того или иного изделия.

Размер рентабельности, % к полной себестоимости	По отчету за 1978 г.				По новому прейскуранту			
	Число регионов	% к итогу	Объем производства, тыс. м <sup>3</sup>	% к итогу	Число регионов	% к итогу	Объем производства, тыс. м <sup>3</sup>	% к итогу
Свыше 40	2	1,3	397,9	0,5	—	—	—	—
От 30,1 до 40	1	0,6	116,2	0,1	—	—	—	—
» 20,1 » 30	4	2,6	956,3	1,1	27	17,2	17332,1	19
» 15,1 » 20	6	3,8	2161,4	2,6	59	37,6	39846,2	43,7
» 10,1 » 15	19	12,2	12704,9	15,2	54	34,4	29352,6	32,2
» 5,1 » 10	42	26,9	29924	35,9	11	7	3871,3	4,1
Свыше 0 до 5	40	25,6	24324,5	29,2	3	1,9	405,5	0,5
Убыточные	42	26,9	12823,7	15,4	3	1,9	378	0,5
<b>Итого</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>83408,9</b>	<b>100</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>91183,7</b>	<b>100</b>

Оптовые цены дифференцированы по 11 поясам вместо действующих в настоящее время 12 поясов. Это вызвано тем, что оптовые цены для предприятий Мосгорисполкома, отнесенные в действующем прейскуранте к I поясу, выделены в особую часть прейскуранта (ч.II). Кроме того, в пояском делении

для ряда областей предусмотрена система повышающих либо понижающих коэффициентов к отдельным разделам прейскуранта, тем самым уровень оптовых цен приближен к фактическим издержкам производства при заданном нормативе рентабельности. Кроме того, для предпринимательской системы Министерства сельского строительства СССР, для ряда областей предусмотрены временные повышающие коэффициенты с ограниченным сроком действия — до 1.01.1984 г. Это вызвано в основном существенным техническим перевооружением, проводимым на этих предприятиях, недоиспользованием проектных мощностей, высокой стоимостью производственных фондов на 1 р. товарной продукции при заниженном объеме выпуска и чрезмерно большой номенклатурой выпускаемой продукции на каждом заводе и другими факторами, что привело к существенному повышению себестоимости и снижению рентабельности.

Исходя из нового норматива прибыли, установленного в размере 12% к среднегодовой стоимости производственных фондов вместо ныне действующих 10%, определена общая масса прибыли для промышленности сборного железобетона, а распределение ее по отдельным регионам и номенклатуре изделий произведено пропорционально себестоимости за вычетом прямых материальных затрат. Оптовые цены обеспечивают рентабельность к полной себестоимости 15,4%, а к себестоимости за вычетом прямых материальных затрат — 39,3%.

Удорожание сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, а также повышение отчислений на социальное страхование в пересчете на 1 м<sup>3</sup> железобетона характеризуются следующими данными (см. табл. 1).

За счет увеличения норматива прибыли оптовые цены повышены на 4,5%, а за счет ликвидации низкой рентабельности производства — примерно на 9%. В результате введения нового прейскуранта значительно сокращается количество убыточных и малорентабельных регионов, что соответствует требованиям, предъявляемым к новым ценам.

Таблица 2

Рентабельность (в %) к полной себестоимости по регионам распределяется по табл. 2.

Дальнейшее совершенствование оптовых цен на железобетонные изделия будет осуществляться по мере утверждения ГОСТа и технических условий на продукцию.

## Трибуна состязующихся

УДК 69.002.2:725/728.001.4

А. А. ЕРМАКОВ, начальник ДСК № 1;  
А. К. ЗАВОЙСКИЙ, гл. инженер

## Юбилей Киевского ДСК № 1

Исполнилось 20 лет Киевскому ордену Трудового Красного Знамени имени 60-летия комсомола Украины Домостроительному комбинату № 1. Комбинат достиг проектной мощности 580 тыс. м<sup>2</sup> приведенной жилой площади в год.

Коллектив комбината прошел все этапы развития индустриальной базы домостроения в Киеве. Последовательно осваивались все новые серии жилых домов, каждая из которых поднимала полносборное домостроение на новую ступень развития. В 1960 г. ввод жилья составлял 24,2 тыс. м<sup>2</sup>, а выпуск сборных железобетонных изделий был равен 18,2 тыс. м<sup>3</sup>; в 1976—1980 гг. эти показатели соответственно равны 2977 тыс. м<sup>2</sup> и 1847 тыс. м<sup>3</sup>. В настоящее время выпускаются 16-этажные жилые дома серии БПС-6 (200 тыс. м<sup>2</sup>) и 9-этажные серии 96к (380 тыс. м<sup>2</sup> в год).

Совершенствовалась производственная база комбината, состоящая из двух заводов железобетонных изделий мощностью 390 тыс. м<sup>3</sup> в год и управления комплектации. Завод железобетонных конструкций № 1 практически полностью обновил свои производственные фонды. Только за годы десятой пятилетки на заводах № 1 и 2 на реконструкцию и модернизацию производства израсходовано около 6 млн. р. В одиннадцатой пятилетке в реконструкцию заводов и строительство базы УПТК будет вложено свыше 5 млн. р.

В строительном производстве все эти годы широко использовались методы поточного строительства, работа по обязательным технологическим правилам (ОП). На комбинате зародилась и получила развитие новая форма бригадного подряда — участково-бригадный подряд. Предусматривается одновременный переход на подряд всех общестроительных бригад, работающих на возведении жилого дома в составе соответствующего производственного участка. Руководитель участка строительства надземной части здания от имени подчиненных ему бригад и звеньев заключает двусторонние договоры с администрацией СМУ. Таким образом, цепочка хозяйственных отношений прямо или косвенно охватывает всех участников строительства объекта.

В настоящее время на комбинате по

методу участково-бригадного подряда трудятся свыше 86% всего состава.

В социалистическом соревновании участвуют все бригады, цехи, заводы ЖБК и строительно-монтажные управления, что позволяет обеспечить выполнение производственного плана и принятых соцобязательств. В коллективе выросли знатные строители — Герои Социалистического Труда тт. Г. И. Донец, И. И. Бушма; заслуженные строители УССР тт. В. С. Артеменко и И. П. Шомин; кавалер ордена Ленина А. С. Коханец и многие другие.

Совершенствовалась и обновлялась заводская технология, модернизировалось оборудование. Ликвидированы ямные пропарочные камеры как не удовлетворяющие санитарно-гигиеническим условиям работы, реконструированы и переведены на горизонтально-замкнутые конвейерные линии с пропарочными камерами. Линии оснащены стандартными поддонами-вагонетками, бетоноукладчиками и затирочными машинами. Для уплотнения бетона установлены вибростолы СМЖ-280 с горизонтально направленными колебаниями. Все это позволило повысить культуру производства, производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Впервые в стране на комбинате освоена технология изготовления железобетонных санитарно-технических кабин типа «колпак» на установках ФУК-1,2, обеспечивающих двукратную оборачиваемость формовочного оборудования в смену. По аналогичной технологии выпускаются также объемные элементы тубингов лифтовых шахт, аттестованных на государственный Знак качества. Всего на комбинате в 1981 г. будет выпущено по высшей категории качества продукции на сумму свыше 1 млн. р.

В цехе по изготовлению наружных стеновых панелей действует оригинальный конвейер для их доводки и комплектации, обеспечивающий надежность работы и высокую степень сохранности отделанных поверхностей.

За годы прошедшей пятилетки рационализаторами и изобретателями комбината разработано и внедрено 1499 рационализаторских предложений и 38 изобретений, экономический эффект от их внедрения исчисляется суммой более 3 млн. р.

Арматурное производство оснащено более производительным оборудованием, изготовленным на комбинате. Под руководством рационализатора механика арматурного цеха т. В. А. Писанко созданы станки-автоматы для выпуска двухветвевых, а также машины для сборки пространственных каркасов внутренних стеновых панелей и перекрытий. Экономический эффект от внедрения машин составил свыше 28 тыс. р.

При изготовлении закладных деталей применяется рельефно-точечная сварка и приварка под флюсом стержней с анкерными головками. Экономия металла составляет 81 т. В одном из цехов работает цепной подвесной конвейер непрерывного действия для доставки арматурных каркасов к постам формования.

Наименование показателей	Типы домов						
	Т-1	Т-2	Т-3	Т-4	Т-5	Т-6	Т-7
Общая приведенная площадь, м <sup>2</sup>	5764	5069	5764	6478	5764	6158	6458
Число квартир	95	79	95	111	95	111	111
В том числе:							
1-комнатных	15	15	15	15	15	15	15
2-комнатных	48	32	48	64	48	64	64
3-комнатных	16	—	16	32	16	32	32
4-комнатных	16	32	16	—	16	—	—

С 1972 г. одни из первых в стране заводы ЖБК ДСК № 1 совместно с ЦНИЛ Главкиевгорстроя внедрили статистический контроль прочности и однородности бетона, что позволило снизить расход цемента более чем на 5 тыс. т в год. Высокая однородность бетона по прочности позволила аттестовать выпускаемые заводами товарные бетонные смеси по высшей категории качества.

На заводах применяют неразрушающие методы испытаний бетона. Кроме того, в 1980 г. внедрена система контроля прочности, жесткости и трещиностойкости ряда конструкций по результатам испытаний их основных параметров неразрушающими методами. Эта система контроля позволила отказаться от испытаний изделий нагружением. Годовой экономический эффект от внедрения системы только для одного типа конструкций — панелей перекрытий — составляет 32 тыс. р.

Коллектив комбината разработал и осуществил программу организационно-технических мероприятий по повышению эффективности производства и улучшению качества строительства. В 1979 г. на заводах разработано свыше 50 стандартов, завершена разработка проекта комплексной системы управления качеством продукции (КСУКП), которая была успешно внедрена. В 1980 г. после внедрения 29 стандартов предприятия была принята и комплексная система контроля качества строительно-монтажных работ (КСУ КСМР).

Средний уровень домов, сдаваемых на «хорошо» и «отлично», за пятилетку составил 87,5%.

Одиннадцатая пятилетка для коллектива комбината должна стать качественно новым этапом в развитии и решении социальных задач, поставленных XXVI съездом КПСС, — последовательно улучшать жилищные условия советских людей, повысить комфортность жилищ и уровень благоустройства. Такая серьезная задача потребовала коренного пересмотра вопросов проектирования и строительства крупнопанельных жилых домов. Главкиевпроект совместно с комбинатом на основании новых архитектурных и конструктивно-технологических принципов разработал систему, обеспечивающую достаточно широкий диапазон архитектурно-конструктивных решений жилых домов и стабильность заводского производства.

На основе этой системы создана серия 16-этажных жилых домов Т-1—Т-7, сос-

тоящая из пяти типов укрупненных объемно-планировочных элементов. Стабильное производство изделий всей номенклатуры на ДСК обеспечивается выпуском 20 домов типа Т-4 и 12 домов типа Т-1.

Для конструктивных решений зданий характерен единый конструктивный шаг поперечных стен — 3,6 м; применение наружных стен с передачей нагрузки от перекрытий на внутренние стены; безрулонная кровля с вентиляционными коробами в пространство чердака и т. д. Первый дом этой серии был сдан в эксплуатацию в IV квартале 1980 г. (табл. 1, 2). К выпуску домов новой серии готовится завод ЖБК № 1 комбината.

Таблица 2

Площадь квартир	Жилая, м <sup>2</sup>	Полезная, м <sup>2</sup>
1-комнатных	17,83	33,83
2-комнатных	28,05	49,81
3-комнатных	43,71	66
4-комнатных	53,49	77,55

Производство внутренних стеновых панелей и перекрытий будет организовано на двух вибропротатных станах БПС-6; наружных стеновых панелей — на наклонно-замкнутой конвейерной линии; доборные изделия будут изготавливаться на двух реконструированных конвейерных линиях; лотковые элементы безрулонной кровли — в стеновых формах.

Монтаж домов осуществляется башенными кранами КБ-674 увеличенной грузоподъемности, что позволило укрупнить элементы и повысить уровень индустриализации строительства.

За успешное выполнение условий социалистического соревнования по итогам за 1980 г. и десятую пятилетку коллектив комбината награжден переходящим Красным знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ и Памятным знаком «За высокую эффективность и качество работы в X пятилетке».

Разработанные в коллективе комбината инженерно-экономические мероприятия, высокий уровень социалистического соревнования и последовательно осуществляемый план социального развития являются гарантией успешного выполнения решений XXVI съезда КПСС и больших социальных задач одиннадцатой пятилетки в целом.

УДК 624.691.327:666.973.012.45

Н. Я. СПИВАК, Н. С. СТРОНГИН, кандидаты техн. наук;  
В. И. АСТАХОВ, Б. И. ШТЕЙМАН, инженеры (ЦНИИЭП жилища)

## Легкобетонные конструкции безрулонной крыши с теплым чердаком

В массовом жилищном строительстве все большее распространение получают конструкции крыши с теплым чердаком. Их собирают из крупноразмерных панелей (рис. 1), наиболее сложными из которых являются элементы покрытия и водосборные лотки.

Панели покрытия пролетом до 6—7 м опираются обычно по двум сторонам на фризовые (парапетные) панели и на лотки. В этих конструкциях не допускается образование и раскрытие трещин от действия внешних нагрузок и знакопеременных воздействий от суточных и сезонных колебаний температуры.

Условия эксплуатации безрулонных кровель требуют, чтобы панели и лотки были практически водонепроницаемы. Это необходимо для выполнения основной гидроизоляционной функции крыши, а также для противодействия размораживанию бетона, которое возможно в насыщенном водой состоянии.

Масляное или окрасочное покрытие безрулонной кровли должно способствовать локализации возможных дефектов неоднородности структуры и микротрещинообразования. В то же время панели покрытия и лотков должны обеспечивать сопротивление теплопередаче при расчетной разности температур наружного воздуха и воздуха чердака в зимнее время (7—12°C).

В связи с этими требованиями крыши с теплым чердаком обычно конструируют трехслойными из тяжелого бетона марок М300—М400 со средним слоем из эффективного утеплителя, разработанного МНИИЭП для домов серии П-3/16.

Особый интерес представляют однослойные конструкции крыши с безрулонной кровлей над теплым чердаком, предложенные ЦНИИЭП жилища. Исследованиями установлены структуры керамзитобетона, шлакопемзобетона, шунгизитобетона и других бетонов на пористых заполнителях, обеспечивающие эксплуатационные физико-технические требования: марка бетона по прочности на сжатие М250—М300; марка бетона по прочности на осевое растяжение не менее Р-20; сопротивление водонепроницанию по методике ЦНИИЭП жилища [1]  $R_w \geq 2 \text{ см/г}$ ;  $\lambda \leq 0,52 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;  $M_{рз} \geq 250$ .

Используя вариантное структурообразование и специальную методику определения и оценки свойств, были найдены соответствующие параметры и составы легкобетонных смесей (см. таблицу). При этом наиболее сложной оказалась задача обеспечения сопротивления водонепроницанию шлакопемзобетона, обладающего преимущественно капиллярной по-

ристостью и стекловатой структурой вещества, допускающей сквозную фильтрацию воды даже при однородной структуре бетона.

По требованиям водонепроницаемости шлакопемзобетона и теплопроводности целесообразно к портландцементу добавить молотый гранулированный шлак.

В процессе конструирования панелей покрытия проверили модификации составов легкого бетона марок М300 и М200. Толщину панели покрытия и днища лотка определяли по требуемому сопротивлению теплопередаче  $R_0^{TP}$ . По этому условию высота сечения составила 16—18 см. Однако при пролете 6 м по условию прогиба, который для безрулонных покрытий рекомендуется принимать  $\frac{1}{300}l$ , она недостаточна, поэтому при

высоте сечения менее 20 см приходится применять преднапрягаемую стержневую арматуру. Опыт показал, что она не содействует закрытию трещин, образующихся на верхней поверхности панели в процессе изготовления, транспортировки и монтажа. При увеличении высоты сечения до 20—22 см повышается сопротивление теплопередаче, что в некоторых случаях имеет весьма важное значение, а масса панелей и расход арматуры остаются практически постоянными. Под

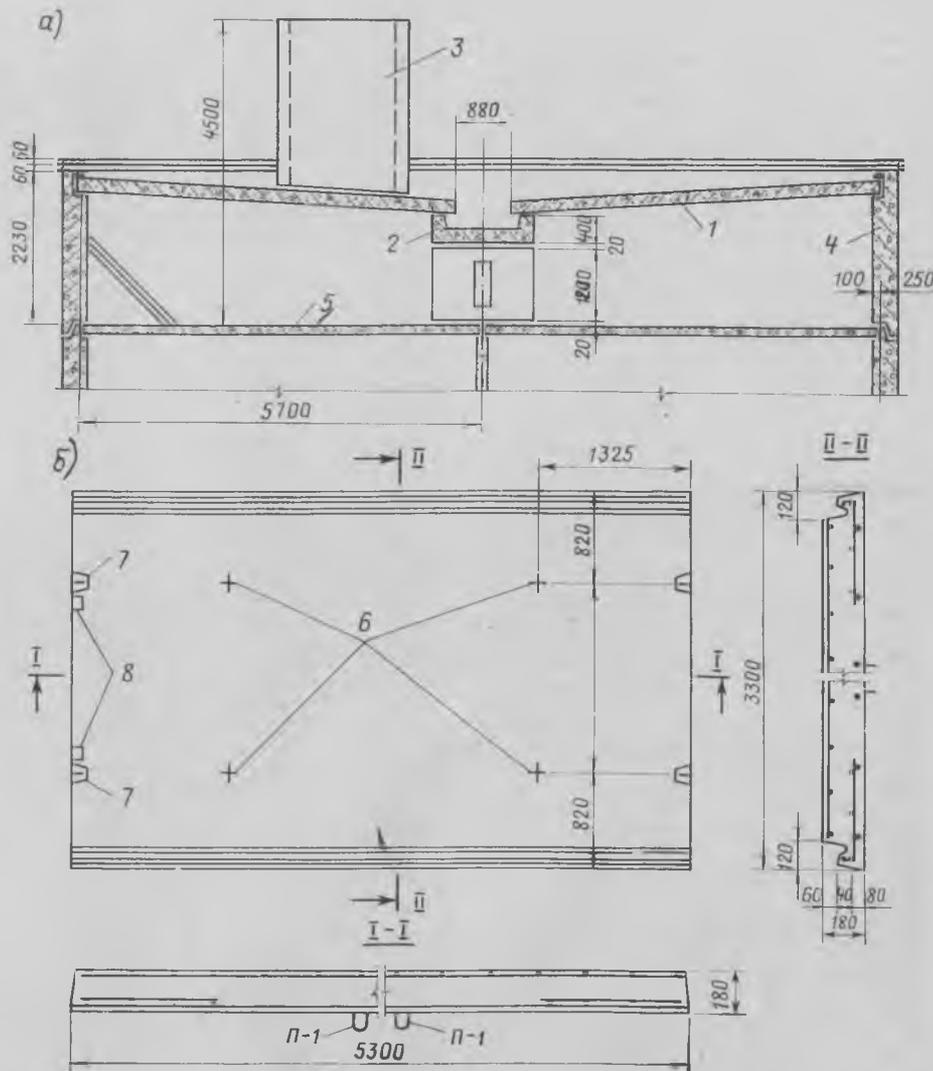


Рис. 1. Конструктивная схема крыши для жилых домов серии 94 (г. Кривой Рог)

а — поперечный разрез крыши; б — однослойная панель покрытия; 1 — панель покрытия; 2 — водосборный лоток; 3 — вентиляционная шахта; 4 — фризовая панель; 5 — панель перекрытия верхнего этажа; 6 — П-1; 7 — П-2; 8 — закладные детали

Агрегативно-структурный фактор М+К	Заполнитель	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетона							γ <sub>с</sub> , кг/м <sup>3</sup>	γ <sub>в</sub> , Вт/(м× ×К)
		фракции заполнителей			цемент марки М400, кг	моло-тый шлак, кг	ГКЖ-11, кг	вода, л		
		0—5	5—10	10—20						
0,8	Шлаковая пемза	920* 950	230* 185	—	300	300	0,18	255	1800	0,5
0,61	Керамзит	690 455	425 195	—	450	—	0,1	210	1170	0,35
0,33	»	395 327	290 145	570* 285	400	—	0,1	195	1217	0,37
0,39	Шунгизит	575 500	330 178	550 275	400	—	0,1	230	1408	0,45
—	Гранулированный шлак	1140 1330	—	—	300	270	0,16	265	1950	0,46

\* Над чертой — в л, под чертой — в кг.

действием собственной массы и временных полезных нагрузок верхний слой бетона сжат, что вызывает закрытие монтажных, усадочных и случайных трещин. Дополнительное конструктивное преднапряженное армирование панелей в рабочем направлении с расположением арматуры ближе к верхнему слою бетона способствует образованию в этом слое напряжения в двух направлениях.

Сложным вопросом конструирования всех типов панелей крыши является стык между ними. Наиболее распространены стыки панелей с ребрами вверх и накладкой из бетонного нащельника; имеются предложения по конструкции стыка дренажного типа и др.

Учет особенностей технологии производства однослойных панелей и водосборных лотков — важнейшее условие обеспечения эксплуатационной надежности крыши. Необходимо строгое соблюдение пофракционного объемно-мас-

сового дозирования пористых заполнителей, цемента и добавок, введение рабочего раствора гидрофобизирующей добавки ГКЖ-11 непосредственно в бетоносмеситель принудительного действия через 30—90 с после начала перемешивания остальных компонентов смеси при общей продолжительности процесса 180—240 с.

Производство элементов крыши целесообразно выделять в отдельную линию, не связанную с конвейерными технологическими линиями по производству других крупнопанельных элементов. Однако возможен выпуск панелей и лотков крыши на конвейерных линиях по изготовлению наружных стен.

Формование панелей и лотков крыши следует производить в горизонтальном положении верхней поверхностью вниз, что существенно повышает водонепроницаемость и морозостойкость легкогобетонных панелей. Целесообразно применять

уплотнение в комбинации виброплощадки с верхним пригрузом 30—45 г/см<sup>2</sup>, при Ж=30...45 с. Для виброуплотнения применяют утяжеленные корытообразные «утюжки» с одним или двумя вибраторами, перемещающимися с помощью самоходного портала или других средств. Заглаживание поверхности производят лыжным финишером, виброрейкой или вибророллом. Тепловую обработку следует осуществлять с выдерживанием после формирования не менее 4 ч с последующим сухим прогревом. При стендовом производстве необходимо прогреть изделие через поддон и через крышку стенда; температура изотермического прогрева 80—90°С.

Весьма ответственными являются распалубка и кантовка изделий, при которых не должны образовываться трещины на поверхности панелей и отколы стыковых профилей (рис. 2). В заводских условиях после этих операций для создания защитного покрытия (безрулонной кровли) наносят грунтовку и мастику.

Результаты исследований опытных образцов панелей покрытий на прочность, деформативность, трещиностойкость, водонепроницаемость и теплопроводность, проведенных в лабораторных и натуральных условиях, позволили рекомендовать легкогобетонные панели покрытий для крупнопанельных жилых домов высотой 5 этажей и более.

В Укргорстройпроекте (Харьков) в сотрудничестве с ЦНИИЭП жилища разработан экспериментальный проект крыши с однослойными панелями из шлакопемзобетона для 9-этажных зданий, строящихся в Кривом Роге по типовому проекту серии 94 (рис. 3). Образцы этих панелей, изготовленные Криворожским ДСК, представлены на ВДНХ СССР.

Главлипецкстрой совместно с ЦНИИЭП жилища осваивает выпуск шлакопемзобетонных панелей крыши, преднапряженных в двух направлениях, и лотков.

В ЦНИИЭП жилища создан проект крыши с однослойными панелями из шунгизитобетона для 9-этажных домов, строящихся в Архангельске по типовому проекту серии 93. В настоящее время получены опытные образцы панелей и ведется подготовка к их массовому производству.

В Архитектурно-проектной мастерской им. акад. В. А. Веснина Мосгражданпроекта совместно с ЦНИИЭП жилища разработан проект крыши с однослойными панелями из керамзитобетона для 5—9-этажных домов, сооружаемых в Новокуйбышевске по типовым проектам серии 99. Уже изготовлена формооснастка и монтируется технологическая линия.

В г. Фрунзе при строительстве 5—9-этажных жилых домов серии 105 широко используется конструкция крыши из трехслойных панелей покрытия с наружным слоем из плотного керамзитобетона и с утепляющим слоем из крупнопористого керамзитобетона\*. Натурные обследования конструкции в течение двух лет дали положительные результаты [2].

Опыт проектирования и строительства

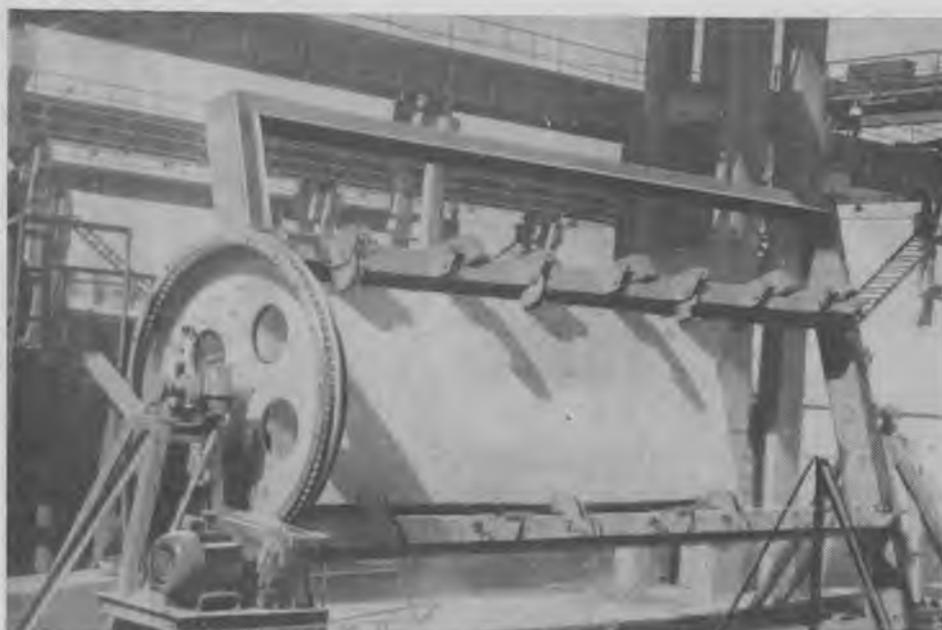


Рис. 2. Кантователь, применяемый на Фрунзенском ДСК для перевода панелей покрытия в рабочее положение

\* А. с. № 759691. Многоэтажное секционное здание/Д. К. Ваулин, П. С. Пономаренко, Н. С. Стронгин, Б. И. Штейман. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № 32.



Рис. 3. Общий вид крыши с безрулонной кровлей и «теплым» чердаком

зданий с рассмотренными типами конструкций крыш показал, что по сравнению с крышами с рулонным покрытием и холодным чердаком удастся добиться снижения расхода трудозатрат до 60%,

стали до 3%, цемента до 10%, бетона до 5%, стоимости до 15%, а также получить экономию топливных ресурсов для 5-этажных домов до 5%, для 9-этажных — до 3%.

УДК 69.024.8

А. М. РИВКИН, канд. техн. наук; А. Ф. ЛАПОЧКИНА, инж. (Мосгипронисельстрой); Л. В. РУФ (НИИЖБ); И. И. МИНИН (Пермоблсельстрой)

## Сталежелезобетонные стропильные фермы

В последние годы в нашей стране значительное развитие получили сталежелезобетонные конструкции, например фермы с железобетонным верхним поясом. Отличаясь от стальных ферм меньшим расходом металла (экономия достигает 20—50%) по сравнению с железобетонными, они обладают в 1,5—2 раза меньшей массой. Изготовление этих конструкций можно осуществить на заводах ЖБИ, сельских строительных комбинатах или комбинатах сельстройиндустрии. Прямоугольная форма сечения железобетонных поясов ферм позволяет организовать производство этих изделий в унифицированной оснастке, снизить расход и стоимость по сравнению с формами для железобетонных ферм.

Мосгипронисельстроем и управлением Пермоблсельстрой Минсельстроя РСФСР совместно с НИИЖБ разработаны, исследованы и внедрены 12 двускатных и односкатных сталежелезобетонных ферм пролетами 18 и 21 м (рис. 1) для сельского строительства.

Фермы предназначены для однопролетных и многопролетных отапливаемых и неотапливаемых одноэтажных зданий со скатной кровлей с уклоном 1:4 под расчетную равномерно-распределенную нагрузку (без учета собственной массы) 30 кН/м.

Рабочие чертежи ферм составляли в соответствии с «Рекомендациями по проектированию, изготовлению и применению сталежелезобетонных ферм в сельскохозяйственном строительстве», разработанными Мосгипронисельстроем

при участии НИИЖБ, ЦНИИСК, НИИЭС и Гипронисельхоза.

Верхние железобетонные пояса сечением 220×360 мм выполнены с технологическим уклоном 4% из бетона марки М400. Пояса армированы сварными каркасами с симметричной рабочей арматурой класса А-III и забетонированы в формах свай, что исключает расходы на изготовление специальной металлической оснастки.

Нижние пояса и растянутые элементы

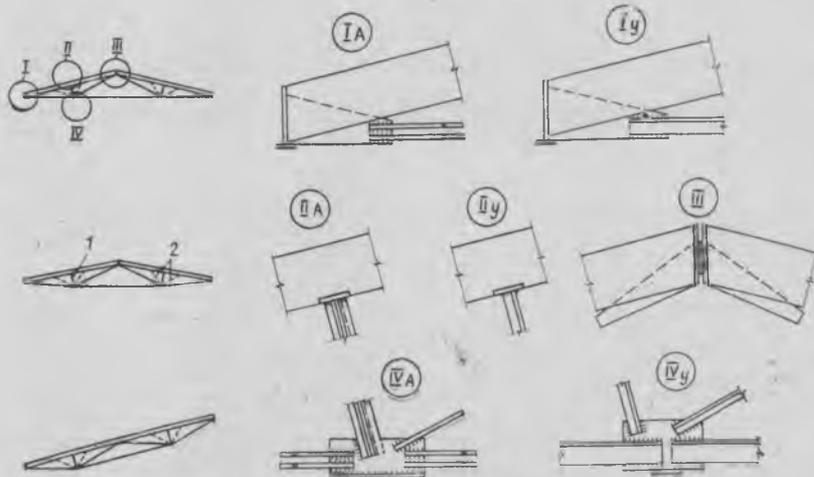


Рис. 1. Геометрические схемы и узлы сталежелезобетонных ферм  
1 — стойка для пролета 18 м; 2 — раскосы для пролета 21 м

## Выводы

Легкий бетон на пористых заполнителях целесообразно применять в конструкциях панелей покрытия и водосборных лотков с безрулонной кровлей над теплым чердаком.

Легкий бетон рекомендуемых структур на керамзите, шунгизите, шлаковой пемзе и гранулированном шлаке с добавками молотого гранулированного шлака и ГКЖ-11 полностью обеспечивает эксплуатационные требования, предъявляемые к таким конструкциям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по технологии заводского производства и контролю качества легкого бетона и крупнопанельных конструкций жилых зданий. М., ЦНИИЭП жилища, 1980.
2. Штейман Б. И., Шилов Н. Н. Пятиэтажный жилой дом с «теплым» чердаком. — Жилищное строительство, 1980, № 11.

решетки ферм предусмотрены из стали класса А-III и из парных уголков (класс прочности С 38/23). Раздвижку уголков производили в соответствии с требованиями СНиП II-28-73. Сжатые элементы изготовляли из двух уголков, расположенных крестообразно или в виде таврового сечения.

Фермы выполняли из двух полуферм и затяжки. Заводские узловые соединения сварные, монтажные на болтах или на сварке. Следует отметить особенность сопряжения опорных узлов. В этом случае бетонирование верхнего пояса производили после установки в опалубку стальных закладных деталей таврового сечения, к которым при монтажной сборке приваривали элементы нижнего пояса и решетки полуферм (см. рис. 1). При таком решении узла упрощается изготовление конструкций, более надежна антикоррозионная защита мест сварки, а также исключается приварка непосредственно к железобетонному поясу, что при-

Марка фермы	H, м	Масса, т	Расход бетона марки М400	Расход стали, кг
ФСЖ-18А-Д*	2,212	4,52	1,54	922
ФСЖ-18У-Д	2,212	4,87	1,54	1253
ФСЖ-18А-Дл*	2,217	4,18	1,52	749
ФСЖ-18У-Дл	2,217	4,48	1,52	1164
ФСЖ-21А-Д*	2,588	5,46	1,8	1568
ФСЖ-21У-Д	2,588	5,9	1,8	2001
ФСЖ-21А-Дл*	2,588	5,33	1,78	1182
ФСЖ-21У-Дл	2,588	5,68	1,78	1531
ФСЖ-18А-О*	1,8	4,62	1,55	982
ФСЖ-18У-О	1,8	4,81	1,55	1168
ФСЖ-21А-О*	2,1	5,5	1,8	1293
ФСЖ-21У-О	2,1	5,67	1,8	1459

\* Нижний пояс из стали класса А-III; в остальных — уголконый профиль С 38/23.

водит к растрескиванию бетона в этой зоне. Техническая характеристика разработанной серии ферм приведена в таблице.

Производство сталежелезобетонных ферм освоено Краснокамским заводом ЖБК и предприятиями объединения Промстройкомплект. Перед началом массового изготовления в соответствии с ГОСТ 8829—77 на заводе испытывали по два образца опытных конструкций марок ФСЖ-18А-Д, ФСЖ-18У-Д, ФСЖ-21А-Д и ФСЖ-21У-Д в вертикальном положении с установкой на силовом полу стенда. Нагрузку, создаваемую с помощью четырех гидравлических домкратов грузоподъемностью 25 и 50 т, передавали через систему траверс на верхний пояс.

В процессе испытаний определяли вертикальные и горизонтальные перемещения узлов ферм, фибровые деформации элементов нижнего пояса, момент появления первых трещин с фиксации нагрузки, при которой они образовались. Прогибы измеряли прогибомерами системы Максимова, фибровые деформации — при помощи механических тензометров конструкции Гугенбергера. Прочность

бетона при испытании на сжатие контрольных кубов с ребром 15 см составила 31—37 МПа.

Фермы нагружали ступенями 0,2—0,3 нормативной нагрузки с выдерживанием на каждой из них 10—15 мин. При нормативной нагрузке фермы находились в течение 1 ч. После достижения расчетной нагрузки загрузку вели ступенями 0,1—0,15 нормативной с увеличением времени выдерживания на каждой ступени до 20—30 мин.

Результаты экспериментов показали, что исчерпание несущей способности ферм, как правило, происходило вследствие потери устойчивости сжатых раскосов или текучести нижнего пояса при нагрузках 1,4—1,9 расчетной.

Опытные прогибы ферм составили 0,7—0,9 вычисленных (рис. 2). Первые волосяные трещины в железобетонных поясах появились при расчетной нагрузке; максимальная ширина раскрытия трещин составила 0,1—0,15 мм при 1,4  $N_p$ .

Большое внимание уделяли поведению под нагрузкой опорных и конькового узлов, особенно в зоне сопряжения железобетонного пояса и стальных закладных элементов решетки и нижнего пояса. Трещины и сколы бетона в месте выхода фасонки из железобетонного пояса не наблюдались ни в одной из конструкций.

Испытания выявили достаточно высокую надежность принятых конструктивных решений разработанных сталежелезобетонных ферм. В соответствии с ГОСТ 8829—77, фермы удовлетворяют требованиям прочности, жесткости и трещиностойкости.

В настоящее время Пермоблсельстроем использованы при строительстве двух птичников Калининской птицефабрики (пролет 18 м), двух коровников на 400 голов в совхозе «Мотовилихинский» (пролет 21 м), формовочного цеха Краснокамского завода ЖБК (пролет

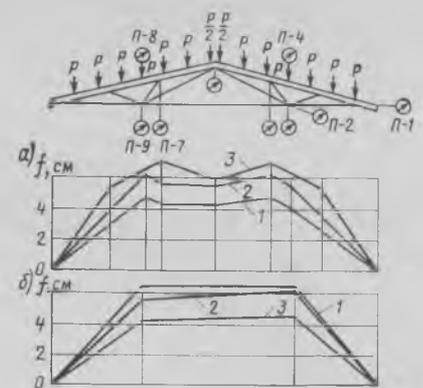


Рис. 2. Схема расположения прогибомеров и опоры прогибов фермы ФСЖ-21А-Д пролетом 21 м

а — железобетонный пояс; б — стальной пояс; 1 —  $P_{оп}^H$ ; 2 —  $P_{оп}^P$ ; 3 —  $P_T^H$

18 м) и цеха металлоконструкций Краснокамского управления механизации (пролет 18 м).

В 1981 г. объем применения сталежелезобетонных ферм составит 1456, в результате экономический эффект от их внедрения на объектах Главуралсельстроя — 326,1 тыс. р. Кроме того, эти конструкции в 1980 г. начали применять на объектах Главзапуралстроя.

#### Выводы

Выполненная работа показала достаточно высокую надежность и эффективность сталежелезобетонных ферм, разработанных в соответствии с «Рекомендациями по проектированию, изготовлению и применению сталежелезобетонных ферм в сельскохозяйственном строительстве».

Предложенные конструкции ферм можно использовать как для сельскохозяйственных, так и для одноэтажных промышленных зданий.

УДК 624.012.45:666.9—16:691.87:693.554

Ю. В. ЧИНЕНКОВ, д-р техн. наук; И. В. ВОЛКОВ, канд. техн. наук; Л. Ф. СЕЛЮТИНА, инж. (НИИЖБ)

## Использование высокопрочной арматуры в несущих конструкциях из шлакопемзобетона

Особенности совместной работы арматуры класса А-VI со шлакопемзобетоном исследовали на балках 6-й серии прямоугольного сечения размером 15×30 см с расчетным пролетом 360 см (рис. 1). Опытные образцы изготовляли из бетона на шлаковой пемзе Липецкого металлургического завода фракции 5—10 мм. Прочностью при сжатии в стандартном цилиндре 0,81—1,44 МПа. Мелким заполнителем для приготовления бетонной смеси являлся кварцевый песок. В качестве арматуры применяли сталь марки 22Х2Г2ТАЮ класса А-VI диаметром 10.

12, 14 мм Череповецкого металлургического завода с условным пределом текучести  $\sigma_{0,2}=1000—1210$  МПа. Степень преднапряжения арматуры составляла  $\sigma_{0,1}=(0,525—0,666)\sigma_{0,2}$ .

Балки испытывали как однопролетные свободноопертые с загрузением в третях пролета сосредоточенными силами. Разрушение их во всех случаях происходило в зоне чистого изгиба от раздробления бетона сжатой зоны. При  $\xi_p=0,102—0,201$  балки разрушались при напряжениях в растянутой арматуре, превышающих условный предел текучести или

близких к нему. При  $\xi_p=0,228—0,349$  разрушение наступало при напряжениях в растянутой арматуре, не достигавших условного предела текучести.

Теоретическую прочность нормальных сечений изгибаемых шлакопемзобетонных элементов определяли по рекомендациям главы СНиП II-21-75 с использованием характеристики деформативных свойств бетона  $\xi_b$  по СНиП II-21-75 ( $M_p^{T1}$ ); с введением коэффициента полноты эпюры  $\omega$ , полученным опытным путем ( $M_p^{T2}$ ); при опытных напряже-

ниях в сжатой и растянутой арматуре ( $M_p^{T3}$ ). Значения разрушающих моментов приведены в таблице. Теоретические разрушающие моменты  $M_p^{T1}$  превышают опытные для балок с относительной степенью армирования:  $\xi_p/\xi_R = 0,711-0,99$ . Это объясняется особенностями упруго-пластических свойств и, в частности, малых пластических деформаций, а также неоднородностью прочности шлакопемзобетона по сечению балок.

Для проверки последнего предположения сравнивали прочность стандартных призм и призм, выпиленных из контрольных бетонных балок, изготовленных в тех же формах, что и основные армированные образцы. Средняя прочность призм, выпиленных из балок, отличалась незначительно (до 3,64%). При этом индивидуальная прочность таких призм снижалась на 19,8% по сравнению со средней прочностью контрольных призм (рис. 2). Этот фактор можно учесть в расчетах путем введения коэффициента пониженной призмной прочности  $m_6$ . На основании опытных данных  $m_6$  можно выразить зависимостью

$$m_6 = 0,85 + 0,15 \frac{\xi_R - \xi_p}{\xi_R - 0,1}$$

Параметр  $\xi_0$  не позволяет достаточно точно оценить реальные упруго-пластические свойства шлакопемзобетона. Значения  $\xi_0$ , определенные по СНиП II-21-75, превышали коэффициент  $\omega$  на 7% для шлакопемзобетона марки М250 и были меньше коэффициента на 7—12% для шлакопемзобетона марок М500 и М600. Корректировка  $\xi_0$  позволит уточнить расчет прочности по СНиП II-21-75. С этой целью проанализирована зависимость условных напряжений в растянутой арматуре  $\sigma_A$  от относительной высоты сжатой зоны бетона при разрушении  $\xi_p$ . Значения  $\sigma_A$  и  $\xi_p$ , полученные при испытании изгибаемых элементов, армированных сталью класса А-VI, показаны на рис. 3. При значительном разбросе опытных данных деформативные свойства тяжелого бетона с кубиковой прочностью 90—100 МПа и шлакопемзобетона марок М500 и М600 близки. Коэффициент упругости шлакопемзобетона марки М250 ( $\nu=0,76$ ) выше, чем  $\nu$  тяжелого бетона марки М300. Имеющиеся отклонения результатов при определении  $\sigma_A$  и  $\xi_p$  свидетельствуют о том, что зависимость  $\xi_R = f(\xi_0, \sigma_A)$  можно уточнить, с учетом параметров, определяющих деформативные свойства бетонов. На основании опытных данных рекомендуется принимать  $\xi_0 = 0,5$  для шлакопемзобетона марок М500, М600 и  $\xi_0 = 0,6$  для марок М200, М250.

Снижение опытной прочности балок по сравнению с теоретической ( $M_p^{T1}$ ) можно объяснить тем, что шлакопемзобетон имеет относительно крутую нисходящую ветвь диаграммы « $\sigma-\epsilon$ » (рис. 4). Поскольку диаграмму « $\sigma-\epsilon$ » для шлакопемзобетона не удалось получить опытным путем, ее вычислили, основываясь на экспериментальных данных, с учетом исследований легкого бетона [3, 4]. Эпюра нормальных напряжений имеет криволинейный характер. На уровне деформаций, равных деформациям при осевом сжатии  $\xi_p$ , напряжения в бетоне принимали равными  $R_{np}$ . Расстоя-

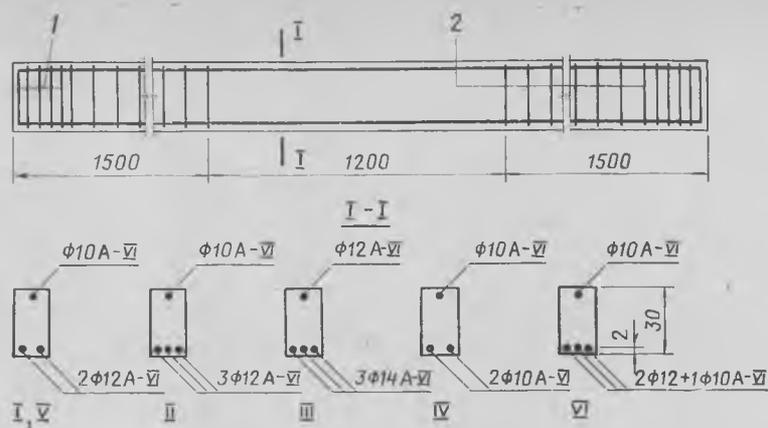


Рис. 1. Схемы армирования опытных образцов  
1 — сетки с шагом 50 мм; 2 — хомуты с шагом 100 мм

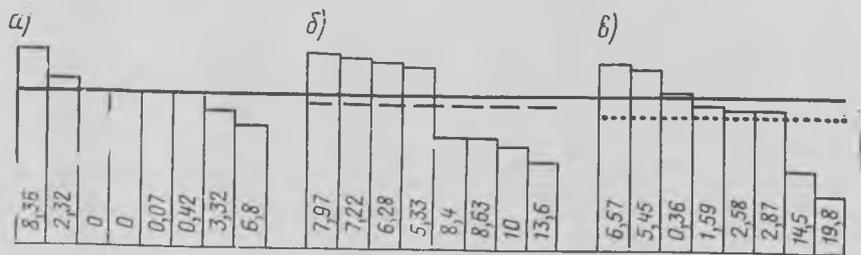


Рис. 2. Изменчивость прочности призм  
а — изготовленных в стандартных формах; б, в — выпиленных из верхней и нижней зоны балок;  
— — — — — средние значения прочности в серии

ние между равнодействующими усилий в растянутой арматуре и сжатом бетоне определяли с учетом опытной высоты сжатой зоны бетона  $x$  и коэффициента полноты эпюры  $\omega$ . Краевое напряжение  $\sigma_{кр}$  при достижении крайним волокном деформации  $\xi_i$  подбирали теоретически. Задаваясь последовательно значениями  $a=0,1; 0,2; 0,3; \dots$ ;  $R_{np}$ ,  $\sigma_{кр}$  принимали таким, при котором теоретические и опытные разрушающие моменты совпадали. Разница разрушающих моментов, подсчитанных таким способом, составляла от 4,35 до 5,38%.

Анализ проектных проработок показывает, что экономический эффект от замены стали класса А-IV на А-VI в плитах покрытий размером 3x6 м под повышенные нагрузки может составлять 79,24 р. на 1 т использованного металла.

Многопустотные преднапряженные панели перекрытий из шлакопемзобетона марки М200 со сталью класса А-VI внедрены на Енакиевском заводе крупноблочного домостроения. Они удовлетворяют нормативным требованиям по прочности, жесткости и трещиностойкости. Прочность панелей до 6% выше теоретических значений, подсчитанных по рекомендациям главы СНиП II-21-75. Это соответствует данным, полученным на

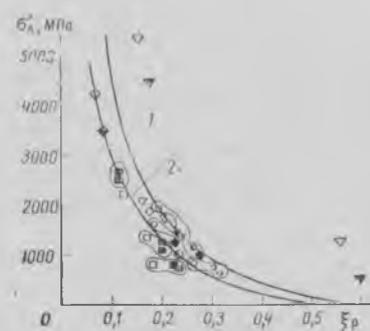


Рис. 3. Зависимость условных напряжений в растянутой арматуре от относительной высоты сжатой зоны при разрушении  
1 —  $\xi=0,6$ ; 2 —  $\xi=0,5$ ;  
шлакопемзобетон: ■ — преднапряженная и □ — обычная, М500—М600; ● — преднапряженная и ○ — обычная, М200—М250 тяжелый бетон [2]; ◆ — преднапряженная и ◇ — обычная, М900—М1000; ▼ — преднапряженная и ▽ — обычная, М300

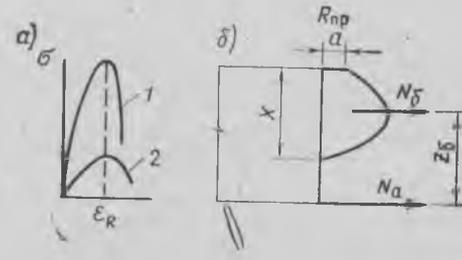


Рис. 4. Предполагаемая диаграмма « $\sigma-\epsilon$ » шлакопемзобетона (а) и схема напряженного состояния в нормальном сечении изгибаемого шлакопемзобетонного элемента (б)  
1 —  $0,4 R_{np}$ ; М600; 2 —  $0,2 R_{np}$ ; М200

Шифр балок	$\frac{\xi_p}{\xi_{RМ}}$	M <sub>оп</sub> P кНМ	M <sub>т1</sub> P кНМ	M <sub>оп</sub> -M <sub>т1</sub> P		M <sub>оп</sub> -M <sub>т2</sub> P		M <sub>оп</sub> -M <sub>т3</sub> P		M <sub>оп</sub> -M <sub>т4</sub> P		M <sub>оп</sub> -M <sub>т5</sub> P	
				100%	100%	100%	100%	100%	100%				
БНШ 600 I-1	0,443	69	64,7	6,38	5,5	3,96	6,38	6,38					
БНШ 600 I-1a	0,444	64,5	63,7	-1,24	-0,93	-0,71	1,24	1,24					
БШ 600 I	0,536	60,2	65,1	-8,14	-7,31	-9,3	-8,14	-6,75					
БНШ 600 II-1	0,711	86,3	91,6	-6,14	-7,94	-4,81	1,56	-4,4					
БНШ 600 II-1a	0,798	89,9	92,4	-2,78	-4,34	-2,52	5,5	-0,9					
БШ 600 II	0,626	86,5	92,6	-7,05	-8,87	-7,46	2,77	-5,1					
БНШ 600 III-1	0,887	106,5	113	-6,1	-8,54	-3,29	6,94	-0,94					
БНШ 600 III-1a	0,917	99,3	112	-12,9	-3,83	-7,25	2,6	-4,79					
БШ 600 III	0,936	96,8	113,8	-17,56	-20,25	-11,05	3,82	-8,16					
БНШ 250 IV-1	0,566	46	44,6	3,7	1,5	1,5	9,34	6,09					
БНШ 250 IV-1a	0,538	43,7	44,4	-1,14	-2,8	-2,8	4,11	1,14					
БШ 250 IV	0,537	47,5	45,4	4,42	2,9	1,05	7,57	6,32					
БНШ 250 V-1	0,607	54,4	57,5	-5,7	-4,04	-3,67	1,1	-3,67					
БШ 250 V	0,618	55,8	61,9	-10,93	-9,86	-11,83	-6,45	-8,42					
БНШ 250 VI-1	0,797	65	70,8	-8,92	-4,92	-2	3,54	3,23					
БНШ 250 VI-1a	0,946	59,5	68,6	-14,79	-13,03	-5,77	1,34	1,18					
БШ 250 VI	0,99	59,9	72,6	-21,2	-20,7	-13,86	4,34	0,17					

опытных балках с относительной степенью армирования  $\xi_p/\xi_{RМ}$ , близкой к таковой в испытанных панелях. В 1981 г. планируется выпуск 12 тыс. м<sup>3</sup> панелей

из шлакопемзобетона, армированных сталью класса А-VI. Годовой экономический эффект составит по стали — 72 т, по стоимости — 11,65 тыс. р.

УДК 624.75.234/.24

Т. М. ПЕЦОЛЬД, канд. техн. наук; В. В. ТАРАСОВ, инж.; И. М. ШУБЕРТ, инж. (Белорусский политехнический ин-т);  
Р. А. ГЕРШАНОК, инж. (ПИ № 1); Л. Н. ЗИКЕЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ);  
К. С. СУГАК, инж. (Минпромстрой БССР)

## Эстакады с центрифугированными стойками кольцевого сечения

В промышленном строительстве Белоруссии в последние годы применяются железобетонные колонны кольцевого сечения, изготовляемые методом центрифугирования. Опыт проектирования и строительства свыше 20 промышленных объектов показал высокую эффективность этих конструкций [1, 2].

По сравнению с типовыми колоннами расход бетона в кольцевых конструкциях снижен до 50%, а стали до 30%. Кроме того, метод центрифугирования позволил автоматизировать и механизировать технологический процесс изготовления колонн, отказаться от вибрации и значительно повысить качество изделий. Важным является то, что метод центрифугирования позволяет получать бетоны прочностью более 800 кгс/см<sup>2</sup>. За счет прессования смеси в процессе центрифугирования прочность бетона повышается до 1,3—1,8 раза по сравнению с аналогичным бетоном, уплотненным вибрированием, что приводит к существенной экономии цемента.

Минпромстрой БССР освоил изготовление колонн на двух специальных технологических линиях комбината железобетонных конструкций в Орше [3]. ПИ-1, НИИЖБ и БПИ выпустили в 1978 г. альбомы рабочих чертежей центрифугированных кольцевых стоек для промышленных зданий, утвержденных Госстроем СССР в качестве типовых (типовые серии I-423-6, вып. I.400-14, вып. 1—3).

Исследования показали эффективность применения стали класса А-VI в шлакопемзобетоне, так как ее расход сокращается до 17%. Проектировать конструкции из этих материалов следует с учетом замены в формулах СНиП II-21-75 коэффициентов  $\xi_0$ , либо с введением сниженной прочности бетона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беликов В. А., Русанова Л. П., Пазюк Ю. В. Методика оценки неупругих свойств бетона. — Бетон и железобетон, 1978, № 7.
2. Прочность балок и их деформации в стадии, близкой к разрушению. — В кн.: Новое о прочности железобетона. М., Стройиздат, 1977.
3. Bremner T. W., Newman I. B. Lower Density Concrete for Marine Structures. — Jn. Proceedings of the Eighth Congress of the Federation International de la Precontrainte. London, 1978.
4. Gorisse F., Astruc M., Grelate A., Fouré B. Betons legers et Normaux: Comportement et Resistance structurelle. — Annales de l'Institut Technique du Batiement et Fravaux Publics. AvriI, № 360, 1978.

Центрифугированные стойки применяются как колонны одноэтажных промышленных зданий без мостовых кранов, а также в крановых цехах и в открытых крановых технологических эстакадах. Их можно использовать в качестве несущих элементов других инженерных сооружений — как стойки подсилованных этажей, водонапорных башен, емкостей, площадок под технологическое оборудование и т. п. Еще одна обширная область эффективного использования центрифугированных элементов кольцевого сечения — стойки наземных технологических эстакад.

Таблица 1

Тип опоры	Схема опоры по серии 3.015-1	Схема опоры на центрифугированных стойках	Высота опоры, м	Нормативная нагрузка на опору, т	Длина траверсы, м	Диаметры промежуточных опор, мм		
						рядовой	рядовой отводами	анкерной (промежуточной)
II			5,4	1, 2, 3	0,6—1,8	400	400	400
			5,4	5	1,8; 2,4	400	400	500
			7,8	1, 2, 3	0,6—1,8	500	500	500
			7,8	5	1,8; 2,4	600	600	600
III			5,4	5	2,4—3,6	400	400	500
			5,4	10	2,4—3,6	400	600	600
			5,4	20	2,4—3,6	600	600	600
			5,4	20	4,2; 4,8	600	600	600
			7,8	5	2,4—3,6	500	500	600
			7,8	10	2,4—3,6	600	600	600
			7,8	20	2,4—3,6	600	800	800
			7,8	20	4,2; 4,8	600	800	800
IV			7,8/6	20	2,4—3,6	600/600	600/600	600/600
			7,8/6	30	2,4—3,6	800/600	800/600	800/600
			7,8/6	30	4,2; 4,8	800/600	800/600	800/600
			9/6	20	2,4—3,6	600/600	800/600	800/600
			9/6	30	2,4—3,6	800/600	800/600	800/600
			9/6	30	4,2; 4,8	800/600	800/600	800/600

Примечание. В числителе дроби данные для опор верхнего яруса, в знаменателе — для нижнего.

Таблица 2

Высота опоры, м	Длина траверсы, м	Нормативная вертикальная нагрузка, т	Опоры типа III серии 3.9/5-1			Центрифугированные опоры П-образные			Центрифугированные опоры Т-образные		
			бетон, м <sup>3</sup>	сталь, кг	стоимость изготовления, р.	бетон, м <sup>3</sup>	сталь, кг	стоимость изготовления, р.	бетон, м <sup>3</sup>	сталь, кг	стоимость изготовления, р.
5,4	2,4	10	2,03*	257	136	0,91	237	104	1	153	87
	2,4	10	2,03	403	161	0,91	325	123	0,85	170	86
	3,6	20	2,73	485	206	1,65	328	170	1,1	282	126
7,8	2,4	10	2,81*	565	224	1,25	418	162	1,1	220	113
	2,4	10	3,47	682	348	1,93	386	197	1,47	379	168

\* Опоры промежуточные; остальные — акерно-промежуточные.

Таблица 3

Тип эстакады	Производственные затраты, р.	Экономия стали, т	Экономия цемента, т	Снижение трудозатрат, чел.-дн.
С отдельно стоящими опорами	7600	6,4	25,2	208
Одноярусные	4285	1,7	26	70,8
Двухъярусные	10500	23,8	31,5	177

Рабочие чертежи отдельно стоящих опор, одноярусных и двухъярусных эстакад под технологические трубопроводы с применением кольцевых центрифугированных стоек были разработаны Харьковским Промстройинипроектом, ПИ-1, НИИЖБ и БПИ и утверждены в 1978 г. Госстроем СССР в качестве типовых.

При разработке типовых серий представилось возможным сделать отдельно стоящие опоры Т-образными, добившись максимальной концентрации материала, с отказом от П-образных опор с колоннами сплошного сечения (см. табл. 1 и 2). Это позволило получить значительную экономию материалов, например для опор высотой 5,7 м экономия бетона составила 60%, стали — до 40%. Аналогичная экономия получена и в одноярусных и двухъярусных эстакадах.

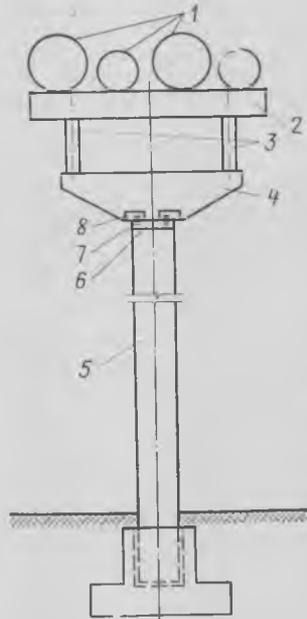


Рис. 1. Узел сопряжения траверсы с отдельно стоящей кольцевой стойкой эстакады

1 — трубопроводы; 2 — траверсы; 3 — балка пролетного строения; 4 — насадка; 5 — центрифугированная стойка; 6 — закладная деталь стойки; 7 — соединительный элемент; 8 — закладная деталь насадки



Рис. 2. Технологическая эстакада 4-го Солигорского калийного комбината

В табл. 3 приведена экономическая эффективность технологических эстакад с центрифугированными стойками кольцевого сечения на условно принятой длине трассы, равной 1 км. Конструкции пролетных строений эстакад с центрифугированными стойками остались без изменения.

Дополнительно разработан вариант железобетонных двухъярусных эстакад с пролетным строением из стропильных ферм с параллельными поясами по серии 1.463—3.

Созданию эстакад типовой серии предшествовали исследования работы стоек кольцевого сечения на кручение и продольное сжатие с кручением, а также узлов сопряжений траверс со стойками кольцевого сечения и сопряжения стоек с фундаментами стаканного типа, выполненные БПИ и НИИЖБ.

Анализ результатов испытаний позволил дополнить и уточнить методику расчета стоек на сжатие с кручением, в основу которой была положена предложенная Н. И. Карпенко теория деформирования железобетона с трещинами. На ЕС ЭВМ была разработана программа «TORSION» [4].

Соединение траверсы с отдельно стоящей стойкой (рис. 1) осуществляется с помощью четырех стержней, привариваемых к закладным деталям траверсы и обоймы кольцевой стойки. Стык стойки с фундаментом стаканного типа осуществлен аналогично сопряжению колонн с фундаментами в промышленных зданиях.

Первые межцеховые эстакады с применением центрифугированных стоек кольцевого сечения, проектирование которых осуществляли трест Оргтехстрой Минпромстроя БССР, БПИ и ПИ-1, были построены на 4-м Солигорском калийном комбинате (рис. 2). В среднем стоимость каждой центрифугированной опоры этой эстакады оказалась дешевле типового решения на 5—35%, а стоимость расходуемых материалов в отдельных опорах снижена на 40%. Аналогичные результаты получены на строительстве технологических эстакад объединения «Азот» в Гродно.

В настоящее время проведены исследования и начато внедрение принципиально новых конструктивных схем технологических эстакад. Центрифугированные кольцевые элементы используются в них не только для стоек, но и в качестве пролетных строений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бердичевский Г. И., Пецольт Т. М., Ласточкин В. Г. Эффективность центрифугированных колонн кольцевого сечения. — Бетон и железобетон, 1977, № 2.
- Зикеев Л. Н., Пецольт Т. М. и др. Опыт применения центрифугированных железобетонных колонн при строительстве гаража. — Промышленное строительство, 1976, № 11.
- Ласточкин В. Г., Пецольт Т. М. Изготовление железобетонных колонн кольцевого сечения на ременных центрифугах. — Строительство и архитектура Белоруссии, 1976, № 1.
- Карпенко Н. И., Пецольт Т. М., Шалимо И. М. Расчет прочности элементов кольцевого сечения, подверженных сжатию с кручением. — Бетон и железобетон, 1980, № 12.

## Совершенствование конструкций природоохранных объектов

Начиная с 1976 г. специалисты СУ Заводстрой треста Алтайсвинецстрой в содружестве с НИИЖБ работают над созданием новых и совершенствованием ранее внедренных полносборных конструкций отстойников, насосных станций, резервуаров, фильтров и других емкостных сооружений\*.

На построенных ранее из прогрессивных конструкций сооружениях достигнуто сокращение трудоемкости в 1,5—2 раза, а сроков строительства в 2—3 раза по сравнению с типовыми. Экономический эффект от снижения народнохозяйственных затрат превысил 1,5 млн. р.

Многолетняя практика строительства различных полносборных емкостей и насосных станций показала, что дефектные места при удовлетворительном качестве сборных конструкций составляют лишь 0,1—1% (в редких случаях 2%) площади стен и днищ, поэтому исправлять следует только их. В настоящее же время производится в 100 и более раз больше работ по обеспечению водонепроницаемости, чем это действительно требуется.

В результате повсеместного применения для заделки стыков напрягающего цемента удалось полностью отказать от навивки высокопрочной

проволоки на круглые в плане различной высоты полносборные сооружения диаметром 6—30 м.

В рассмотренных сооружениях стыки стеновых панелей, стеновых панелей с плитами днища и плит днища выполняли соединением арматуры с помощью петлевых выпусков, целиком исключая сварку. В прямоугольных в плане сооружениях при соединении элементов предпочтение отдается также петлевым стыкам арматуры как наиболее простым.

Исследуя влияние различных факторов на сокращение продолжительности строительства, затрат труда и машинного времени установлено, что в первую очередь они зависят от площади сборных стеновых панелей (см. таблицу).

Площадь стеновой панели, м <sup>2</sup>	Трудозатраты, чел.-дн. на 1 м <sup>3</sup> изделий
До 6	2,45
» 9	1,9
» 12	1,47
» 15	1,02
Более 15	0,96

Сборные плиты днища следует принимать площадью 6—8 м<sup>2</sup> (в некоторых случаях при соответствующем обосновании допустимо укрупнение до 12—15 м<sup>2</sup>), дальнейшее увеличение

площади существенного влияния на сокращение трудозатрат не оказывает, а расход стали и бетона возрастает в результате повышения монтажных нагрузок от собственной массы. Кроме того, при недостаточно ровной подготовке могут возникнуть трещины от нагрузок при заполнении жидкостью и даже от собственной массы.

Для сокращения сроков строительства созданы стеновые панели массой 12—18 т, площадью до 36 м<sup>2</sup>, толщиной 160 мм и более. Правильность геометрических размеров сборных элементов стен, днища и выпусков арматуры, а также основания под стены и днище имеет решающее влияние на скорость монтажа и трудозатраты.

В целях отработки и проверки конструкций и технологии строительства для различных сооружений часть стеновых панелей изготовляли из бетона на НЦ, а остальные — на ПЦ. В первой группе при одинаковом качестве панелей случаев трещи при испытаниях оказалось меньше. Мелкие трещины в них закрывались от расширения бетона на НЦ, а также затягивались продуктами солеобразования при вступлении в реакцию воды с составляющими НЦ.

Производство стеновых панелей и плит днища налажено на полигоне управления с твердением в основном на открытых площадках. Такие изделия оказались более морозостойкими по сравнению с подвергнутыми ТВО.

С применением крупноразмерных стеновых панелей и сборных плит днищ с замоноличиванием стыков пескобетоном на НЦ построены сооружения, многие из которых находятся в эксплуатации до четырех лет. При этом торкретирование, гидронизоляция и навивки высокопрочной проволоки не потребовалось.

На строительстве очистных сооружений титано-магниевого комбината за 7 дней смонтировано 4 отстойника диаметром и высотой 9 м (рис. 1). Стены состоят из восьми элементов массой по 14 т, днище из четырех плит. Там же за 2 дня собраны 2 отстойника диаметром 6 м, высотой 7,2 м со стенами из четырех и днищем из двух элементов. С такими же трудозатратами смонтированы две песколовки диаметром 6 м, высотой 7 м. За 2 дня при односменной работе возведена сборная подземная часть насосной станции диаметром 6 м, глубиной 7 м (рис. 2) на объектах оборотного водоснабжения комбината. По одному дню затрачено на монтаж четырех емкостей диаметром 6 м на очистных сооружениях комбината шелковых тканей и резервуара диаметром 6 м на животноводческом комплексе Казахской опытной станции масличных культур. Две смены потребовались на монтаж насосной станции диаметром 9 м, глубиной 8 м на очистных сооружениях комбината шелковых тканей. Там же построены илоуплотнители диаметром 24 м со стенами из восьми укрупненных панелей (рис. 3, 4), на монтаж которых требуется две смены.

Решающим фактором повышения производительности труда при монтаже стен и днища является своевременная ритмичная доставка элементов. В



Рис. 1. Отстойники диаметром 9 м, высотой 9 м

этой связи целесообразно завозить изделия в запас на оставляемых прицепах, как это делается в крупнопанельном домостроении. Сменная выработка на одного монтажника 4—6 м<sup>3</sup> железобетона. Звено монтажников состоит обычно из 3—4 человек.

Трудозатраты (перед чертой) и календарное время (после черты) в % по полносборным емкостным сооружениям со стенами из укрупненных элементов распределялись следующим образом:

Монтаж конструкций . . . . .	15/15
Установка и разборка опалубки стыков с устройством и разборкой лесов . . . . .	65/35
Бетонирование стыков и уход за бетоном . . . . .	10/5
Испытание сооружений с устранением дефектов . . . . .	10/45



Рис. 2. Насосная диаметром 6 м, глубиной 7 м

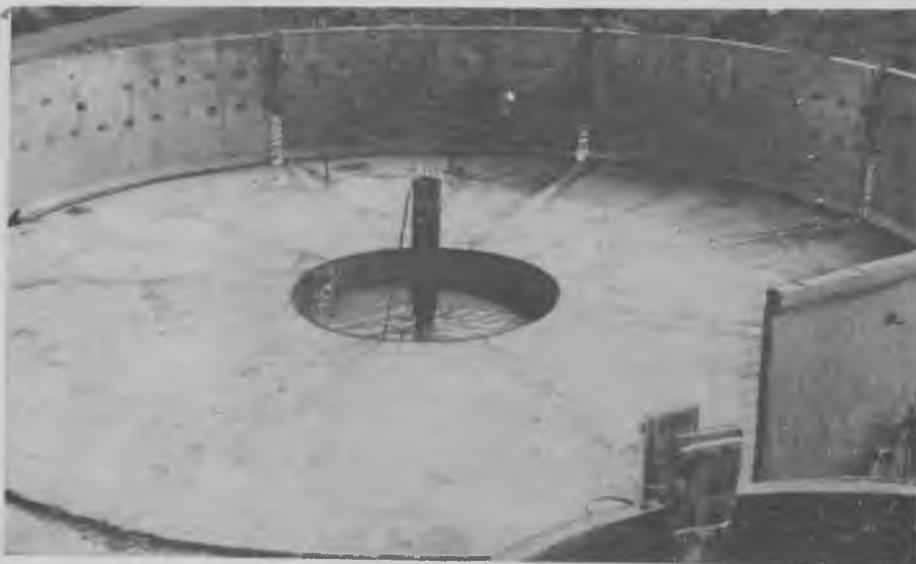


Рис. 3. Отстойник диаметром 24 м, высотой 3,9 м (монтаж стен)



Рис. 4. Отстойник диаметром 24 м, высотой 3,9 м. Транспортировка стеновых панелей площадью 36 м<sup>2</sup>

Трудозатраты на сооружение диаметром 6 м, высотой до 8 м составляют 40—60 чел.-дн.; диаметром 9 м, высотой до 9 м и отстойники диаметром 24 м—80—100 чел.-дн. Расчетные трудозатраты на строительство подобных сооружений по действующим типовым проектам в 2—3 раза выше, а средние фактические затраты и того больше.

Минимальное фактически затраченное время на строительство одного сооружения составляет 1 мес при минимальном расчетном времени 20 дней. Это большой резерв для сокращения продолжительности строительства.

Анализ приведенных данных показал, что наиболее трудоемкими являются опалубочные работы при заделке стыков, а по продолжительности почти половину занимает испытание сооружений с исправлением дефектов. Трудоемкость и продолжительность монтажа конструкций невелика, что указывает на совершенство принятых сборных конструкций стен и днищ. Время на заделку стыков можно снизить в результате совершенствования размеров и формы стыков стеновых панелей, опалубки, крепежа ее и лесов для вы-

полнения комплекса работ механизацией всех операций и интенсивного ведения работ.

Сокращение времени на гидравлические испытания сооружений прежде всего зависит от скорости заполнения водой и освобождения, поэтому желательнее иметь мощности 200—500 м<sup>3</sup>/ч в зависимости от размеров емкостей. Обычно же эти операции производственники незаслуженно считают второстепенными, не обеспечивают быстрое проведение испытаний, потому теряется половина времени, необходимого для строительства. Сократить время на исправление дефектов, обнаруженных в процессе испытания, можно в результате повышения квалификации инженерно-технических работников и рабочих, а также оснащения необходимым инструментом, инвентарем, специальными быстросхватывающимися и быстротвердеющими безусадочными цементами и специальными добавками.

Благодаря совершенствованию технологии строительства, оснастки, инвентаря и механизации операций можно снизить в 1,5—3 раза трудозатраты и продолжительность строительства по сравнению с фактически достигнутой.

Природоохранные объекты требуют своеобразного подхода к конструкциям и технологии строительства. Прежде всего необходимо проведение всесторонней инженерной подготовки производства и создания на складах-накопителях до начала строительства 100% конструкций, материалов, оснастки, инвентаря и т. п. Работы следует вести в 2—3 смены комплексными бригадами с включением в них крановщиков и шоферов по методу бригадного подряда.

Достигнутые успехи стали возможны потому, что приняты принципиальные решения, проектирование конструкций, разработка технологии строительства, изготовление сборных элементов, монтаж конструкций, замоналичивание, испытание и сдача в эксплуатацию сооружений сосредоточены в одной организации, весь комплекс работ в содружестве со специалистами треста и НИИЖБ выполнен силами СУ. Для обеспечения интенсивного строительства природоохранных объектов следует создать специализированные подразделения с конструкторскими бюро и заводами по изготовлению сборного железобетона по типу ДСК.

## Несущая способность внецентренно-сжатых колонн из мелкозернистого бетона

В НИИСК изучили особенности работы внецентренно-сжатых элементов из мелкозернистых (песчаных) бетонов и сопоставили опытную несущую способность с вычисленной по СНиП II-21-75. В процессе экспериментальных исследований оценивали влияние на несущую способность и деформативность сжатых элементов прочности бетона, эксцентриситета приложения нагрузки, геометрической гибкости и процента армирования. В качестве опытных образцов служили короткие колонны сечением  $20 \times 20$  см, длиной 165 см ( $\lambda=9,6$ ) и гибкие колонны сечением  $12 \times 6$  см, длиной 120 и 180 см ( $\lambda$  20 и 30). Всего испытали 58 образцов — 46 из мелкозернистого бетона, остальные — из традиционного трехкомпонентного.

Для приготовления бетонов опытных составов использовали портландцемент Ново-Здолбуновского завода марки М500, днепровский рефулированный песок с  $M_{кр}=1...1,2$  и для трехкомпонентного бетона гранитный щебень с крупностью зерен до 20 мм (табл. 1).

Короткие колонны армировали вязаными каркасами. Рабочей арматурой являлись стержни периодического профиля диаметром 10, 16, 22 мм из стали класса А-III и диаметром 14 мм из стали класса А-V. Гибкие колонны армировали сварными пространственными каркасами. В качестве рабочей арматуры использовали стержни периодического профиля диаметром 6 мм из стали класса А-III. В качестве поперечной арматуры применяли стержни из проволоки диаметром 3—5 мм из стали класса В-I.

Короткие колонны испытывали на гидравлическом процессе ГПП-500 в вертикальном положении при шарнир-

Таблица 1

№ состава	Расход составляющих, кг/м <sup>3</sup>				СДБ, % массы цемента	В/Ц
	цемент	песок	щебень	вода		
1	420	1540	—	279	0,15	0,65
2	570	1350	—	303	0,15	0,52

но-неподвижном закреплении концов, а гибкие колонны — в специальной установке\*. Нагрузки прикладывали ступенями по 0,1 ожидаемой разрушающей. В процессе испытаний измеряли деформации бетона и арматуры по высоте сечения, прогибы и ширину раскрытия трещин. Основные результаты опытов приведены в табл. 2.

Существенных отличий в характере разрушения образцов из мелкозернистых и трехкомпонентных бетонов не наблюдалось. По результатам испытания групп образцов К-2-1 и К-2-1а, а также К-2-3 и К-2-3а, нагруженных с малыми эксцентриситетами, видно, что с увеличением процента армирования ( $\mu'=1,1\%$  и  $\mu'=2,1\%$ ) несущая способность увеличивается пропорционально усилению  $R_{a,c}F_a$  в образцах с различным  $\mu'$ . Это свидетельствует о полном использовании сжатой арматуры в исследуемых элементах.

\* Бамбура А. Н. Методика экспериментальных исследований устойчивости гибких железобетонных стоек с различными схемами опирания концов. — В сб.: Расчет и испытания строительных конструкций. Киев, Будівельник, 1976.

При испытании большинства гибких колонн зафиксирована потеря устойчивости (рис. 1). Моменты потери устойчивости и исчерпания прочности практически совпали только для колонн с  $\lambda=20$  при  $e_0=e_{с.л.}$ . Как правило, большую нагрузку выдерживали гибкие колонны, имевшие более высокий модуль упругости бетона. В колоннах из мелкозернистого бетона модуль упругости бетона также оказался значительно ниже, чем полученный при испытании стандартных призм. Так, если для бетона марки М200 по призмам  $E_b=1,99 \cdot 10^4$  МПа, то средний по восьми колоннам  $E_b=1,26 \cdot 10^4$  МПа, а для бетона марки М400 соответственно  $2,57 \cdot 10^4$  и  $2,46 \cdot 10^4$  МПа. Модуль упругости бетона является одним из основных факторов, влияющих на несущую способность гибких железобетонных колонн, а в нормах приводятся только среднестатистические значения, полученные при испытании стандартных образцов.

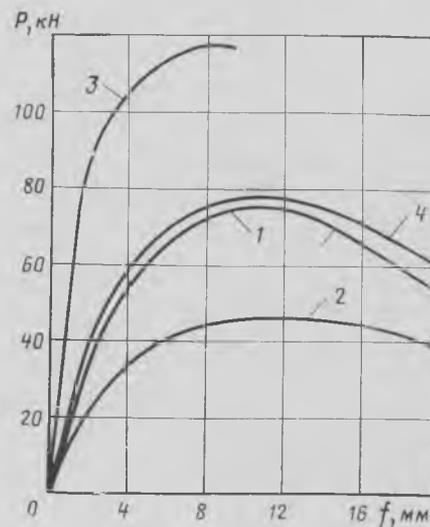


Рис. 1. Влияние гибкости и эксцентриситета приложения нагрузки на несущую способность и деформации гибких колонн  
1 —  $\lambda=30$ ,  $e_0=0,05$ ; 2 —  $\lambda=30$ ,  $\eta=0,165$ ;  
3 —  $\lambda=20$ ,  $\eta=0,033$ ; 4 —  $\lambda=20$ ,  $\eta=0,165$

Особый интерес представляет сопоставление несущей способности коротких образцов из мелкозернистого и трехкомпонентного бетонов близкой прочности. Ввиду того, что их переменная прочность несколько отличалась, сравнивали не абсолютные величины разрушающих нагрузок, а относительные  $N^{оп}/R_{пр}bh_0$ . В результате установили, что относительные разрушающие нагрузки для образцов из трехкомпонентного бетона до 7% превышают соответствующие нагрузки для образцов из мелкозернистого бетона. Это расхождение объясняется не случайным разбросом, а различными упругопластическими свойствами рассматриваемых бетонов. Как известно, они определяют полностью эпюры напряжений в бетоне в предельном состоянии, а значит и влияют на прочность внецентренно-сжатых элементов. Упруго-пластические свойства бетона при расчете нормальных сечений по методике СНиП учитываются величи-

Таблица 2

№ состава бетона	Шифр групп образцов	$R_{пр}$ , МПа	$\mu$ , %	$\mu'$ , %	$e_0/h$	$N^{оп}$ , кН	$\frac{N^T_1}{N^{оп}}$	$\frac{N^T_2}{N^{оп}}$
1	К-2-1	24,1	0,41	2,1	0,2	1200	0,91	0,9
	К-2-1а	23,4	0,41	1,1	0,17	1000	0,9	0,93
	К-2-3а	25	1,1	1,1	0,37	661	1,02	0,99
	К-2-3	25	1,1	2,1	0,4	804	0,98	0,96
	К-2-7	25	1,1	0,41	0,72	310	1,08	1,02
	К-2-11	25	2,1	0,41	1,17	225	1,08	1,01
	2-30ц	17,6	0,58	0,58	0,05	75	0,88	0,89
	2-30е	17,6	0,58	0,58	0,17	42,5	0,93	0,91
	2-20ц	17,6	0,58	0,58	0,03	118,5	0,94	0,92
	2-20е	17,6	0,58	0,58	0,17	77,5	0,98	0,95
	2	К-4-1	38	0,41	1,1	0,17	1297	1,02
К-4-3		39,3	1,1	1,1	0,37	857	1,07	1,05
К-4-7		41,3	1,1	0,41	0,73	407	1,05	1,03
4-30ц		32,9	0,58	0,58	0,95	130	0,96	0,95
4-30е		32,9	0,58	0,58	0,17	64	0,85	0,85
4-20ц		32,9	0,58	0,58	0,03	229,1	1,11	1,09
4-20е		32,9	0,58	0,58	0,17	120,5	1,12	0,96

## Влияние добавок на свойства песчаных бетонов

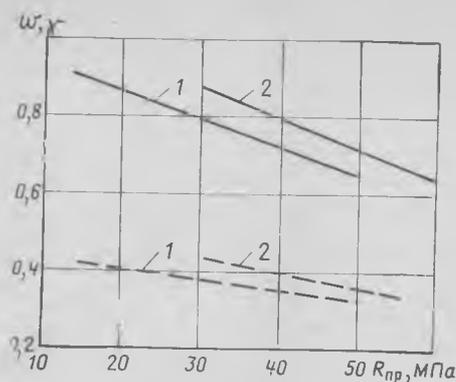


Рис. 2. Зависимость  $\omega$  (—) и  $\gamma$  (---) от  $R_{пр}$   
 1 — мелкозернистый бетон; 2 — трехкомпонентный бетон

ной  $\xi_0$ , численно равной коэффициенту полноты эпюры напряжений в бетоне.

Полученные экспериментальные данные позволили вычислить коэффициенты  $\omega$  и  $\gamma$ , характеризующие полноту эпюры и положение ее центра тяжести (рис. 2). Из рис. 2 видно, что с ростом прочности характеристики полноты эпюры уменьшаются. В мелкозернистом бетоне значения  $\omega$  и  $\gamma$  в среднем на 10% ниже, чем в бетоне на щебне. Этот вывод не является неожиданным, если учесть отмеченные отличия основных характеристик рассматриваемых бетонов, свидетельствующие о пониженной пластичности мелкозернистых бетонов.

С учетом сказанного, расчет разрушающих теоретических усилий  $N^T$  по методике СНиП II-21-75 производили с введением коэффициента  $a=0,75$  при определении  $\xi_0(N_1^T)$ , а также для сравнения — с введением коэффициента  $a=0,85$  ( $N_2^T$ ) и с использованием фактических характеристик материалов. Из сопоставления теоретической и опытной несущей способности (см. табл. 2) видно, что наиболее заметно корректировка коэффициента  $a$  отражается на образцах, испытанных при эксцентриситетах, близких к граничным. Результаты статистической обработки свидетельствуют об удовлетворительном совпадении опытной несущей способности и теоретической с учетом  $a=0,75$  при определении  $\xi_0$ . Среднеарифметическое отношение  $N_1^T/N_0^{оп} = 0,96$  при коэффициенте вариации  $C_v = 8,4\%$ .

### Выводы

Полнота эпюры напряжений в бетоне сжатой зоны внецентренно-сжатых элементов из мелкозернистых бетонов в среднем на 10% меньше (при прочих равных условиях), чем для элементов из трехкомпонентных бетонов.

Расчет прочности внецентренно-сжатых элементов из мелкозернистых бетонов по нормальным сечениям можно производить по СНиП II-21-75 при  $a=0,75$  в формуле (31), а коэффициент 6,4 в формуле (58) для определения условной критической силы следует заменить на 5,6.

В НИЛ ФХММ и ТП исследовали влияние химических добавок на свойства песчаных бетонов. При этом использовали портландцемент Белгородского завода марки М500 и песок Вяземского ГОК с  $M_{кр} = 2,8...2,9$ . В качестве добавок служили С-3, НИЛ-10, НИЛ-20 и СН.

Для выбора оптимального количества добавок-суперпластификаторов и исследования их влияния на начальное водосодержание цементно-песчаных смесей и прочность песчаных бетонов провели соответствующие опыты. Добавки вводили в цементно-песчаные смеси с расходом цемента  $600 \text{ кг/м}^3$ . В результате изменения начального водосодержания подвижность смеси поддерживали постоянной, равной 11—12 см. Смеси уплотняли на лабораторной виброплощадке с амплитудой 0,4—0,5 мм и частотой 50 Гц. Образцы-кубы с ребром 70,7 мм твердели в условиях тепловлажностной обработки по режиму 4+2+12+2 ч при температуре изотермического прогрева 80—85°C. Результаты испытаний образцов на сжатие через 4—6 ч после пропаривания представлены на рис. 1. Наибольшее снижение начального водосодержания при сохранении начальной подвижности отмечалось при вве-

дении С-3 и НИЛ-20 в количестве 0,6%, а НИЛ-10—0,7% массы цемента. При этом начальное водосодержание снижалось с 205—210 до 170—185 л/м<sup>3</sup> (на 12—17%). Дальнейшее увеличение содержания добавок до 0,8—0,9% массы цемента практически не уменьшало водосодержание смеси. Испытания образцов на сжатие после пропаривания показали, что введение 0,4—0,6% С-3 массы цемента увеличало прочность песчаного бетона после пропаривания с 36 до 42—43 МПа. Введение добавки НИЛ-20 в том же количестве повышало прочность с 33 до 40—41,5 МПа, а 0,3—0,7% НИЛ-10 — с 34 до 40,5—42 МПа. Увеличение содержания добавок снижает прочность. По-видимому, для низкоалюминатного портландцемента Белгородского завода ( $C_3A=4\%$ ) с невысокой удельной поверхностью ( $S_{уд} = 2200...2400 \text{ см}^2/\text{г}$ ) следует вводить 0,5% С-3 и НИЛ-20 и 0,3—0,5% НИЛ-10 массы цемента. Применение дорогостоящей добавки НИЛ-10 (стоимость 1 т 1200 р.) не дает существенного преимущества по сравнению с С-3 и НИЛ-20 (стоимость 1 т 300 и 250 р.).

На прочность бетонов с добавками-суперпластификаторами большое влияние оказывает время предварительного выдерживания смеси до ТВО [2]. Оно определяется критическим периодом формирования структуры бетона  $\tau_{кр}$ . Как видно из рис. 2, введение 0,5% С-3 замедляет структурообразование песчаных бетонов. Кинетику структурообразования наблюдали с помощью конического пластометра. Для того чтобы добавка-суперпластификатор не замедляла структурообразования, кроме нее в смесь вводили 1,5% массы цемента ускоритель твердения — сернистый натрий (СН). Применение комплексной добавки ускоряет структурообразование бетонов.

Исследование влияния предварительного выдерживания цементно-песчаной смеси на прочность песчаных бетонов показало (табл. 1), что использование комплексной добавки С-3+СН повышает прочность при сжатии после пропаривания с 36 до 45 МПа при 4-часовом предварительном выдерживании и с 29 до 40 МПа при 2-часовом.

Влияние добавок на пористость песчаных бетонов исследовали по показателям структурной пористости (открытая пористость  $W_0$ , показатели среднего размера пор  $\lambda_2$  и однородности пор

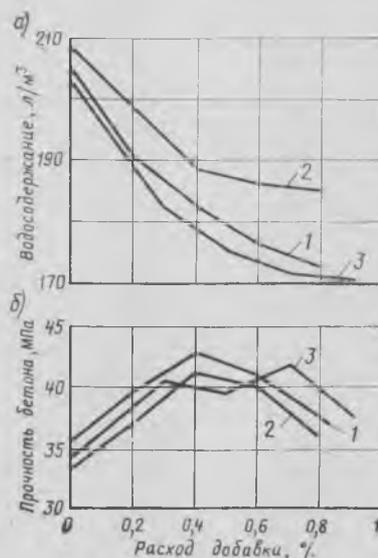


Рис. 1. Влияние пластифицирующих добавок на водосодержание цементно-песчаной смеси (а) и прочность бетона (б)

1 — С-3; 2 — НИЛ-20; 3 — НИЛ-10

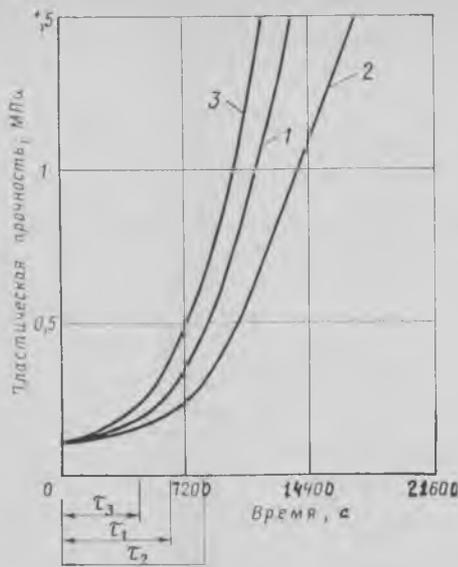


Рис. 2. Кинетика роста пластической прочности песчаных бетонов

1 — без добавки; 2 — С-3; 3 — С-3+СН

Таблица 1

Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>					Прочность бетона, МПа
П	Ц	В	С-3	СН	
600	1560	210	0	0	28/36
600	1580	180	3	0	32/43
600	1580	180	3	9	40/45

\* Перед чертой — предварительное выдерживание 2 ч; после черты — 4 ч.

по размерам  $\alpha$ ) в соответствии с ГОСТ 12730—78 и по данным групповой пористости, определяемых при

Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>						Структурная пористость			Групповая пористость, %			Прочность бетона, МПа			$E \cdot 10^{-3}$ , МПа
Ц	П	В	С-3	НИЛ-20	СН	$W$ , %	$\bar{\lambda}_2$	$\alpha$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$R_K$	$R_{пр}$	$R_p$	
600	1560	210	—	—	—	11	0,9	0,5	3,3	7,8	2,9	44,5	39	2,7	23,5
600	1580	180	—	—	—	8,2	0,8	0,5	2,7	6	2,9	50,5	46	2,8	27
600	1580	185	3	—	—	7,8	0,8	0,6	3	5,6	2,8	51	47	3	27,5
600	1560	210	—	—	—	10,7	0,9	0,5	3,5	7,6	2,7	46,5	42,5	3,1	24,5
600	1580	180	3	—	—	7,3	0,8	0,6	2,6	5,2	2,7	53,5	48	3,2	27
600	1580	185	—	—	—	7,7	0,7	0,5	2,5	6,8	2,8	54	49	3,2	26,5

трехстадийном водонасыщении (в среде с  $W_b=100\%$ , в воде и под вакуумом) согласно Рекомендациям [5].

Как видно из табл. 2, введение добавок, вызывающих снижение начального водосодержания с 210 до 180—185 л/м<sup>3</sup>, уменьшает открытую пористость с 11 до 7,3—8,2% и условный размер пор  $\bar{\lambda}_2$  с 0,9 до 0,7—0,8; однородность пор по размерам  $\alpha$  при этом практически не изменяется. Определенные параметры групповой пористости показали, что введение добавок снижает объем капиллярных пор ( $P_2$ ) с 7,8 до 5,6—6,8%, т. е. на 20—25%; объем адсорбционных ( $P_1$ ) и условно-замкнутых пор ( $P_3$ ) изменяется незначительно. Введение только СН пористость практически не изменило.

Особенности состава и структуры песчаных бетонов с добавками влияют на их физико-механические свойства. При испытании образцов размером  $7,07 \times 7,07 \times 28$  см установлено, что введение добавок практически не сказалось на призмной прочности ( $R_{пр} = 0,91 R_K$ ). Прочность песчаного бетона на растяжение равнялась 7—8%  $R_{сж}$ . Значения модуля упругости близки данным по ВСН 62-77, следовательно, вве-

дение добавок практически не влияет на физико-механические свойства песчаных бетонов.

Исследуемые песчаные бетоны с добавками обладали достаточно высокой морозостойкостью и водонепроницаемостью. Они выдержали более 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания и гидростатическое давление до  $(16—18)10^4$  Па без признаков фильтрации воды.

На Московском заводе железобетонных труб были выпущены тубинги из песчаного бетона с добавкой С-3+СН. Применение песчаного бетона при производстве тубингов в объеме около 20 тыс. м<sup>3</sup> в год снизило себестоимость материалов на 30—35 тыс. р.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов К. В., Красный И. М., Демянюк П. А. Применение мелкозернистых бетонов в строительстве. — Бетон и железобетон, 1980, № 2.
2. Малинина Л. А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1977.
3. Горчаков Г. И. и др. Рекомендации по определению состава бетона с учетом его морозостойкости. М., Стройиздат, 1976.

В результате обработки экспериментальных данных методами регрессионного анализа получены следующие зависимости:

$$\lg \Delta d = 0,4e^{3\omega} (6,3C - 0,9) + \lg [1 + 17(1 - \bar{\sigma})]; \quad (1)$$

$$\Delta d = d_p - 100;$$

$$\lg \mu = 0,45 (1,2C + 0,54) \omega^{-1} - (1 - \bar{\sigma}) 10^\omega - 1; \quad (2)$$

$$OK = 70\omega \sqrt{\omega C} \ln 6,6 \sqrt{\omega C} \times \left[ \frac{5(1 - \bar{\sigma})}{\sqrt{\omega C}} \right]; \quad (3)$$

$$\lg Ж = (0,5\omega^{-1} \bar{\sigma}^2 - 0,6)(7,5C - 0,8), \quad (4)$$

где  $d_p$  — распыл конуса по ГОСТ 310.4—76;  $\mu$  — вязкость растворов; ОК — подвижность бетонной смеси по ГОСТ 10181—76; Ж — жесткость бетонных смесей по ГОСТ 10181—76.

Интервалы прогнозирования факторов  $\omega$ ,  $C$ ,  $\bar{\sigma}$  для указанных характеристик смесей приведены в табл. 1.

УДК 691.327:668.44

О. С. ПОПОВА, канд. техн. наук (ЛИИЖТ)

## Бетоны с добавками водорастворимых смол

В качестве активных модификаторов свойств бетонов используют водорастворимые смолы [1, 2]. Эти добавки вводят с водой затворения при традиционной технологии приготовления бетонных смесей. Цементно-полимерные смеси обладают повышенной пластичностью, водоудерживающей способностью, связностью, а затвердевшие бетоны — водонепроницаемостью при давлении до 1,6 МПа, трещиностойкостью. Эти свойства позволяют расширить области практического использования нового материала. Однако иногда бетоны, заготовленные на вяжущих, близких по минералогическому составу клинкера, и с одинаковым количеством добавок, имели разную прочность. Это вызвало необходимость исследования оптимизации составов цементно-поли-

мерных бетонов для конкретной области их применения.

Изучали структуру продуктов гидратации вяжущих, а также порового пространства цементного камня и бетонов с водорастворимыми смолами, твердевших при различных температурных и влажностных режимах. Установлено, что смолы увеличивают дисперсность гидратных новообразований, а максимальный объем пор на дифференциальных кривых их распределения сдвигается в область меньших эффективных радиусов. Относительное поверхностное натяжение растворов смол  $\sigma$  для цементно-полимерных бетонов является структурным параметром, равное с истинным  $V/C$   $\omega$  и концентрацией цементного теста  $C$  [3].

В этих интервалах относительная погрешность значений  $d$ ,  $\mu$ , О.К. и Ж при доверительной вероятности 0,95 не превышает 3%. По формулам (1) — (4) построены кривые, позволяющие графически оптимизировать составы смесей (рис. 1).

Водорастворимые смолы являются эффективными пластификаторами смесей. Так, при введении в бетонные смеси растворов смол с  $\bar{\sigma}=0,9$  одинаковая подвижность их с составом без добавки достигается при снижении В/Ц на 25% и более. С помощью параметра  $\bar{\sigma}$  можно оперативно заменять марки водорастворимых смол. Из формулы (3) следует, что подвижность пластичных бетонных смесей пропорциональна количеству свободной воды ( $wC$ ). При введении в состав смесей добавок водорастворимых смол улучшается смачиваемость жидкой фазой поверхности частиц, в результате чего подвижность смесей увеличивается при меньшей доле свободной воды.

Таблица 1

Характеристики	$w$	$C$	$\bar{\sigma}$
$d_D$	0,19—0,5	0,244—0,435	0,6—1
$\mu$	0,19—0,36	0,345—0,435	0,6—1
О.К.	0,2—0,48	0,19—0,39	0,88—1
Ж	0,17—0,22	0,212—0,234	0,88—1

Аналогичные зависимости получены для прочности бетонов:

$$R = k_1 R_{ц} \sqrt{C} \ln \frac{1,5}{w} [1 - p e^{-k_2 \tau} - (1 - p)^{-k_3 \tau}][1 + k_4 (1 - \bar{\sigma})], \quad (5)$$

где  $R_{ц}$  — активность цемента;  $\tau$  — возраст бетона к моменту испытаний;  $p$  — процентное содержание  $C_3S$  в вяжущем;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  — эмпирические коэффициенты, оцениваемые методом наименьших квадратов и учитывающие способы испытания образцов и размеры их рабочего сечения, изменение скорости твердения цементного камня на различных стадиях твердения в зависимости от содержания  $C_3A$ , изменение прочности контактной зоны в результате улучшения смачиваемости поверхностей жидкой фазой с добавлением смол и других факторов.

Таблица 2

Факторы	Интервалы прогнозирования	
	для растворов	для бетонов
$C$	0,25—0,43	0,216—0,389
$w$	0,19—0,5	0,18—0,43
$p$	0,59—0,64	0,59—0,64
$\tau$	7—180	7—180
$\bar{\sigma}$	0,8—1	0,8—1
$R_{ц}$	35—60	35—60

Зависимость (5) можно использовать для прогнозирования прочности растворов и бетонов в приведенном (табл. 2) диапазоне изменения влияющих факторов. При этом относительная погрешность расчетной прочности при сжатии и растяжении не превышает 7% при доверительной вероятности 0,95. Кроме того, зависимость (5)

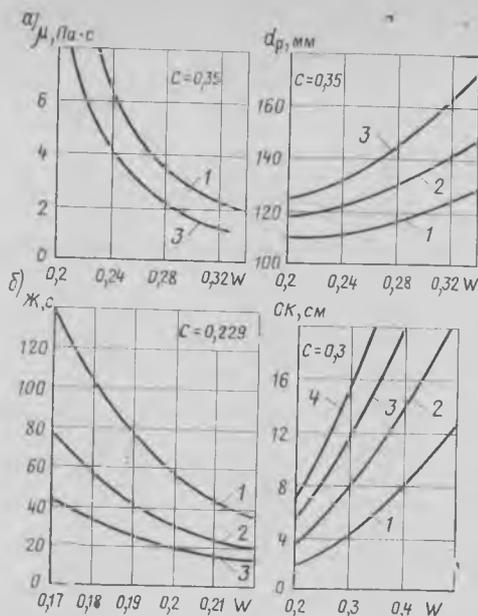


Рис. 1. Влияние водорастворимых смол на реологические и технологические свойства растворов (а) и бетонов (б) при  $\bar{\sigma}$ , равном: 1 — 1; 2 — 0,95; 3 — 0,9; 4 — 0,85

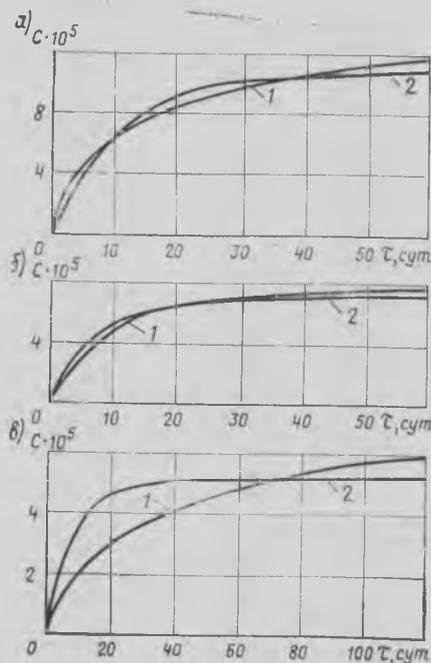


Рис. 2. Сопоставление экспериментальных значений меры ползучести бетонов с теоретическими, рассчитанными по формулам (6) — 1 и данным [5] — 2

$a$  — без добавок: 1 —  $C(T, \tau) = 15,7 [1 - e^{-0,17\sqrt{T-\tau}}]$ ; 2 —  $C(T, \tau) = 10,3 [1 - e^{-0,12(T-\tau)}]$ ;  
 $b$  — с добавкой смолы ТЭГ-1: 1 —  $C(T, \tau) = 8 [1 - e^{-0,27(T-\tau)}]$ ; 2 —  $C(T, \tau) = 7 [1 - e^{-0,12(T-\tau)}]$ ;  
 $c$  — с добавкой смолы № 89: 1 —  $C(T, \tau) = 13 - e^{-0,057(T-\tau)}$ ; 2 —  $C(T, \tau) = 5 [1 - e^{-0,12(T-\tau)}]$

позволяет учесть изменение активности и минералогического состава цементов, продолжительности твердения и ускорения или замедления твердения бетона от введения водорастворимых смол.

Бетоны без добавок и с добавками органических соединений имеют разную скорость нарастания деформации во времени [2, 4], что затрудняет прогнозирование деформаций ползучести. В результате обработки экспериментальных данных по ползучести цементно-полимерных мелкозернистых бетонов получено уравнение регрессии:

$$C(T, \tau) = \left( C_0 + \frac{A}{\tau^{\bar{\sigma}}} \right) \times \left[ 1 - e^{-\gamma(T-\tau)^{\frac{1}{2\bar{\sigma}}}} \right], \quad (6)$$

где  $C_0, A$  — коэффициенты, рассчитанные по экспериментальным данным.

Первый множитель формулы (6) для составов без добавок ( $\bar{\sigma}=1$ ) совпадает с функцией старения ( $C_0 + \frac{A}{\tau}$ ) [5]. Фактор  $\bar{\sigma}$  учитывает влияние на ползучесть бетона изменений структуры цементного камня под воздействием различных марок и дозировок водорастворимых смол. Второй множитель формулы (6) — функция, определяющая наследственность бетона, учитывает изменения в начальной стадии твердения вяжущего. С использованием зависимости (6) можно прогнозировать ползучесть цементно-полимерных бетонов при изменении  $\bar{\sigma}$  от 1 до 0,8. На рис. 2 сопоставлены экспериментальные данные и теоретические кривые для мелкозернистого бетона состава 1:3; В/Ц=0,4; без добавок и с добавками 2% смол ТЭГ-1 ( $\bar{\sigma}=0,84$ ) и № 89 ( $\bar{\sigma}=0,987$ ). Образцы нагружали в возрасте 28 сут усилием 0,5 призмочной прочности и твердели под нагрузкой при относительной влажности 85% (составы без добавок и с добавкой смолы ТЭГ-1) и при переменной влажности (составы с добавкой смолы № 89).

Установление параметра  $\bar{\sigma}$  позволило оптимизировать составы цементно-полимерных бетонов с учетом совокупности свойств исходных материалов, расширить области их применения и повысить экономическую эффективность их внедрения. В настоящее время такие бетоны применяют в промышленном, транспортном и гидротехническом строительстве. Бетоны улучшают технологические свойства смесей, повышают водо- и газонепроницаемость конструкций и сооружений, повышают сцепление цементно-полимерных составов с различными поверхностями и долговечность. Их используют для гидроизоляции очистных сооружений, насосных станций, кровельных настилов пролетных строений мостов, для цементирования нефтяных и газовых скважин, для укрепления и гидроизоляции пород, подземных выработок; при ремонте сооружений, омоноличивании стыков сборных железобетонных конструкций, изготовлении комплексных коррозионно-стойких конструкций.

Цементно-полимерными составами

зацементировано более 100 скважин в объединениях Оренбургнефть, Татнефть, Главтюменьнефтегаз с экономическим эффектом 491 тыс. р. Тресты Главзапстроя Минстроя СССР использовали более 5 тыс. м<sup>3</sup> бетона для гидроизоляции очистных сооружений. Широко применяют водорастворимые смолы для обеспечения водонепроницаемости конструкций водохозяйственного строительства (уложено 500 тыс. м<sup>3</sup> бетона с экономическим эффектом 973 тыс. р.).

### Выводы

Комплексными исследованиями свойств и структуры смесей и затвер-

девших бетонов впервые выделен обобщающий параметр, который отражает степень влияния смол на процессы структурообразования в цементном камне и позволяет оптимизировать составы смесей по технологическим, механическим и деформативным свойствам. Это расширило области применения цементно-полимерных бетонов в строительстве и сократило объем исследований при выборе состава бетона для конкретных конструкций и сооружений. Реальный эффект от внедрения цементно-полимерных бетонов и растворов в различных отраслях строительства составляет более 1,6 млн. р.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саталкин А. В., Солнцева В. А., Попова О. С. Цементно-полимерные бетоны — новые эффективные конструктивные материалы. — В кн.: Новые материалы в технике и науке. Л., Наука, 1966.
2. Саталкин А. В., Солнцева В. А., Попова О. С. Цементно-полимерные бетоны. Л., Стройиздат, 1971.
3. Баженов Ю. М., Горчаков Г. И., Алимов Л. А., Воронин В. В. Получение бетона заданных свойств. М., Стройиздат, 1978.
4. Соломатов В. И. Ползучесть полимерцементного бетона. — Строительные материалы, 1964, № 7.
5. Арутюнян Н. Х. Некоторые вопросы теории ползучести. М. — Л., ГИТТЛ, 1952.

УДК [691.175:691.327]

В. В. ПАТУРОВЕВ, И. Е. ПУТЛЯЕВ, доктора техн. наук, профессора (НИИЖБ)

## Особолегкие полимербетоны

В лаборатории полимербетонов НИИЖБ разработаны и исследованы особолегкие полимербетоны на основе высокомолекулярных фракций полиизоцианата марки К (ТУ 6-03-29-2-77). Он представляет собой жидкость темно-коричневого цвета плотностью 1,26, малотоксичен, содержит 24—25% реакционноспособных изоцианатных групп. Полиизоцианат К применяли в разном сочетании с фурфуролацетонowymi и водорастворимыми карбамидными смолами, а также с гликолями.

В результате исследований был разработан состав особолегких полимербетонов на основе смолы ФАМ и полиизоцианата К.

При объемной массе 500—600 кг/м<sup>3</sup> прочность разработанных полимербетонов составляет 2,6—3 МПа. Однако к основному недостатку этих полимербетонов относится многокомпонентность системы. В качестве отвердителя полимербетона на основе полиизоцианата К с диэтиленгликолем использован триэтанолламин. Наполнителем является тонкодисперсный андезит или керамзит, а заполнителем служил керамзитовый гравий объемной массой менее 300 кг/м<sup>3</sup> или стеклопор. Для стабилизации ячеистой структуры в состав полимербетона добавлялась в небольшом количестве кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94. Составы особолегких полимербетонов на основе полиизоцианата — диэтиленгликолевого связующего — приведены в таблице.

Составы особолегких полимербетонов отверждаются при обычной температуре благодаря наличию в смеси третичного амина — триэтанолламина. Процесс отверждения сопровождается интенсивным вспучиванием за счет выделения

углекислого газа при взаимодействии полиизоцианата с водой, содержащейся в диэтиленгликоле и в триэтанолламин.

Величина необходимого вспучивания оценивалась коэффициентом, представляющим собой отношение объема вспученной смеси  $V_n$  к объему ее смеси до вспучивания  $V_0$ :

$$K_{вс} = \frac{V_n}{V_0} \quad (1)$$

Исследования показали, что величину вспучивания можно определить по формуле

$$V_n = V_0 + 99,5 \text{ РН}_2\text{О}, \quad (2)$$

где РН<sub>2</sub>О — количество воды, г, содержащейся в диэтиленгликоле и триэтанолламин.

С учетом формул (1) и (2) и коэффициент  $K_{вс}$  удобнее определять по формуле

$$K_{вс} = \frac{V_0 + 99,5 \text{ РН}_2\text{О}}{V_0} = 1 + \text{РН}_2\text{О} \frac{99,5}{V_0} \quad (3)$$

По коэффициентам  $K_{вс}$  и  $V_0$  можно определить количество необходимой для вспучивания воды, которая содержится в диэтиленгликоле и триэтанолламин. Зная  $K_{вс}$ , легко высчитать объем полимербетонной смеси, необходимой для заполнения вспученным полимербетоном.

В зависимости от коэффициента вспучивания можно получить полимербетоны объемной массой от 300 до 800 кг/м<sup>3</sup>. Основные свойства особолегкого полимербетона на основе полиизоцианата К: усредненная объемная масса 400

кг/м<sup>3</sup>; прочность при сжатии 3,3 МПа; прочность при изгибе 2,2 МПа; адгезия к стали 0,5 МПа; термостойкость 160°C; водопоглощение за 100 сут при 20°C не более 20%; капиллярный подсос за 100 сут при 20°C не более 7%.

Разработанный полимербетон в зависимости от назначения может иметь однородную или интегральную плотность и пористость. Конструкции с интегральной пористостью имеют плотную (толщиной 2—3 мм) структуру по поверхности и пористую внутри, что обеспечивает более высокое сопротивление проницаемости жидкостей или газов к внутренним слоям.

Технология приготовления особолегкого полимербетона на основе полиизоцианата К не требует специального оборудования. Она включает операции по дозированию составляющих, перемешиванию их и укладку готовой смеси в формы, причем дозирование осуществляется по массе и по объему. Порядок совмещения компонентов следующий. Вводят ГКЖ-94 в полиизоцианат К и перемешивают, затем в смесь добавляют диэтиленгликоль. После равномерного перемешивания в смесь вводят наполнитель и перемешивают еще раз. Последним добавляется триэтанолламин. Через 15—20 мин после его введения смесь отверждается.

Разработанный в НИИЖБ особолегкий полимербетон предназначен для ограждающих конструкций в районах с резкими перепадами температур, для защиты теплопроводов, изготовления многослойных ограждающих конструкций в комплексе с общестроительными материалами.

Испытания фрагментов трубопровода для бесканальной прокладки тепловых сетей, эксплуатируемых при температуре теплоносителя до 150°C, показали их высокую эффективность. В 1979 г. совместно с институтом ВНИИПИЭнергопром на одном из предприятий было изготовлено 1500 пог. м таких труб. С 1979 г. ведется наблюдение за эксплуатацией участка бесканального трубопровода с изоляцией из особолегкого полимербетона.

Укладка бесканальных тепловых сетей с изоляцией на основе особолегкого полимербетона значительно проще укладки тепловых сетей с изоляцией из автоклавного армопенбетона и битумоперлита, которые используются в настоящее время в СССР и за рубежом.

Следует отметить, что строительные конструкции из особолегкого полимербетона обладают высокой стойкостью в агрессивных средах.

Составляющие	Количество составляющих, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полиизоцианат К	33	44	38	33	42	37	31	27	25	23
Диэтиленгликоль	11	11	10	10	15	12	8	7	7	6
Триэтанолламин	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
ГКЖ-94	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Андезит	55	44	50	56	42	50	60	65	67	70

Б. И. ПИНУС, канд. техн. наук; В. В. СЕМЕНОВ, инж.  
(Иркутский политехнический ин-т);  
Е. А. ГУЗЕЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Предельные деформации бетонов, подвергнутых циклическому замораживанию и оттаиванию

Диаграмма «напряжение—деформация» во всей области напряженно-деформированного состояния является важной характеристикой механических свойств бетона [1]. Методика ее получения регламентируется в настоящее время Рекомендациями [2, 3] и предусматривает измерение деформаций установленными по всем граням бетонной призмы индикаторами часового типа или наклеиваемыми тензорезисторами. При этом использование механических приборов практически исключает возможность получения предельных деформаций, а электрических — нисходящей ветви диаграммы. Кроме того, в последнем случае снижается точность и надежность изменений из-за однократного применения датчиков, выборочного характера их тарировки и повышенной чувствительности к гигрометрическому состоянию поверхности влагонасыщенных образцов.

Этих недостатков можно избежать при использовании установки (стенда)

автоматической записи диаграммы «усилие—деформация» с помощью рамных электромеханических тензорезисторных преобразователей многократного пользования [3] (см. рисунок). Их устанавливают на образце в преднапряженном состоянии, обратном напряжению бетона при исследуемом нагружении. Это позволяет оставлять датчики на образце вплоть до разрушения. Приборы через тензоусилитель соединены с одним из входных каналов двухкоординатного самописца, на второй канал которого подается сигнал с датчика усилия, жестко насаженного на ось силоизмерителя. Регулируя масштаб записи диаграммы, можно (при прочих равных условиях) повысить точность измерения деформаций на 1—2 порядка по сравнению с традиционным способом [2].

Стенд для дистанционной автоматической записи диаграмм осевого сжатия и растяжения использован при изучении влияния циклического заморажи-

вания до температуры  $-60^{\circ}\text{C}$  и оттаивания на предельную деформативность бетона. Одновременно производили измерения по стандартной методике.

Опытные образцы-призмы размером  $10 \times 10 \times 40$  см и цилиндры диаметром 15 см, длиной 50 см изготовляли из тяжелого бетона естественного твердения на среднеалюминатном цементе и гранитном щебне (состав по массе 1:1,58:2,83;  $V/C = 0,46$ ).

Из таблицы следует, что бетон естественной влажности на принятой базе испытаний (40 циклов) практически не меняет своих механических свойств. Прочность на сжатие влагонасыщенного бетона первоначально не уменьшается, что, по мнению многих исследователей, объясняется преобладанием конструктивных процессов в оттаивающем бетоне, главным образом вследствие дополнительной гидратации цемента. Сопrotивляемость бетона растягивающим усилиям неуклонно снижается, а предельные деформации постоянно возрастают в основном в результате развития псевдопластических деформаций, увеличения микротрещиноватости, в первую очередь в поверхностных слоях. Эти факты указывают на преобладающее деструктивное воздействие низких температур на влагонасыщенные бетоны, что не всегда позволяет установить существующая методика.

Абсолютные значения предельной сжимаемости имеют и самостоятельное значение, являясь характеристиками, предопределяющими расчетное сопротивление арматуры сжатию и трещиностойкость конструкций. Предельное укорочение при сжатии влагонасыщенного бетона ( $16,4 \cdot 10^{-4}$ ) меньше, а в бетоне, подвергнутом замораживанию и оттаиванию, выше принятого в СНиП II-21-75. Это указывает на необходимость анализа составляющих предельных деформаций (упругой, пластической и псевдопластической) и дифференцированного подхода к значению  $R_{a,c}$  в зависимости от условий эксплуатации конструкций.

Предельная растяжимость бетона в процессе попеременного действия низких температур и влаги возрастает сильнее в результате увеличения микротрещиноватости структуры, понижения прочности и модуля упругости. Эти процессы отдалают момент образования критической трещины разрыва, и сказываются на проницаемости бетона, его защитных свойствах, по отношению к стальной арматуре.

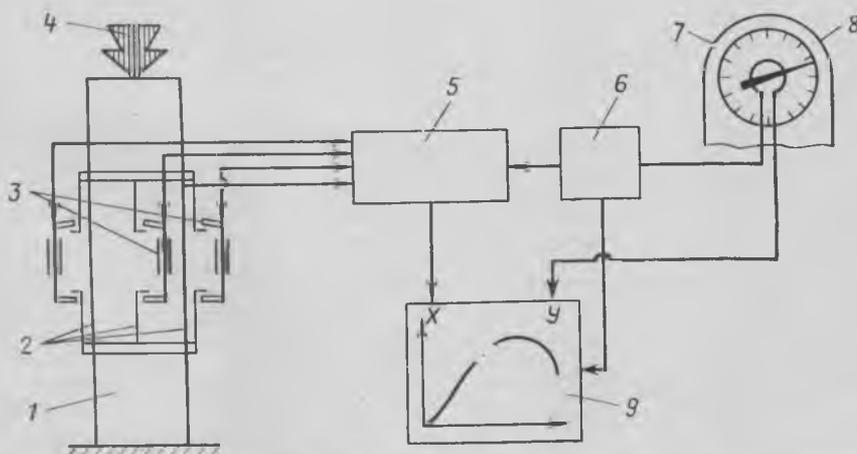
Принятая методика регистрации деформаций позволила получить данные, характеризующиеся коэффициентом вариации 5,8—11,2% (по стандартной методике 6,5—19,4%). Следовательно, становится возможным повысить точность эксперимента и при требуемой достоверности сократить объем испытаний.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная инструкция по определению призмной прочности и начального модуля упругости бетонов. М., Стройиздат, 1968.
2. Методические рекомендации по определению прочностных и структурных характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении. М., НИИЖБ, 1976.
3. Ренский А. Б., Баранов Д. С., Макаров Р. А. Тензометрирование строительных конструкций и материалов. М., Стройиздат, 1977.

Число циклов замораживания	Влажность бетона по массе, %	R, МПа		$\varepsilon \cdot 10^{-4}$	
		сжатие	растяжение	сжатие	растяжение
0	1,76/5,07*	52,8/39,8	3,34/1,98	20,2/16,4	1,48/1,42
10	1,99/5,52	51,2/40,2	3,21/1,92	19,7/23,4	1,46/2,36
20	2,26/5,82	52,3/42,2	3,29/1,65	18,8/28,8	1,44/4,43
30	—/—	—/—	—/1,05	—/—	—/8,12
40	2,73/6,03	53,9/17,4	3,36/1,05	19,6/55,6	1,39/—

\* Перед чертой — бетон естественной влажности, после черты — водонасыщенный.



Принципиальная схема установки для автоматической записи диаграммы деформаций при испытании бетонных образцов

1 — опытный образец; 2 — инвентарная рама с Г-образными удлинителями; 3 — электромеханические тензорезисторные преобразователи; 4 — нагрузочное устройство; 5 — тензоусилитель; 6 — блок питания; 7 — кольцевой однооборотный проволоочный потенциометр; 8 — силоизмеритель; 9 — двухкоординатный самописец

691.327:620.169.1

И. В. ГОРЕНШТЕЙН, канд. техн. наук;  
М. А. АФАНАСЬЕВА, И. М. ТРУХАНОВА,  
Л. Ф. ЦЕПЛЯЕВА, инженеры  
(Челябинский Промстройинипроект);  
Г. С. МИТНИК, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Зависимость качества бетона от динамики обшивки формы

Основным фактором, определяющим степень уплотнения бетонной смеси в процессе формирования, является динамическое давление, развиваемое по толщине столба бетона при работе уплотняющего механизма. Это давление зависит от относительной деформации смеси и ее упругих и неупругих характеристик. Для получения необходимого давления по всей площади формы, а также качественных лицевых поверхностей недостаточно иметь надлежащий механизм уплотнения и правильно подобранный состав смеси. Необходимо, чтобы поддон формы имел жесткость, определенную на основе исследований динамики колебательной системы виброорган—форма—бетонная смесь [1].

Разница амплитуд колебаний по площади поддона объясняется тем, что форма, ее поддон и борта обладают конечной жесткостью, и на вертикальные перемещения формы как абсолютного жесткого тела накладываются изгибные колебания несущего каркаса и обшивки. В определенных условиях параметры обшивки — ее толщина и размеры ячеек — являются решающим фактором уплотнения смеси. От их выбора зависит частота  $f_1$  основного тона собственных колебаний системы (на эту величину влияет также масса несущего каркаса поддона и подвижных частей формовочного механизма).

Ниже приведены результаты исследований качества поверхности и плотности бетона плит-образцов размерами в плане  $0,3 \times 0,3$  и  $0,5 \times 0,5$  м и высотой 0,05 и 0,1 м, полученных в формах с различной толщиной обшивки поддона и, следовательно, при разных значениях частоты  $f_1$ . Исследования проводили на лабораторной ударной площадке, аналогичной конструкции стола ШС-10 [2], и лабораторной виброплощадке 435А с гармоническими колебаниями. В качестве поддона использовали сменные пластины толщиной от 0,5 до 10 мм, частоты основного тона колебаний для них определяли опытным путем с помощью виброакустической аппаратуры «Брюль и Кьер». Проводился анализ узкополосного сигнала (при полосе пропускания 3%) и по максимуму на частотной характеристи-

Керамзитобетон	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Показатели				
		$\lambda$ , Вт/(м·°С)	$\mu$ , м	$\nu$ , м	$\rho$ , м	$\sigma$ , м
На перлитовом песке	710	0,18/0*	0,21/3	0,25/10	0,32/15	—/—
На керамзитовом песке	739	0,2/0	0,22/4,8	0,28/10	—/—	—/—
На перлитовом песке	1060	0,29/0	0,3/2,44	0,32/4,86	0,37/9,77	0,4/11,61

\* Перед чертой  $\lambda$ , Вт/(м·°С); после черты —  $W$ , %.

видно, что коэффициент влагопроводности материала отличается от коэффициента влагопроводности его при диффузии водных растворов.

Экспериментальную проверку зависимости влияния водорастворимых компонентов на миграцию жидкой влаги в строительных материалах осуществляли при определении коэффициента влагопроводности в растворах  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$  5 и 10%-ной концентрации.

Опыты проводили при стационарном режиме увлажнения по методике [4]; температура воздуха  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , относительная влажность воздуха 50—55%. Относительную влажность проверяли психрометром «Асмана» и фиксировали гигрографом, а температуру — термометром.

После установления стационарного режима перемещения влаги в образце его разрезали на 8 частей через 3 см по высоте. После этого определили влажность материала каждой части и построили график изменения влажности по высоте образца (рис. 2).

Продифференцировав кривые на рис. 2, получили величину градиента влажности материала  $dw/dx$ . Частное от деления опытного значения потока влаги  $G$  и градиента влажности является коэффициентом влагопроводности. Его изменение в зависимости от влажности приведено на рис. 3. Установлено, что коэффициент влагопроводности возрастает по мере приближения к стороне образца, обращенной к воде, т. е. с увеличением влажности материала.

Снижение растворами  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  и  $\text{NaOH}$  миграции жидкой влаги в легких бетонах объясняется вязкостью и поверхностным натяжением.

Исследования показали, что при диффузии  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  через керамзитобетон на керамзитовом песке ( $\gamma = 739$  кг/м<sup>3</sup>) обнаружены значительные изменения структуры материала, наличие видимых трещин и налета кристаллов соды на верхней поверхности образцов. Такое же явление наблюдалось при исследовании наружной поверхности кирпичных стен на Новомосковском химическом комбинате.

Диффузия раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  через керамзитобетон на перлитовом песке ( $\gamma = 710$  кг/м<sup>3</sup> и  $\gamma = 1060$  кг/м<sup>3</sup>) не вызывает изменений в структуре материала. Это объясняется в основном пониженной межзерновой пустотностью и большой коррозионной стойкостью.

Полученные результаты позволили учитывать влияние растворимых компонентов на миграцию водных растворов и на содержание сорбционной влаги в наружных стенах из рассмотренных бетонов. Они использованы при расчете

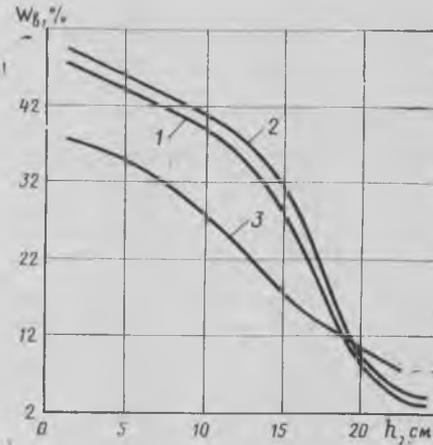


Рис. 2. Распределение влажности в образце из керамзитобетона на керамзитовом песке ( $\gamma = 739$  кг/м<sup>3</sup>) при капиллярной диффузии воды и раствора  $\text{NaCl}$   
1 — 5%-ный раствор  $\text{NaCl}$ ; 2 — то же, 10%-ный раствор; 3 — вода

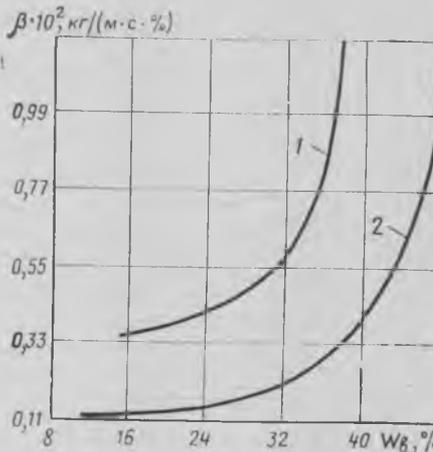


Рис. 3. Коэффициент влагопроводности керамзитобетона на керамзитовом песке ( $\gamma = 739$  кг/м<sup>3</sup>) в зависимости от его влажности при диффузии воды (1) и 5%-ного раствора  $\text{NaCl}$  (2)

температурно-влажностного режима наружных стен, эксплуатируемых в агрессивных средах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения влажностных характеристик строительных материалов. Киев, НИИСК, 1970.
2. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М., Стройиздат, 1973.
3. Краткий справочник по химии. Киев, Наукова думка, 1974.
4. Брилинг Р. Б. Миграция влаги в строительных ограждениях. — В сб.: Исследования по строительной физике. М., Стройиздат, 1949.

## Теплофизические свойства легких бетонов

При обследовании ограждающих конструкций промзданий содовых производств обнаружены соли хлористого и углекислого натрия, что вызвало повышенное содержание влаги. Для изучения влажностного состояния ограждающих конструкций в зданиях с внутренней агрессивной средой необходимо исследовать сорбционное увлажнение и коэффициент влагопроводности материалов. Характеристикой степени взаимодействия капиллярно-пористых строительных материалов с парообразной влагой, находящейся в окружающем воздухе, являются изотермы сорбции-десорбции. Количество удерживаемой в данных условиях влаги определяется физико-химической природой материала, его структурой, а также наличием в поровом пространстве различных химических веществ.

Изучение теплофизических характеристик легких бетонов на пористых заполнителях ( $\gamma=700\text{--}1100 \text{ кг/м}^3$ ) позволяет расширить применение их в различных областях строительства, в том числе в промышленном и сельскохозяйственном.

Для опытов использовали керамзитобетон на перлитовом песке с объемной массой 710 и 1060  $\text{кг/м}^3$  и керамзитобетон на керамзитовом песке ( $\gamma=739 \text{ кг/м}^3$ ). Образцы-кубы с ребром 20 мм высушивали до постоянной массы при температуре  $105 \pm 1^\circ\text{C}$ . После этого их на 72 ч погружали в раствор NaCl и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5- и

10%-ной концентрации. Затем как для контрольных (ненасыщенных солью), так и для насыщенных солью материалов эксикаторным методом [1] при комнатной температуре определили сорбционное увлажнение. 54 контрольных образца испытывали в течение 6 мес, 225 насыщенных солью — 10 мес (рис. 1).

В результате экспериментов установлено, что наличие соли в бетонах увеличивает их сорбционную влажность. При этом присутствие NaCl в большей степени, чем  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , повышает способность материала к удержанию парообразной влаги. Увеличение концентрации обеих солей также повышает сорбционную способность испытанных материалов. Приведенная на рис. 1 изотерма десорбции керамзитобетона на перлитовом песке ( $\gamma=710 \text{ кг/м}^3$ ), насыщенного 10%-ным раствором NaCl, свидетельствует о наличии значительного гистерезиса в процессах поглощения и отдачи материалом парообразной влаги.

Сорбционные влажности образцов на перлитовом песке ( $\gamma_0=1060 \text{ кг/м}^3$ ) как ненасыщенного солью, так и содержащего  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  различной концентрации, мало отличаются количественно (см. рис. 1). Аналогичные данные для керамзитобетона на перлитовом песке ( $\gamma_0=710 \text{ кг/м}^3$  и на керамзитовом песке  $\gamma_0=739 \text{ кг/м}^3$ ) обнаруживают более резкое различие при сравнении насыщенных и ненасыщенных  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  образцов, особенно при  $W_n=60\text{--}97\%$ . При

насыщении раствором NaCl это различие проявляется еще более отчетливо.

Известно, что с изменением влажности материала изменяется коэффициент теплопроводности  $\lambda$ . В зависимости от влажности  $\lambda$  определяли с помощью прибора фирмы «Feutron» (ГДР) методом, основанным на стационарном тепловом режиме, на образцах-пластинах размером  $25 \times 25 \times 5$  см. При этом выбрали пять степеней увлажнения бетона: образец, высушенный до абсолютно сухого состояния ( $W_n=2, 5, 10$  и  $15\%$ ). Увлажнение 5 и 10% соответствует величинам расчетной влажности керамзитобетона на керамзитовом песке для условий эксплуатации ограждения по режимам А и Б согласно СНиП II-3-79. Для равномерности распределения влаги по сечению образцы в течение 2—3 мес выдерживали до испытания в полиэтиленовых мешочках.

В таблице приведены результаты изменения коэффициента теплопроводности бетона в зависимости от его влажности. Установлено, что с повышением влажности материала повышается его коэффициент теплопроводности.

Физической характеристикой, определяющей миграцию влаги и кинетику влажностного состояния ограждающих конструкций является коэффициент влагопроводности. Его величина прямо пропорциональна изменению поверхностного натяжения  $\sigma$  и обратно пропорциональна изменению вязкости воды  $\mu$  [2]:

$$\beta_t = \beta_0 \frac{\mu_0 \sigma_t}{\mu_t \sigma_0}$$

где  $\beta_t, \beta_0$  — коэффициент влагопроводности при  $t$  и  $t=0^\circ\text{C}$ ,  $\text{Н}/(\text{м} \cdot \text{с} \cdot \%)$ ;  $\mu_t, \mu_0$  — вязкость воды при  $t$  и  $t=0^\circ\text{C}$ ,  $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$ ;  $\sigma_t, \sigma_0$  — поверхностное натяжение воды при  $t$  и  $t=0^\circ\text{C}$ ,  $\text{Н}/\text{м}$ .

Вязкость воды с уменьшением температуры повышается быстрее, чем поверхностное натяжение, в связи с чем уменьшается коэффициент влагопроводности.

Поверхностное натяжение и вязкость водных растворов зависят от температуры, количественного и качественного состава водорастворимых компонентов. При постоянной температуре поверхностное натяжение и вязкость водорастворимых компонентов ( $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NaCl}, \text{NaOH}$ ) выше, чем поверхностное натяжение и вязкость воды [3]. Чем больше количество растворенного вещества в воде, тем сильнее отличаются вязкость и поверхностное натяжение раствора от соответствующих показателей воды. В связи с этим из приведенной формулы

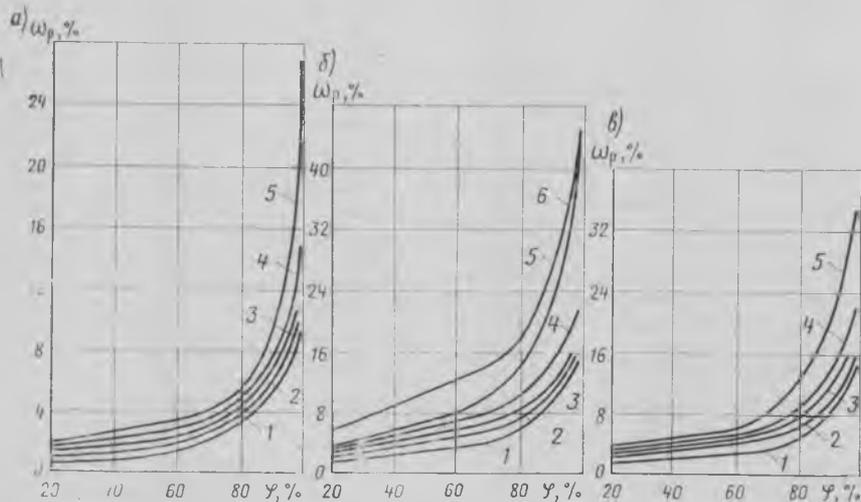
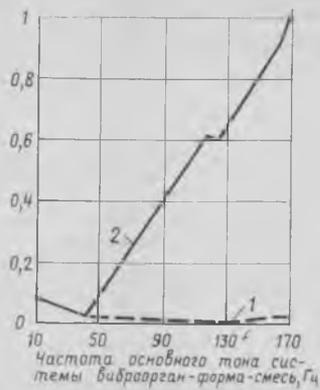


Рис. 1. Зависимость сорбционной влажности керамзитобетона от насыщенности  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и NaCl  
 а — на перлитовом песке ( $\gamma=1060 \text{ кг/м}^3$ ); б — то же,  $\gamma=710 \text{ кг/м}^3$ ; в — на керамзитовом песке; ( $\gamma=739 \text{ кг/м}^3$ ); 1 — ненасыщенный солью образец; 2—6 — насыщенные солью образцы; 2 —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $C=5\%$ ); 3 — то же,  $C=10\%$ ; 4 — NaCl ( $C=5\%$ ); 5 — то же,  $C=10\%$ ; 6 — десорбция NaCl ( $C=10\%$ )



Зависимость относительной пористости поверхности плит от жесткости дна формы  
1 — ударный стол; 2 — виброплощадка

ке ускорения определялось значение частоты  $f_1$ . Эту величину можно также определить расчетным путем по методике, описанной в [3].

Основной характеристикой качества поверхности являются относительная поверхностная пористость, представляющая собой отношение площади пор к площади плиты и отношение числа крупных и мелких пор к площади плиты. Использовали смесь состава (на  $1 \text{ м}^3$ ): Ц — 366 кг, П — 625 кг, Ш<sub>3-10</sub> — 495 кг, Ш<sub>10-20</sub> — 710 кг, В — 180 л. Жесткость смеси — 8 с по ГОСТ 10180—74. Уплотнение осуществлялось по обычно принятым на заводах режимам работы ударной и вибрационной площадки. Время обработки составляло соответственно 2 и 1 мин.

Качество нижней поверхности плит, изготовленных на виброплощадке, существенно зависит (см. рисунок) от расположения частоты  $f_1$  относительно частоты вибрирования (50 Гц). Наименьшее количество пор имеют плиты, изготовленные в форме с пластиной толщиной 2 мм ( $f_1 = 42 \text{ Гц}$ ). В этом случае относительная поверхностная пористость примерно в 2 раза ниже, чем у плит, полученных на пластине толщиной 4 мм ( $f_1 = 115 \text{ Гц}$ ). При толщине пластины менее 2 мм положительный эффект сохраняется. При наличии чрезмерно гибкой пластины, когда  $f_1 < 20 \text{ Гц}$ , наблюдали увеличение относительной поверхностной пористости и числа пор на  $1 \text{ см}^2$  поверхности. Такое же явление наблюдалось и при уплотнении на пластинах толщиной 6, 8 и 10 мм ( $f_1$  соответственно 125, 160 и 170 Гц) с той лишь разницей, что при уплотнении плит на тонких пластинах появляется множество очень мелких пор (менее 1 мм), а на толстых число пор уменьша-

ется, но они увеличиваются в размерах (5—10 мм). Больше всего пор встречается по краям и углам плит, к центру их число заметно снижается, особенно у плит, полученных на пластинах толщиной 2—4 мм. Приведенные результаты получены на основе статистической обработки показателей относительной поверхностной пористости не менее чем трех плит, изготовленных на всех сменных пластинах.

Теоретические исследования системы виброорган—форма—бетонная смесь показывают, что частота  $f_1$  существенно влияет на величину и на знак динамического давления. Если  $f_1 < f_v$ , где  $f_v$  — частота вибрирования, то величина давления ниже, чем при  $f_1 \geq f_v$ , а знак в соответствующих точках колебательно-го цикла меняется на противоположный.

Известно, что при наличии жесткой обшивки ( $f_1 > 50 \text{ Гц}$ ) возникновение отрицательных давлений, т. е. разрежений в верхней точке колебательного движения, приводит к непрерывному вовлечению воздуха в форму. Это ограничивает долговечность и водонепроницаемость изделий и является одним из основных недостатков формования при вертикально направленных колебаниях установки. Если же обшивка поддона формы будет достаточно гибкой ( $f_1 < 50 \text{ Гц}$ ), абсолютная величина давления в центре ячейки будет ниже, чем при жесткой обшивке. Кроме того, в верхней точке колебательного движения давление будет положительным, что уменьшает подсос воздуха в форму. Очевидно, применение гибкой обшивки допустимо только при использовании сравнительно подвижных смесей.

Снижение динамического давления при уплотнении смеси на виброплощадке в форму с гибкой обшивкой ( $f_1 < f_v$ ) приводит наряду с улучшением качества поверхности к некоторому ухудшению его структурных характеристик и снижению плотности бетона (табл. 1). Характеристики поровой структуры определяли по ГОСТ 127304—78. Измеряли:  $\omega_0$  — водопоглощение бетона-образца по объему;  $\lambda$  — показатель среднего размера открытых капиллярных пор;  $\alpha$  — показатель однородности размеров открытых капиллярных пор на кубках с ребром 0,07 м, уплотненных в двух-трехместных формочках без дна, которые с помощью болтов закреплялись в центре пластин формы размером  $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ . Измеряли также величину ускорения в центре пластины формы. Образцы изготовляли из смеси состава (на  $1 \text{ м}^3$ ): Ц — 475 кг, П — 676 кг, Ш — 1136 кг, В — 175,75 л; жесткость смеси — 12...15 с по ГОСТ 10181—76. Как видно из табл. 1, при  $f_1 < f_v$  величина

Таблица 1

Толщина пластины, мм	Частота $f_1$ , Гц	Уплотнение на виброплощадке				Уплотнение на ударной площадке			
		ускорение колебаний на частоте 50 Гц, $\text{м/с}^2$	показатели поровой структуры			общий уровень ускорения на частоте 2—2000 Гц, $\text{м/с}^2$	показатель поровой структуры		
			$\omega_0$	$\alpha$	$\lambda$		$\omega_0$	$\alpha$	$\lambda$
10	85	35	12,96	0,61	1,14	30	13,059	0,62	1,18
5	50	94	11,28	0,57	1,17	33	11,56	0,6	1,08
2	22,5	21	13,92	0,478	2,12	40	8,13	0,564	1,57

ускорения снижается, что приводит к увеличению водопоглощения  $\omega_0$  и среднего размера пор  $\lambda$  образцов по сравнению с образцами, полученными в форме на пластинах большей толщины, когда  $f_1 \geq f_v$ .

Плотность бетона оценивали по скорости прохождения ультразвука в плитах-образцах размером  $0,3 \times 0,3 \times 0,1 \text{ м}$  после выдерживания их в течение 28 сут в камере нормального твердения. Применяли ультразвуковой прибор УК-10п и методику по ГОСТ 17624—78. При уплотнении на виброплощадке по результатам сквозного и поверхностного прозвучивания всего объема бетона установлено, что плотность плит мало зависит от толщины обшивки (табл. 2). Если же оценивать плотность по водопоглощению в центре образца, то влияние толщины обшивки оказывается сильнее: с уменьшением толщины плотность бетона падает.

Таблица 2

Толщина пластины, мм	Частота $f_1$ , Гц	Уплотнение на виброплощадке		Уплотнение на ударной площадке	
		ускорение колебаний на частоте 50 Гц, $\text{м/с}^2$	скорость ультразвука при прозвучивании, $\text{м/с}$	общий уровень ускорения на частоте 2—2000 Гц, $\text{м/с}^2$	скорость ультразвука при прозвучивании, $\text{м/с}$
10	150	19	4398/4546	19	4500/4660
2	44	52	4422/4477	47	4403/4639
1	26	47	4337/4705	89	4334/4722

Примечание. Перед чертой — при сквозном прозвучивании; после черты — при поверхностном.

Таким образом, при изготовлении изделий на виброплощадке с гармоническими колебаниями динамической работа обшивки формы существенно влияет на качество нижней поверхности изделия, на плотность и структурные характеристики бетона, определяющие его морозостойкость и водонепроницаемость [4]. Поскольку при проектировании форм параметры обшивки выбираются без учета динамики колебательной системы виброорган—форма—бетонная смесь, получение качественных характеристик бетона носит случайный характер, результаты часто являются трудно объяснимыми. Например, на обычных виброплощадках типа СМЖ-200Б удается добиться довольно высокого качества нижней поверхности изделия без особого подбора состава смеси и режима ее уплотнения. В других случаях, в особенности если форма не закреплена на площадке, смесь выбрызгивается вследствие резкого увеличения изгибных деформаций обшивки, качество поверхности резко ухудшается.

Использование ударной площадки позволяет значительно уменьшить число пор на нижней поверхности образцов практически вне зависимости от толщины обшивки по сравнению с виброплощадкой с гармоническими колебаниями в одной и той же форме. Плотность бетона, оцениваемая скоростью прохождения ультразвука по его объему, с понижением частоты  $f_1$ , т. е. при применении ячеек больших размеров и обшивки меньшей толщины, также мало меняется. Однако если ее оценивать по величине водопоглощения в середине плиты-об-

разца, то с уменьшением толщины обшивки и соответственно при снижении частоты  $f_1$  плотность возрастает, что также свидетельствует об улучшении качества бетона. На это указывает и увеличение среднего размера пор [4].

Сравнивая характеристики бетона, уплотненного на установках обоих типов, можно отметить, что при  $f_1 < 50$  Гц водопоглощение при уплотнении на ударной площадке намного ниже (т. е. плотность выше), чем на виброплощадке. Это можно объяснить тем, что при уменьшении частоты  $f_1$  ускорение в центре пластины на ударной площадке возрастает, а на виброплощадке снижается. При более жесткой обшивке ( $f_1 \geq 50$  Гц) различие в качестве бетона, уплотненного на обеих установках незначительно (см. табл. 1). Если оцени-

вать с помощью ультразвука плотность образца по всему объему, то можно убедиться, что при сквозном и поверхностном прозвучивании показатели бетона, уплотненного на ударной площадке, выше, чем на виброплощадке (см. табл. 2). Это свидетельствует о том, что на ударных установках можно получить высокие качественные характеристики бетона в обычных стальных формах без учета каких-то особых требований к динамике их обшивки. Кроме того, можно использовать гибкую обшивку, т. е. формы с большими размерами ячеек и меньшей толщиной листа.

Исследования показывают, что часто-та основного тона собственных колебаний системы виброплощадка — форма — смесь является одним из факторов, определяющих основные показатели ка-

чества бетона. Выбору размеров ячеек и толщины обшивки формы, т. е. ее жесткости, следует уделять особое внимание при проектировании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горенштейн И. В., Арьков Г. В., Митник Г. С. Влияние формы на уплотнение смеси. — Бетон и железобетон, 1979, № 11.
2. Руководство по ударной технологии изготовления железобетонных изделий. НИИЖБ Госстроя СССР. М., 1979.
3. Горенштейн И. В. Исследование частот собственных колебаний системы вибромашина — форма — бетонная смесь. В сб.: Исследование строительных конструкций. Красноярский Проектинститут, Красноярск, 1980.
4. Грапп В. Б. и др. Зависимость морозостойкости бетона с добавками от параметров поровой структуры. В сб.: Неразрушающие методы испытаний строительных материалов и конструкций. РПИ, вып. 2. Рига, 1976.

УДК [691.7+666.3/.7].004.14

П. Н. ДМИТРИЕВ, Л. А. МЕШКОВА, инженеры (Гипроцемент);  
Л. И. ВЫГОНСКИЙ, инж. (завод ЖБИ № 3)

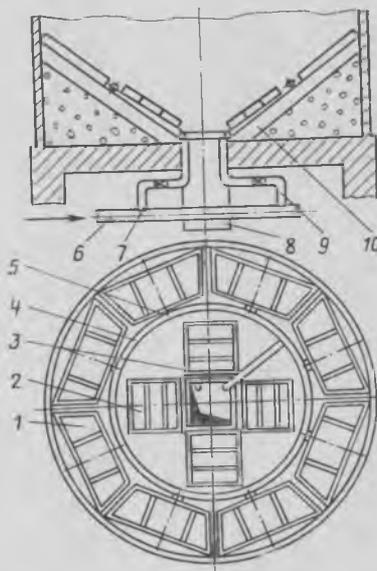
## Опыт применения металлокерамики на складе цемента

В 1974—1975 гг. Гипроцемент совместно с заводом ЖБИ № 3 ПО «Баррикада» внедрили систему аэрации склада цемента\*. Цемент хранится в шести бетонных силосах, диаметром 3 и высотой 13 м, вместимостью по 100 т каждый. Новая система аэрации включает в себя узел подвода сжатого воздуха от компрессора и равномерного распределения сжатого воздуха по всей поверхности днища силоса с помощью аэроднища конструкции Гипроцемента. Аэроднище состоит из двух групп аэрокоробок (см. рисунок): наружного аэрационного кольца из восьми трапециевидных аэрокоробок с индивидуальным подводом сжатого воздуха от кольцеобразной трубы с регулировочным вентилем, и центральной группы из четырех аэрокоробок прямоугольной формы.

Каждая из аэрокоробок состоит из герметичного металлического корпуса сварной конструкции, разделенного перегородкой на два изолированных отсека. Вдоль оси корпуса расположена воздухоподводящая труба со строго определенным числом и размером отверстий для каждого отсека в зависимости от его площади. Между корпусом и прижимной рамкой закреплена пористая перегородка.

Система аэрации работает по следующему принципу. Выходящие из аэрокоробки через пористую перегородку микроструи воздуха придают цементу текучие свойства, благодаря чему он хорошо выгружается из силоса.

В качестве пористой перегородки устанавливают многослойную ткань. В одной из силосных банок используют более долговечный материал — пористую металлокерамику ПНС-10. Металлокерамика проста в изготовлении и



Система аэрации с применением пористой перегородки из металлокерамики в цементном силосе диаметром 3 м  
1 — периферийные аэрокоробки; 2 — центральные аэрокоробки; 3 и 4 — коллекторные воздухопроводы, расположенные на днище силоса; 5 — воздушные трубки, соединяющие аэрокоробки каждой группы; 6 — трубопровод для подачи сжатого воздуха от компрессорной станции; 7 и 9 — подводящие воздушные трубки; 8 — донное отверстие; 10 — днище

представляет собой листы из чистого нержавеющей металла марки Х18Н15, прокатанные и обожженные из металлических порошков с размером частиц от 50 до 200 мк. Максимальные размеры листов металлокерамики обусловлены габаритами обжиговых печей и варьируются по ширине от 200 до 600 мм; по длине до 1000 мм; максимальная толщина листов составляет 2—3 мм. Пористость металлокерамики ПНС-10 составляет 45—50%, сопротивление при оптимальном удельном расходе воздуха 5—6 н. м<sup>3</sup>/мин на 1 м<sup>2</sup> пористой поверхности не превышает 0,005 МПа (500 мм вод. ст.).

Пористые перегородки металлокерамики в большей степени, чем тканевые, позволяют принудительно перераспределять выход сжатого воздуха равномерно по всей поверхности в пределах аэрокоробки или отдельного отсека, который они перекрывают. Это обусловлено тем, что проходные поры представляют собой жесткие недеформируемые структуры. Аэрокоробки с металлокерамикой находятся в эксплуатации более шести лет. За этот период было проведено два обследования — в 1978 и 1981 гг., которые показали, что цемент выгружается из силосной банки полностью без механической чистки только благодаря аэрации. Это служит одним из основных признаков эффективной аэрирующей (рыхлительной) способности аэрокоробок. Визуальный осмотр показал удовлетворительное состояние поверхности металлокерамики: без признаков затертости пор, без разломов, трещин и каких-либо других повреждений. Сферическая деформация от постоянной эксплуатации под давлением сжатого воздуха не обнаружена.

На основании положительного опыта эксплуатации в 1979 г. было внедрено аэроднище в смесительном силосе диаметром 6 м на Катав-Ивановском цементном заводе. Результаты шестилетней эксплуатации новой системы аэрации с применением пористой металлокерамики подтверждают преимущества этого материала перед тканевыми перегородками и позволяют рекомендовать его для более широкого использования в складах для хранения различных порошкообразных материалов.

\* Дмитриев П. Н., Хуторской Л. Б., Выгонский Л. И., Шагин Г. Д. Усовершенствование склада цемента. — Бетон и железобетон, 1976, № 12.

УДК 624.953

Ф. Н. РАБИНОВИЧ, канд. техн. наук; А. П. ЧЕРНОМАЗ, инж. (ЦНИИПромзданий); Л. Г. КУРБАТОВ, канд. техн. наук (ЛенЗНИИЭП)

## Монолитные днища резервуаров из сталефибробетона

Железобетонные резервуары для воды, нефти и нефтепродуктов возводятся, как правило, со сборными стенами и монолитным днищем. Бетонирование монолитных днищ представляет собой ответственный и трудоемкий этап работ. В частности, большие затраты труда и времени требуются на установку в проектное положение арматурных сеток и каркасов; насыщение днищ арматурой в значительной мере осложняет укладку и уплотнение бетонной смеси.

Трестом Ленинжстрой-2 Главленинградинжстроя совместно с ЦНИИПромзданий и ЛенЗНИИЭП при участии Ленгипроинжпроекта и Леноргинжстроя на Северной водопроводной станции в Ленинграде впервые в практике осуществлено строительство резервуара технической воды, днище которого вместо железобетонного выполнено из монолитного сталефибробетона, что позволило исключить из его конструкции значительную часть стержневой арматуры и сократить продолжительность возведения сооружения (рис. 1).

С целью проверки несущей способности наиболее ответственного и трудоемкого узла сопряжения стен резервуара с днищем и для выбора наиболее рациональной его конструкции были изготовлены и испытаны опытные фрагменты. Испытания проводили на стенде, позволяющем имитировать нагрузку на узел, равную по величине и характеру

Таблица 1

Тип и марка образцов	Разрушающие усилия М, тс·м		Отношение разрушающих усилий к расчетным	
	щека	плита	щека	плита
Железобетонный	7,04	6,32*	1,85	1,84
Фибробетонный ФБ-1	4,7	4,2	1,23	1,25
Фибробетонный ФБ-2 с комбинированным армированием	7,1	6,3*	1,87	1,84

Расчетные усилия (моменты) в щеле щелевого паза днища составляли 3,8 тс·м, в плите в зоне щелевого паза — 3,4 тс·м.

\* Усилия в элементах конструкции, в которых в момент исчерпания несущей способности фрагментов днища разрушения не было.

воздействия нагрузке на элементы конструкции резервуара. Образцы узла представляли собой фрагмент днища с монолитным щелевым пазом, сопряженного с участком стеновой панели. Эти образцы имели различные размеры щелевого паза и стены, некоторые из них с местным армированием стержневой арматурой в наиболее напряженных участках. В качестве фибровой арматуры использовали отрезки стальной низкоуглеродистой проволоки общего

назначения (ГОСТ 3282—74), периодического профиля диаметром 0,9 мм, длиной 90 мм. Расход фибр составлял 120 кг/м<sup>3</sup> бетона, т. е. 1,5% по объему. Для сопоставления несущей способности были также изготовлены и испытаны образцы из железобетона с армированием по первоначальному проекту резервуара. Наиболее характерные результаты испытаний приведены в табл. 1.

Как показали испытания, разрушение эталонного фрагмента днища из железобетона произошло в результате образования и развития трещины в щеке щелевого паза. Разрушения плиты в зоне щелевого паза фрагмента днища не наблюдалось.

Несущая способность аналогичного фрагмента днища из фибробетона ФБ-1 была утрачена вследствие образования и развития трещин одновременно в щеке и плите паза.

Данные испытаний показали, что фрагмент днища из железобетона имел достаточный коэффициент запаса несущей способности. Фибробетонный образец днища ФБ-1 воспринял нагрузку, составляющую 1,23 расчетной, что не обеспечивало необходимого запаса прочности.

Во втором опытном фрагменте ФБ-2 наклон наружной поверхности щек щелевого паза равен 45°, а ширина щелевого паза уменьшена на 50 мм. В верхней части плиты в зоне паза была установлена рабочая арматура в виде сетки из стержней диаметром 12 мм из стали класса А-III (комбинированное армирование). Разрушение фрагмента ФБ-2 произошло аналогично разрушению эталонного железобетонного образца в результате образования и развития трещины в щеке щелевого паза. Образец ФБ-2 воспринял нагрузку, равную 1,87 расчетной, т. е. его несущая способность была полностью обеспечена.

Таким образом, установлено, что применение фибробетона для традиционной формы щелевого паза неэффективно, так как вследствие концентрации напряжений во внутренних углах паза

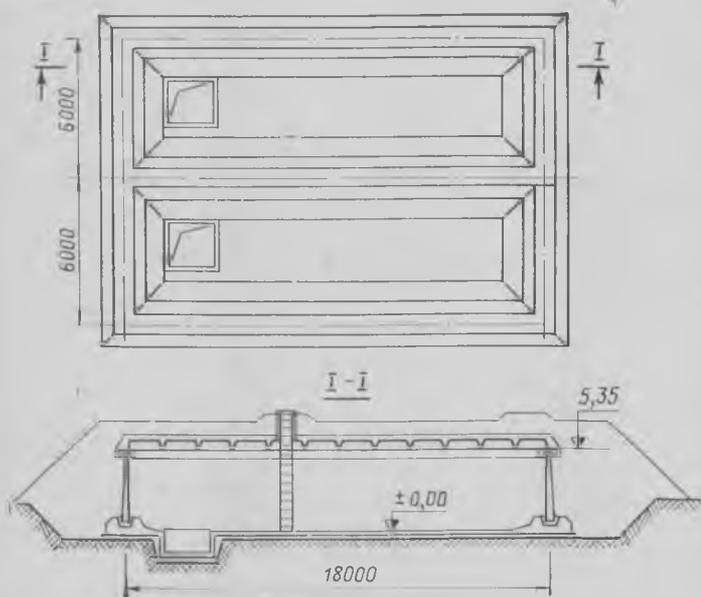


Рис. 1. Схема резервуара технической воды

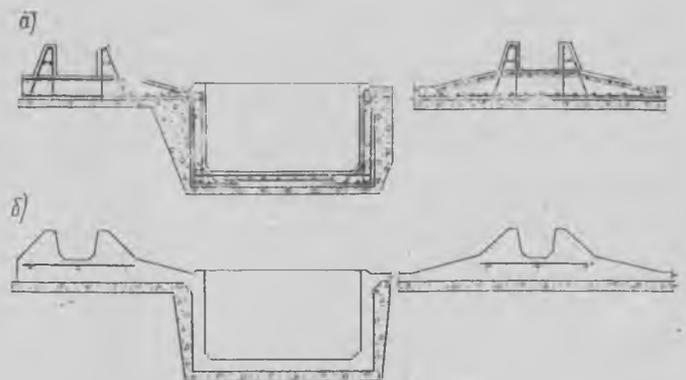


Рис. 2. Схема монолитного днища резервуара технической воды из железобетона (а) и фибробетона (б)

появляются трещины при более низких нагрузках, чем в железобетонных образцах. Большую несущую способность имели фибробетонные образцы с местным стержневым армированием и более развитым сечением стенок паза, что было учтено при проектировании экспериментального резервуара технической воды (рис. 2).

Резервуар технической воды имеет прямоугольную форму, стены его запроектированы из сборных железобетонных панелей. Днище выполнено из фибробетона с усилением зоны щелевого паза арматурными сетками (комбинированное армирование).

Фибробетонную смесь из мелкозернистого бетона марки М300 готовили на бетономесительном узле завода ЖБИ № 6 Главленинградинжстроя. Использовали фибры периодического профиля из стальной проволоки диаметрами 0,8—1,6 мм и длиной от 80 до 160 мм из расчета  $l/d=100$ . Для получения периодического профиля проволоку пропускали через рифленые валки. Фибры нарезали из проволоки на станке с рабочим органом в виде вращающегося диска с закрепленными на нем ножами и упаковывали в бумажные мешки (по 20 кг).

На строительную площадку фибробетонную смесь доставляли автосамосвалами на расстоянии 15 км. Качество смеси после транспортирования было вполне удовлетворительным, расслоения не наблюдалось, фибры достаточно равномерно распределялись в бетоне. Установлено также, что стандартными бадами пользоваться нецелесообразно, так как армированная фибрами бетонная смесь заливается в горловине бады, поэтому из кузова самосвала фибробетонную массу выгружали в открытые мегаллические ящики и в них подавали автокраном в котлован к месту укладки в днище.

Работы по возведению днища выполняла бригада из 6 рабочих. Опалубку днища монтировали из скрепленных между собой деревянных щитов, фибробетонную смесь в щелевой паз днища укладывали с помощью вил с зубцами переменной длины. Для уплотнения фибробетона в зоне щелевого паза ис-

Тип сооружения	Вариант днища	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Расход арматурной стали, т		Сметная стоимость, р.
			фибровая	стержневая	
Резервуар технической воды	Железобетон	86,2	—	11	4 816
	Фибробетон	86,8	10,2	1,1	4 788
Резервуар чистой воды	Железобетон	1112		136,8	78 437
	Фибробетон	1020	57,76	57,6	72 161

пользовали вибробулаву, а в плоской части днища — площадочный вибратор. Применение вибробулавы дало удовлетворительные результаты, фибробетонная смесь в этом случае уплотняется вполне нормально. Для предотвращения ее расслоения не следует допускать чрезмерно продолжительного вибрирования. При применении площадочных вибраторов поверхность слоя фибробетона не всегда получается вполне ровной, а в отдельных местах уплотняется неполностью. В дальнейшем следует апробировать другие механизмы — например виброрейки, вибротатки и т. п.

При возведении монолитных конструкций днищ резервуаров следует стремиться к непрерывной подаче и укладке бетонной массы. Время от момента приготовления фибробетонной смеси до ее укладки в дело не должно превышать 2 ч. Значительные перерывы во времени между подачей и укладкой фибробетона в конструкцию могут снизить качество выполняемых работ.

На основании опыта строительства резервуара технической воды институтами ЦНИИПромзданий и Ленгипроинжпроект разработаны рабочие чертежи днища резервуара чистой воды размером в плане 108×48 м, в котором вся средняя часть днища выполняется из фибробетона с усилением его арматурными сетками только под колоннами.

В табл. 1 и 2 приведены данные по расходу материалов, сметной стоимости и трудозатратам применительно к днищам резервуаров из железобетона и фибробетона.

Таблица 3

Вариант днища	Затраты труда на 1 м <sup>3</sup> днища, чел.-ч		
	устройство опалубки	строительства днища	прочие работы (уход за бетоном, разборка опалубки и др.)
Железобетон	2	4,8	1,2
Сталефибробетон	2	2,32	1,2

При относительно равных по сравнению с железобетоном расходе материалов и сметной стоимости применение сталефибробетона в днищах резервуаров позволяет более чем на 30% снизить трудозатраты на строительной площадке и, соответственно, сократить сроки возведения сооружений.

Производственный опыт показал, что каких-либо принципиальных трудностей при сооружении монолитных днищ из фибробетона не возникает, вопросы приготовления в заводских условиях фибробетонной смеси, ее укладки и уплотнения на строительной площадке могут быть решены с использованием существующих технических средств. Однако для более широкого применения фибробетона в монолитных конструкциях необходимы организация специализированных бетономесительных узлов, разработка приспособлений и механизмов, обеспечивающих высокое качество работ на строительной площадке.

## В помощь проектировщику

В. М. ГОРШКОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

### Работа шарнирного стыка колонн на поперечную силу

Шарнирный стык колонн можно применять в каркасах многоэтажных зданий в случае малого эксцентриситета сжимающего усилия, где сечения оказываются полностью сжатыми (рис. 1). Конструктивно он решается посредством опирания торца верхней колонны на торец нижней через шов из полимерного или цементного раствора. При этом продольная рабочая арматура не соединяется, а прочность бетона на торцевых участках стыкуемых колонн

повышается благодаря установке сеток косвенного армирования, что компенсирует обрыв арматуры. Основное преимущество такого стыка в сравнении с монолитным — отсутствие сварки, в результате чего сроки монтажа значительно сокращаются.

Шарнирный стык в условиях рамы воспринимает нормальную и поперечную силы. Сопrotивление сечений в зоне стыка поперечной силе обуславливается прочностью сцепления материала шва с

бетоном колонны. Стык может быть усилен постановкой центрального арматурного штыря, выступающего из торца верхней колонны и анкеруемого на растворе в стальной трубке каркаса нижней колонны (см. рис. 1). Следует отметить, что трубка может быть заменена устройством гнезда в бетоне по центру торца нижней из стыкуемых колонн. Работу шарнирного стыка исследовали применительно к запроектированному ЦНИИПромзданий каркасу заводского корпуса. Максимальная поперечная сила, действующая на стык, составила 300 кН. Нормальная сила в стыках была в пределах 300—800 кН. Наиболее неблагоприятными для стыка были условия при сочетании максимальной поперечной и минимальной нормальной сил.

Методика предусматривала доведение опытных образцов до разрушения от

поперечной силы при постоянно действующей нормальной силе. Опытные образцы представляли собой отрезки колонн со стыком посередине высоты. Армирование отрезков колонн соответствовало принятому в проекте для стыковой зоны — продольное армирование из восьми стержней диаметром 28 мм из стали класса А-III. Сетки косвенного армирования — арматурные стержни диаметром 10 мм из стали класса А-III, установленные с шагом 70 мм. Сечение опытных образцов соответствовало сечению колонн 40×40 см. Всего было испытано 9 образцов, из них 6 со швом из полимерраствора. Высота шва по ширине сечения изменялась от 15 до 20 мм. Прочность бетона колонн к моменту испытаний составила 37,5; цементного раствора шва (кубы с ребром 10 см) — 36; шва из полимерраствора (кубы с ребром 7 см) — 86 МПа. Два образца испытали только на поперечную силу, остальные — при действии нормальной силы 300 (2) и 800 (2) кН. Для сравнения приняли образец со швом из цементного раствора при действии нормальной силы 300 кН. Для выявления роли анкера в работе шарнирного стыка исследовали два образца: один со швом из полимерраствора и центральным арматурным штырем диаметром 36 мм из стали класса А-III, который анкеровался в стальную трубку на эпоксидном полимеррастворе на длину  $l_{анк} = 3d_a$ . Боковое давление от нормальной силы при этом составляло 300 кН. Второй образец имел шов, заполненный цементным раствором, при этом центральный арматурный штырь анкеровался в стальную трубку на цементном растворе на длину  $l_{анк} = 7d_a$ .

Нагрузка от пресса передавалась на шов через распределительную балку, создавая в нем усилия среза от поперечной силы. Нормальная сила, обжимающая образец, с гидравлического домкрата ДГ-200 т передавалась на образец с помощью системы траверс и тяжей. Заданное давление от нормальной силы оставалось постоянным. Равномерность обжатия контролировали парными тензометрическими датчиками на боковых гранях образца и тяжах (рис. 2). Нагрузку повышали ступенями по 0,1 разрушающей с выдерживанием на каждой ступени для снятия отсчетов по приборам. В ходе опытов фиксировали максимальное усилие, замеренное силовым измерителем пресса. Взаимный сдвиг сечений определяли при помощи индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Разрушение образцов со швом из полимерраствора происходило от среза бетона элемента колонны вблизи шва и носило хрупкий характер. В связи с

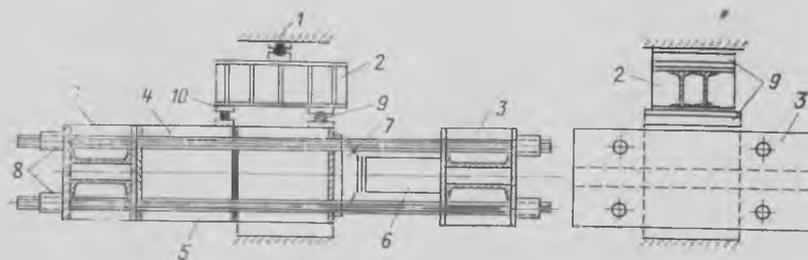


Рис. 2. Установка для испытаний опытных образцов  
1 — траверса пресса; 2 — распределительная траверса; 3 — траверса; 4 — тяжи; 5 — опытный образец; 6 — гидравлический домкрат; 7 — опора домкрата; 8 — гайки; 9 — опоры

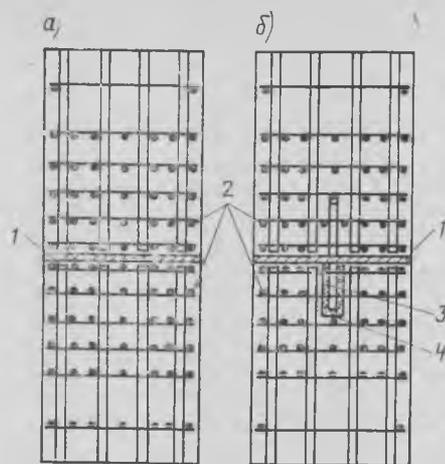


Рис. 1. Конструкция шарнирного стыка

а — со швом из полимерного или цементного раствора; б — со швом и арматурным штырем; 1 — шов из полимерного или цементного раствора; 2 — сетки косвенного армирования; 3 — арматурный штырь; 4 — стальная трубка

этим в расчетную формулу вводится расчетное сопротивление бетона колонны. Следует отметить, что  $Q_p$  во всех образцах превышала максимальную проектную поперечную силу  $Q_{п} = 300$  кН. При наиболее неблагоприятных условиях работы стыка ( $Q_{п}N = 300$  кН) превышение достигло в среднем  $\frac{Q_p}{Q_{п}} = 1,8$ .

Результаты испытаний опытных образцов приведены в таблице.

Величины разрушающей поперечной силы образцов-близнецов, испытанных при обжатии нормальной силой, отличались на 10—15%. По всей вероятности, это происходило в результате случайных эксцентриситетов приложения нормальной силы.

В образцах 1-0п и 2-0п, испытанных без приложения нормальной силы, срез произошел при напряжении  $\tau = 2,45$  МПа. Сопоставляя это напряжение с расчетным сопротивлением бетона элементов растяжению, которое при данной прочности составляет 1,2 МПа, получаем достаточно высокий запас, поэтому для практических расчетов рекомендуется принимать расчетное сопротивление срезу при выполнении швов из полимерраствора равным  $R_{p.p.}$ .

В образцах 3-30п, 4-30п, 5-80п, 6-80п, испытанных с приложением нормальной силы, срез происходил при больших нагрузках. Если исключить из них разрушающие нагрузки среза, полученные в образцах 1-0п и 2-0п, имеем

приrost сопротивления срезу в результате обжатия нормальной силой. Отношение прироста сопротивления срезу к нормальной силе оказалось в пределах 0,5—1,15. По-видимому, для практики проектирования будет достаточно надежным принимать меньшую из полученных величин — 0,5. Тогда прочность шарнирных стыков со швом из полимерраствора на срез можно вычислять по формуле

$$Q_p = R_{p.p.} F + 0,5N.$$

Величины среза  $Q_{оп}$  дают достаточный запас прочности по отношению к  $Q_p$ . Значения коэффициента запаса прочности находятся в пределах 1,42—2,3 (см. таблицу). Заметим, что исследование проводилось при  $N \leq 800$  кН, поэтому формула проверена при  $0,5 N \leq 400$  кН. По-видимому, для более высоких нагрузок и соответственно больших нормальных напряжений потребуется снизить величину прироста сопротивления срезу до этой величины. Испытание образца 7-30 п.а со швом из полимерраствора показало, что наличие центрального арматурного штыря значительно повысило сопротивление стыка действию поперечной силы. Разрушение образца произошло от среза по монолитной части бетона, заключенной между швом и первой сеткой. При этом наблюдался изгиб стержня, его деформации у входа в трубку в зоне шва достигали значений, близких к величинам деформаций при напряжениях в стержне, равных пределу текучести.

Индекс образцов	N, кН	$Q_{оп}$ , кН	$Q_p$ , кН	$\frac{Q_{оп}}{Q_p}$
1-0п	0	380	200	1,9
2-0п	0	390	200	1,95
3-30п	300	500	350	1,42
4-30п	300	580	350	1,65
5-80п	800	1380	600	2,3
6-80п	800	1240	600	2,07
7-30п.а	300	750	380	1,98
8-30ц	300	400	150	2,66
9-80ц.а	800	1020	430	2,38

Приrost сопротивления срезу в этом образце по сравнению с 3-30п и 4-30п составил около 200 кН в стадии разрушения. Для штыря диаметром 36 мм это соответствовало напряжению 200 МПа. Однако, учитывая малую изученность вопроса совместной работы штыря с бетоном при срезе подобных стыков, расчетное сопротивление следует принимать достаточно осторожно, равным 30 МПа. Тогда формула расчета прочности стыка на срез при выполнении шва из полимерраствора и наличии штыря запишется в виде

$$Q_p = R_{p.p.} F + 0,5N + 30F_a.$$

В образцах 8-30ц и 9-80ц.а, в которых разрушение произошло по контакту бетона элемента и раствора шва, по-видимому, проявлялась достаточно большая прочность сцепления. Однако учитывая, что этот фактор является весьма изменчивым при обычном цементном растворе, для проектирования не следует его вводить в расчет, ограничиваясь сопротивлением шва срезу только в результате обжатия и сопротивления штыря. Тогда  $Q_p = 0,5 N$ , или  $Q_p = 0,5 N + 30 F_a$ . Расчет стыков по этим формулам также дает запас прочности 2,38—2,66 раза, что в сравнении с опытными данными представляется достаточно надежным.

## Влияние нефтепродуктов на сцепление бетона с арматурой

Ранее было установлено, что минеральные масла при длительном воздействии на железобетон уменьшают сцепление бетона с арматурой [1, 2, 3]. Однако эти эксперименты имели недостаточную длительность и, кроме того, в них не использовали другие виды нефтепродуктов (например, керосин, бензин и т. д.).

Исследовали арматуру гладкого и периодического профиля на бетонных образцах-кубах с размером ребра 10 см. Диаметр арматурных стержней в них составлял 6 мм, глубина заделки равнялась 17 диаметрам. Были изготовлены также образцы размером 14×14×18 см, с диаметром стержней 10 мм при глубине заделки 18 диаметров. Через 48 ч образцы извлекали из форм и в течение 4 мес выдерживали в камере нормально-влажностного хранения. После просушивания в естественных условиях их помещали в емкости с различными нефтепродуктами, а часть из них — контрольные — не пропитывалась. Перед пропиткой и в процессе выдерживания в нефтепродуктах образцы испытывали на продавливание и выдергивание стержней.

Прочность сцепления бетона с арматурой в данном случае оценивали по разрушающей нагрузке с определением среднего условного напряжения сцепления  $\tau_{сц, макс}^{cp}$  по формуле

$$\tau_{сц, макс}^{cp} = \frac{P_{разр}}{\pi d_{ср} l}$$

где  $P_{разр}$  — разрушающая нагрузка;  $d_{ср}$  — средний диаметр арматурного стержня;  $l$  — длина заделки стержня.

В экспериментах использовали минеральные масла трех марок: индустриальное И-20, И-30 и компрессорное 12(м), а также бензин, керосин и дизельное топливо.

Зависимость сцепления бетона с арматурой от времени воздействия индустриального масла И-20 показана на рис. 1. Сцепление бетона с арматурой гладкого профиля резко снижается в начальные сроки хранения образцов в масле, в последующее время — стабилизируется. Так, среднее напряжение сцепления бетона с арматурой гладкого профиля перед погружением в масло составляло 38 кгс/см<sup>2</sup>; к двум годам — 13,5 кгс/см<sup>2</sup>, что составляло 65% первоначального, а в дальнейшем снижения не наблюдалось. Сцепление бетона с арматурой периодического профиля уменьшается значительно медленнее. Однако к 6—7 годам выдерживания образцов в масле сила сцепления пол-

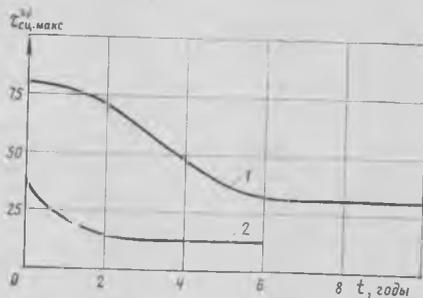


Рис. 1. Зависимость сцепления бетона с арматурой от продолжительности воздействия масла  
1 — стержни периодического профиля; 2 — то же, гладкого профиля

ностью стабилизировалась. В данном случае потеря силы сцепления равна 60% первоначального.

Индустриальное масло И-30 и компрессорное 12(м) снижает сцепление бетона с арматурой практически так же, как и масло И-20.

На рис. 2 показано воздействие бензина, керосина и дизельного топлива на сцепление бетона с арматурой. Бензин и керосин не уменьшают сцепления бетона с арматурой периодического профиля. Однако керосин снижает сцепление бетона с арматурой гладкого профиля почти на 50%, а дизельное топливо — на 17% со стержнями периодического профиля и на 53% со стержнями гладкого профиля.

Согласно некоторым исследованиям

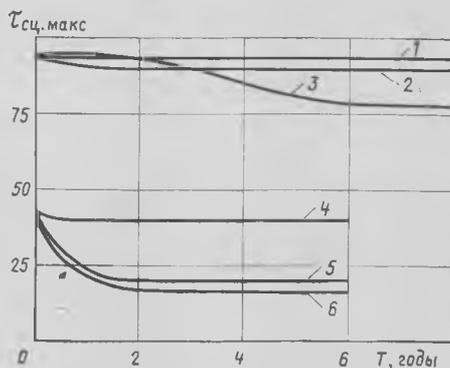


Рис. 2. Влияние различных видов нефтепродуктов на сцепление бетона с арматурой в зависимости от времени

1, 2, 3 — образцы с арматурой периодического профиля под воздействием, соответственно, бензина, керосина, дизельного топлива; 4, 5, 6 — образцы с арматурой гладкого профиля под воздействием, соответственно, бензина, керосина, дизельного топлива

[4], основным фактором, обеспечивающим сцепление арматуры с бетоном, является зацепление неровностей на стержнях, т. е. сопротивление бетона усилиям среза, а также усилиям на растяжение. При длительном воздействии минеральных масел прочность бетона на сжатие, срез, а также на растяжение сильно снижается [5]. Кинетика потери прочности бетона во времени качественно согласуется со снижением сцепления бетона с арматурой при длительном воздействии минеральных масел. Ослабление сцепления арматуры периодического профиля с промасленным бетоном обусловлено снижением прочности последнего. Этим и объясняется то, что потеря сцепления со стержнями периодического профиля происходит значительно медленнее по сравнению со сцеплением промасленного бетона с гладкими стержнями.

При воздействии бензина и керосина сцепление бетона с арматурой периодического профиля не уменьшается, так как указанные нефтепродукты не влияют на прочность бетона. Незначительная потеря сцепления с арматурой периодического профиля при выдерживании образцов в дизельном топливе объясняется тем, что оно снижает прочность бетона примерно в 2 раза меньше по сравнению с минеральными маслами. При выдерживании образцов с гладкими арматурными стержнями в дизельном топливе и в керосине прочность сцепления падает до половины от первоначальной.

На основе экспериментальных данных выведены зависимости для определения прочности сцепления пропитанного маслом бетона с арматурой в зависимости от времени. Для арматуры периодического профиля предлагается следующая формула:

$$\tau_{сц}^m = \tau_{сц}^0 (1 - 0,1t),$$

где  $\tau_{сц}^m$  — прочность сцепления промасленного бетона с арматурой периодического профиля в соответствующее время;  $\tau_{сц}^0$  — первоначальная прочность сцепления (перед пропиткой маслом); 0,1 — коэффициент интенсивности снижения прочности сцепления во времени при обильном попадании масла на конструкцию;  $t$  — продолжительность воздействия минеральных масел на конструкцию (в годах). Формула действительна в течение 7—8 лет после начала воздействия масел. В более отдаленные сроки прочность сцепления промасленного бетона с арматурой

ориентировочно следует считать равной одной трети от первоначальной.

### Выводы

При воздействии минеральных масел, дизельного топлива и керосина сцепление бетона с арматурой гладкого профиля снижается на 50—70%. К 1,5—2 годам сцепление пропитанного нефтепродуктами бетона с арматурой гладкого профиля стабилизируется. Ослабления сцепления бетона со стержнями периодического профиля при пропитке образцов бензином и керосином не наблюдалось. Дизельное топливо уменьшает сцепление с арматурой периодического профиля незначительно.

Потеря силы сцепления бетона с арматурой периодического профиля при воздействии минеральных масел происходит значительно медленнее по сравнению с гладким профилем. При этом стабилизация сцепления наблюдается к 6—7 годам выдерживания. Снижение сцепления в данном случае достигает 60—70% первоначального.

Все минеральные масла влияют на потерю сцепления бетона с арматурой периодического профиля практически одинаково, так как сцепление в данном случае зависит от прочности промасленного бетона, а все масла снижают прочность бетона в равной мере.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дементьев Г. К. Влияние смазочных масел на бетон и его защита. Труды Куйбышевского ИСИ. Вып. II. Куйбышев, Куйбышевское кн. изд-во, 1948.
2. Москвин В. М., Некрасов К. Д. Маслостойкие полы. — Строительная промышленность, 1941, № 4.
3. Васильев Н. М., Медведев В. М., Кошелева Л. И. Влияние минеральных масел на сцепление арматуры с бетоном. — Бетон и железобетон, 1969, № 11.
4. Холмянский М. М., Гольдфайн Б. С., Кольнер В. М. и др. Сцепление стержневой арматуры периодического профиля с бетоном. — В кн.: Сцепление арматуры с бетоном [Сборник материалов Всесоюзного научно-технического совещания]. М., НИИЖБ, 1971.
5. Васильев Н. М. Влияние нефтепродуктов на прочность бетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 3.

## К сведению читателей!

С 1 января 1982 г. цена за экземпляр нашего журнала устанавливается в размере 60 коп.

Это связано с увеличением стоимости бумаги для печати, затрат на полиграфическое исполнение и доставку журнала подписчикам.

Стоимость годовой подписки 7 р. 20 к.

## В порядке обсуждения

*Проблема улучшения номенклатуры выпускаемых в стране цемента, совершенствование методов оценки их качества и предъявляемых к ним технических требований является весьма актуальной. Рассмотренные в статье В. П. Сизова вопросы неоднократно поднимались на страницах печати, но пока удовлетворительного решения не получили. Следует отметить, что для научно обоснованного определения оптимальной структуры цемента необходим более комплексный подход, в том числе учет энергетических затрат.*

*Редакция полагает, что широкое обсуждение поставленных вопросов поможет найти более эффективные пути улучшения качества цемента и их экономного использования в строительстве.*

УДК 691.54(083.74)

В. П. СИЗОВ, канд. техн. наук

## О несовершенстве стандартов на цемент

Пониженное качество цемента, выпускаемого многими заводами, в значительной степени связано с несовершенством стандартов. Многочисленные критические выступления в печати [1—6] до сего времени не привели к улучшению положения дела.

Еще раз рассмотрим недостатки ГОСТов на цемент. Если по ГОСТ 310—60 цемент испытывали при водоцементном отношении ( $V/C$ ) 0,4 и более, то теперь по ГОСТ 310.4—76 величина  $V/C$  допускается менее 0,4. Это позволяет цементным заводам при нормальной густоте цементного теста (НГЦТ) 24% искусственно повысить марку цемента с М400 до М500 без улучшения его качества. Строители от этого нововведения несут большие убытки, так как вяжущего марки М500 в ряде случаев они расходуют на 1 м<sup>3</sup> бетона столько же, сколько ранее расходовали цемента марки М400.

В ГОСТ 10178—76 не регламентирован один из главных показателей цемента — НГ цементного теста, позволяющий косвенно оценивать количество вводимых добавок. В связи с этим, а также из-за отсутствия метода определения количества введенных добавок арбитражные лаборатории не могут проконтролировать, сколько же их фактически введено в портландцемент.

В ГОСТ 310.4—76 не предусмотрены испытания цемента в возрасте 1 и 3 сут, а также единый ускоренный метод испытания и маркировки цемента. В настоящее время каждый завод-изготовитель маркирует цемент на основе своих текущих испытаний, не ожидая результатов стандартных в возрасте 28 сут, на основании которых по ГОСТ 10178—76 должен маркироваться цемент. Правда, в ГОСТ 310.4—76 предусмотрены испытания цемента после пропаривания. Однако нормативных данных для маркировки цемента на основе этих испытаний цемента не приведено.

ГОСТ 310—76 не регламентированы методы определения ложного схватывания, количества введенных в цемент добавок и щелочей.

В ГОСТ 10178—76 количество трепела, вводимого в портландцемент, уменьшено на 5%, но зато на это же количество увеличена добавка гранулированного шлака и допущено введение прочих неэффективных добавок (включая и глиеж) до 15%, которые

ранее по ГОСТ 10178—62 не допускались. За счет введения добавок цементная промышленность резко увеличивает валовую продукцию, хотя производство клинкера за последние 10 лет фактически остается на одном уровне — 100 млн. т. На перевозке добавок (вместе с цементом) ежегодно нерационально заняты сотни тысяч железнодорожных вагонов.

Точность дозирования добавок в ряде цементных заводов низкая. Однако Минпромстройматериалов СССР и НИИЦемент не нормируют НГ цементного теста и не разрабатывают методику определения количества введенных в портландцемент добавок.

ГОСТ 10178—76 разрешает поставку цемента в горячем состоянии с температурой даже более 95°C, хотя применение горячего и невылежавшегося цемента приводит к его перерасходу до 7—8%. Стандарт не ограничивает поставку цемента с ложным схватыванием, исключение сделано только для вяжущего, поставляемого со знаком качества. Тонкость помола цемента устанавливается только по проходу через сито с 900 отв/см<sup>2</sup>, однако объем частиц, проходящих через сито 4900 отв/см<sup>2</sup>, не регламентирован, что дает возможность поставлять вяжущее более грубого помола.

Как показали наши исследования, добавки в виде молотых кварцевого песка и гранулированного шлака не повышают НГ портландцемента, но снижают прочность бетона. Например, введение в портландцемент 10% молотого песка и 20% молотого гранулированного шлака (вместо чисто клинкерного цемента) уменьшает прочность бетона соответственно примерно на 10 и 20%. Кроме того, эти добавки снижают морозостойкость, а следовательно, и долговечность бетона. Введение в портландцемент добавок типа трепела, диатомита, молотого известняка повышает НГ цементного теста, а следовательно, и расход цемента в бетоне. Например, добавка в портландцемент с НГ цементного теста 24% трепела в количестве 10 и 20% привела к увеличению НГ соответственно до 28 и 31%, повышению расхода цемента (при  $V/C=0,4$ ) на 40 и 70 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона и уменьшению прочности соответственно на 10—11% и 19—22%.

В 1979 г. опыты по изучению влияния добавок на прочность бетона были

проведены вновь. Бетон затворялся при расходе чисто клинкерного цемента в количестве 400 кг на 1 м<sup>3</sup>, а также с заменой трепелом 20% цемента, т. е. при расходе чисто клинкерного цемента 320 кг и трепела 80 кг. Испытания образцов показали, что прочность бетона на бездобавочном цементе оказалась 480 кгс/см<sup>2</sup>, а на цементе с добавкой 20% трепела — 400 кгс/см<sup>2</sup>. Из приведенных данных следует, что введение в портландцемент 10 и 20% добавок приводит к снижению прочности также примерно на 10 и 20%.

Эти выводы автора подтверждаются многочисленными исследованиями и данными, опубликованными в статьях и монографиях. В частности, в резолюции VII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону (1972 г.) относительно введения добавок сказано: «Отказаться от выпуска портландцемента с неактивными добавками и сократить количество активных добавок».

Представители НИИЦементы утверждают, что добавка трепела в цемент приводит к повышению его марки. Дело в том, что за счет добавки увеличивается выход цементного теста, что приводит к более полному заполнению пустот в вольском песке (при составе 1:3) и повышению прочности. Однако в бетоне эта закономерность не соблюдается, и, как уже было сказано, введение 10% трепела в цемент приводит к снижению прочности также примерно на 10%.

Не всегда поставляется цемент гарантированной марки. В паспортах (согласно ГОСТ 22237—76) слова «его гарантированная марка» многими заводами не указываются. Цемент марки М500 часто оказывается на одну марку ниже (сухоложский, новотроицкий, каменец-подольский, ольшанский, подольский, михайловский, шуровский, амвросиевский и др.), поэтому марку цемента, указанную в паспорте, принимать на веру рискованно. Узаконенного метода ускоренного испытания цемента нет. Результаты стандартных испытаний в возрасте 28 сут строители, как правило, ждать не имеют возможности, так как цемент расходуется сразу по прибытию его на объект. Но чтобы ис-

ключить низкое качество бетонных работ или брак, строители иногда вынуждены применять цемент на одну марку ниже паспортной. Это не всегда оправдано, но другого выхода нет. На просьбы строителей цементные заводы не реагируют, а рекламации заводам строители не предъявляют. Во-первых, очень сложно их оформление. Во-вторых, арбитражных лабораторий мало — всего 15 на страну. На Украине их 3, а в некоторых республиках нет совсем. В-третьих, строители принимают любой цемент, чтоб не остаться без него.

Паспорта на цемент на ряде заводов подписываются сменными химиками и лаборантами, что также снижает ответственность с руководителей заводов за качество поставляемой продукции.

Некоторые добавки, например гипс, при нарушении технологии или введении больше нормы обуславливают ложное схватывание цемента, что приводит к потере подвижности бетонных смесей, и, как следствие, к его перерасходу (до 70 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона). Ложное схватывание резко осложняет производство бетонных работ.

Такая добавка, как нефелиновый шлам, резко повышает содержание щелочей в цементе и приводит к появлению высолов на поверхности стен зданий и сооружений. Применение в Красноярске цемента Ачинского завода с большим содержанием щелочей привело к высолом на поверхности зданий и сооружений. Устранение высолов потребовало проведения трудоемких ремонтных работ только что сданных в эксплуатацию зданий, что привело к удорожанию строительства. В дальнейшем строители Красноярска были вынуждены отказаться от использования ачинского цемента. К тому же бетон на этом цементе менее морозостойкий.

ГОСТ 310.4—76 введен до 1981 г., однако ограничения срока его действия без уточнения методики испытания цемента и без обсуждения Госстроем СССР сняты.

#### Выводы

Необходимы срочный пересмотр и переработка ГОСТов на цемент.

В ГОСТ 310.4—76 необходимо пре-

дусмотреть испытания цемента в возрасте 1 и 3 сут, а в ГОСТ 10178—76 привести нормативные данные для маркировки цемента на основе этих испытаний.

Следует разработать ускоренный метод испытания цемента и включить его в ГОСТ 310.4—76, а в ГОСТ 10178—76 привести нормативные данные для маркировки цемента на основе этого метода.

Целесообразно нормировать методики определения ложного схватывания, количества введенных в цемент минеральных добавок и содержания щелочей, нормировать нормальную густоту цементного теста — 25—26% и содержание щелочей в цементе, регламентировать температуру поставляемого цемента — 25—30°С.

Исключить из ГОСТ 10178—76 решение вводить минеральные добавки и ограничить количество шлака 5% в цементы марки М400 и выше, за исключением специальных видов цемента (пуццоланового, шлакопортландцемента и др.) и сократить введение шлака в шлакопортландцементы.

Предусмотреть марку цемента М200 для бетонов низких марок и кладочных растворов с введением в него 60—80% добавок. Это позволит, не уменьшая валового выпуска, повысить качество цементов и наладить выпуск чисто клинкерных цементов.

Расширить сеть арбитражных лабораторий по испытанию и контролю качества цемента.

Необходимо обеспечить выпуск цемента гарантированной марки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизов В. П. Хотя план по валу выполняется. — «Правда» от 27.06.1972, № 179.
2. Миронов С. А. Марка цемента — марка завода. — Строительная газета от 09.12.1979, № 147.
3. Неаронова Г. Ф. Без права рекламы. — Строительная газета от 08.12.1979, № 146.
4. Яковлев И. Н. В интересах потребителя. — Строительная газета от 08.12.1979, № 146.
5. Бычек Ю. Н. Спор вокруг цемента. — Социалистическая индустрия от 13.12.1979.
6. Гвоздарев И. П., Попов А. Н., Проскуряков И. К. Больше внимания качеству цемента. — Коммунист, 1978, № 3.

## Зарубежный опыт

УДК 69.059.2(430.1)

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

## Обрушение «Конгрессхалле» в Западном Берлине

В мае 1980 г. произошло катастрофическое обрушение западноберлинского «Конгрессхалле».

Строительство этого уникального по тем временам здания, расположенного на левом берегу р. Шпреи, недалеко от здания Рейхстага и Бранденбургских ворот, осуществлялось по проекту американского архитектора Х. Штуббниса и его западногерманских коллег В. Дютмана и Ф. Люккена и было закончено в 1957 г. (рис. 1). Оно было

предназначено для проведения конгрессов различных литературных, научных и экономических обществ и союзов.

Здание сооружено на 500 десятиметровых железобетонных сваях, каждая из которых воспринимает нагрузку около 50 т. Двухэтажная нижняя часть здания занимает площадь около 10 000 м<sup>2</sup>; она включает в себя выставочный зал площадью около 1000 м<sup>2</sup>, студийный театр на 500 мест, конференц-зал на 200 чел., рестораны, поме-

щения для дирекции и т. д. В верхнем помещении «Конгрессхалле» помещается зал заседаний на 1250 мест.

Покрытие здания представляет собой седлообразную подвесную конструкцию, основными несущими элементами которой являются две арки пролетом 78,06 м, расположенные под углом 28,4° к горизонту. Арки имеют пятиугольное коробчатое поперечное сечение площадью 1,5 м<sup>2</sup> с расположенными через 4,6 м поперечными диафрагмами. Замки

## Международное научное сотрудничество в области железобетона

Исследования в области бетона координируются и обобщаются международными организациями по строительству. НИИЖБ осуществляет широкое международное научно-техническое сотрудничество, направленное на совершенствование теории расчета, улучшение технологических свойств и снижение удельного расхода металла и цемента железобетонных конструкций.

Совместно со специалистами стран — членов СЭВ в прошедшей десятой пятилетке проведена работа по совершенствованию и унификации методов расчета железобетонных конструкций из плоских и линейных элементов. Полученные данные дополнили представления о работе железобетонных конструкций и широко используются при составлении и пересмотре нормативных документов СЭВ и национальных документов.

В СССР программы расчета конструкций типа стен применяются во многих проектных организациях и дают экономию стали до 10%, а программы расчета плитных конструкций различной формы внедрены более чем в 20 институтах и снижают расход стали до 12%. Кроме того, результаты исследований учтены при пересмотре «Руководства по проектированию статически неопределимых систем» и главы СНиП II-21-75. Затраты института благодарно совместному выполнению темы уменьшились почти в 3 раза.

Специалисты НИИЖБ участвовали также в исследованиях физико-механических характеристик бетона и арматурных сталей при различных напряженных состояниях с учетом влияния технологических и эксплуатационных факторов. Результаты работы использованы при разработке стандарта на арматурную проволоку ГОСТ 7348—81, введение которого с 1983 г. даст годовой экономический эффект до 600 тыс. р.

По теме «Коррозия и антикоррозионная защита строительных сооружений из бетона и железобетона» разработаны нормативные документы СЭВ, в том числе стандарты «Классификация агрессивных сред» и «Защита от коррозии в строительстве. Основные положения проектирования». Подготавливается к внедрению стандарт СТ СЭВ «Конструкции бетонные и железобетонные. Основные положения», утвержденный Постоянной Комиссией СЭВ по стандартизации. Он будет введен в действие в СССР с 1982 г. В 1979 г. утвержден СТ СЭВ 2040-79 «Бетоны. Общие требования к контролю и оценке прочности», внедрение которого в результате снижения требуемой прочности при высокой однородности бетона позволит снизить общий расход цемента по стране на 3—5%.

Значительный объем исследовательских тем в прошедшей пятилетке выполнен в сотрудничестве со специалистами социалистических стран на двусторонней основе. Так, с учеными ПНР выполнены две темы, результаты по ко-



Рис. 1. Вид здания «Конгрессхалле» до аварии

арок расположены на высоте примерно 18 м над ее пятнами, с расстоянием между ними 61 м.

По периметру зала заседаний в покрытии устроено внутреннее опорное кольцо, опертное на колонны и изогнутое из своей плоскости. Оно разделяет покрытие на две части: внутреннюю — пространство между вертикальными стенами и наружную — пространство между опорным кольцом и арками. Оболочка толщиной 70 мм предварительно напряжена. В качестве напрягаемой арматуры использованы пучки проволоки диаметром 5,2 мм, расположенные с шагом 850 мм перпендикулярно к продольной оси здания.

Распор арок от постоянной нагрузки около 1300 т воспринимается затяжкой, состоящей из 480 напрягаемых овальных проволок сечением 300 мм<sup>2</sup>, расположенных в стальной трубе диаметром 450 мм. Распор от временной нагрузки воспринимается наклонными (6 : 1)

сваями. Преднапряжение оболочки осуществлялось в две стадии: сначала на участке между вертикальными стенами, затем — консольного участка между арками и опорным кольцом.

Во время аварии южная часть покрытия «Конгрессхалле» обрушилась на всем участке между пятнами арки и вертикальной стеной (рис. 2). Официального сообщения по поводу причин обрушения до сих пор не сделано. Однако многие специалисты присоединились к мнению одного из участников строительства проф. В. Дютманна, который считает причиной аварии длительную коррозию арматуры консольного участка покрытия в месте его сопряжения с вертикальной стеной. Это предположение было подтверждено и некоторыми членами комиссии по расследованию причин аварии. Кроме того, высказывалось мнение об ослаблении анкеровки арматуры на том же участке покрытия.

Рис. 2. Вид здания «Конгрессхалле» после аварии



торым успешно внедряются. Итоговым документом по теме «Изучение влияния контактной зоны на прочностные характеристики легких бетонов» явились совместные «Методические рекомендации по комплексному исследованию легких бетонов», изданные в СССР и ПНР и широко используемые при подготовке «Руководства по изготовлению и применению изделий из конструкционного керамзитобетона для сельскохозяйственных производственных зданий». Результаты работы внедрены на объектах Минсельстроя РСФСР, Минпромстроя СССР и Минстроя СССР с экономическим эффектом свыше 600 тыс. р. в год.

По теме «Совершенствование методов конструирования и производства изделий из ячеистого автоклавного бетона» совместно предложена методика натуральных обследований стен зданий. Кроме того, разработаны «Основные принципы проектирования и производства ленточных стеновых панелей, плит покрытий и перекрытий из ячеистого бетона», которые использованы при составлении рабочих чертежей серии ЖБ-12-254, Ленпромстройпроектом, плит покрытий и перекрытий для жилых и общественных зданий серии 144 КиевЗНИИЭП, а также «Инструкции по технологии изготовления изделий из ячеистого бетона» СН 277—80.

В результате совместного выполнения указанной темы сэкономлено материальных и трудовых ресурсов на 80 тыс. р., а внедрение результатов в практику проектирования и заводского изготовления обеспечивает экономический эффект не менее 300 тыс. р. ежегодно.

«Повышение коррозионной стойкости бетона и железобетона путем применения специальных добавок. Влияние дозировки добавок на морозостойкость бетона» — тема совместной работы с институтом ФТВ (ВНР). Сторонами разработаны «Рекомендации по повышению морозостойкости и коррозионной стойкости бетонов», которые использованы при составлении проекта стандарта СЭВ по классификации добавок, а также при разработке ГОСТа «Добавки для бетонов. Классификация. Методы испытаний в бетоне», «Рекомендаций по оценке эффективности добавок» и при корректировке главы СНиП II-28 «Защита строительных конструкций от коррозии». Внедрение результатов совместных работ в практику отечественного строительства даст экономический эффект в 2—3 р. на 1 м<sup>3</sup> бетона с добавками.

Со специалистами ЧССР в прошедшей пятилетке выполнены три совместные темы. В содружестве с институтом СУ ЧВУТ разработан силовой измеритель с плоскими домкратами для испытательных прессов усилием 4000 тс. Фактический экономический эффект по теме составил 300 тыс. р. Совместно с институтом ВУМ создана экспериментальная автоматизированная система управления технологическими процессами на основных переделах заводского производства железобетонных изделий, включая комплексный неразрушающий контроль качества готовой продукции. Созданное экспериментальное оборудование должно пройти промышленное освоение и проверку на предприятиях ЧССР.

Институт ВУПС являлся соисполнителем исследований по технологии легкого бетона на пористых заполнителях из зол ТЭС и конструкций на его основе. Совместно разработаны «Рекомендации по проектированию, изготовлению и применению изделий и конструкций из легких бетонов на аглопоритовом гравии из зол ТЭС». Экономическая эффективность проведенной работы оценивается в 80 тыс. р. благодаря сокращению сроков и средств на проведение научных исследований. При планируемом внедрении на 1981—1985 гг. на предприятиях Минстройматериалов МССР 600 тыс. м<sup>3</sup> аглопоритобетона экономический эффект составит 1 млн. 200 тыс. р. Кроме того, при производстве каждые 100 тыс. м<sup>3</sup> аглопорита от засыпки золой сохраняется около 2 га земли.

В рамках межправительственного соглашения с ГДР по теме «Совершенствование конструкций из бетона и железобетона и технологии их изготовления» разработаны «Рекомендации по проектированию преднапряженных колонн и балок», созданы технические проекты технологических линий по их изготовлению и совместно испытаны опытные образцы. Ожидается, что внедрение этих конструкций даст экономии стали и бетона на 10—15% при соответствующем снижении стоимости. Кроме того, совместно разработана новая конструкция плиты покрытия вагонеток туннельных печей, внедрение которой на предприятиях Минстройматериалов СССР позволит экономить до 15% топлива в туннельных печах и снизить трудозатраты на обслуживание вагонеток на 15—25%.

Научно-техническое сотрудничество с организациями Финляндии, Франции и

США осуществлялось в различных формах, включая обмен литературой и результатами исследований, проведение совместных семинаров, совместные публикации и т. д. Активные формы сотрудничества позволили наиболее рационально использовать возможности сторон для получения результатов, представляющих интерес для национальной практики стран.

Большое внимание уделялось участию специалистов НИИЖБ в работе международных организаций по строительству, в том числе ФИП, РИЛЕМ, ЕКБ, ИАСС и ИСО. Эти организации занимаются обобщением мирового опыта в отдельных областях строительства, разрабатывают международные нормативные документы, единые методы расчета и проектирования конструкций, организуют и проводят международные конгрессы, симпозиумы и семинары. Участие в работе руководящих органов и технических комиссий международных организаций по строительству позволяет изучить и сопоставить уровень развития теории и практики строительства и своевременно ознакомиться с результатами зарубежных исследований. Об эффективности участия специалистов института можно судить по работе комиссии ФИП по напрягаемым стальным системам. За 1976—1980 гг. в результате сокращения объемов собственных исследований и использования зарубежных данных при разработке некоторых отечественных нормативных документов, в том числе ГОСТ 10884—81, ГОСТ 12004—81 и др., экономия составила не менее 625 тыс. р.

Международное научно-техническое сотрудничество используется для закрепления приоритета и пропаганды достижений отечественной строительной науки и практики. Так, в некоторых международных нормативных документах использованы положения отечественных норм, в том числе СНиП. Растет число публикаций специалистов НИИЖБ в различных зарубежных изданиях и трудах конференций: в течение прошедшей пятилетки было опубликовано 116 работ объемом 131,5 п. л.

На новую пятилетку намечено дальнейшее развитие научно-технического сотрудничества одновременно с выполнением заданий целевых комплексных программ и программ по решению важнейших проблем строительства.

**В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ,**  
канд. техн. наук

УДК 691.328 (083.78)

Кудревич Р. А. О новом преискуранте на железобетонные изделия. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 2—3  
Показаны особенности построения Преискуранта № 06-08 «Оптовые цены на железобетонные изделия» — новые положения, регламентирующие реализацию продукции, влияние различных факторов на уровень оптовых цен, вводимых в действие с 1.01.1982 г. Приводятся также данные о рентабельности производства сборного железобетона в целом по стране при действующих и вновь вводимых ценах. Табл. 2.

УДК 69.002.2:725/728.001.4

Ермаков А. А., Завойский А. К. Юбилей Киевского ДСК № 1. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 3—4  
Приведены материалы динамики роста комбината в заводском и строительном производстве. Дана характеристика научно-технических достижений и определена перспектива развития комбината в освоении домов новых серий. Табл. 2.

УДК 69.024.8

Сталежелезобетонные стропильные фермы/А. М. Ривкин, А. Ф. Лапочкина, Л. В. Руф, И. И. Минин. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 7—8

Описаны конструктивные решения двускатных и односкатных сталежелезобетонных стропильных ферм для сельского строительства. Приведены результаты испытаний опытных конструкций ферм и некоторые технико-экономические показатели. Ил. 2, табл. 1.

УДК 624.012.45:666.9—16:691.87:693.554

Чиненков Ю. В., Волков И. В., Селютин Л. Ф. Использование высокопрочной арматуры в несущих конструкциях из шлакопемзобетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 8—10  
Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований прочности изгибаемых шлакопемзобетонных элементов, армированных сталью класса А-VI. Даны предложения по расчету прочности изгибаемых элементов, выполненных из этих материалов. Ил. 4, табл. 1, список лит.: 4 назв.

УДК 624.075.23.046

Бамбура А. Н., Шталтовный В. А. Несущая способность внецентренно-сжатых колонн из мелкозернистого бетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 14—15

Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований несущей способности железобетонных колонн из мелкозернистого бетона. Рассмотрены основные факторы, влияющие на несущую способность, и разработаны практические рекомендации по их учету в процессе расчета. Ил. 2, табл. 2.

УДК 691.327:666.972.16

Гольденберг Л. Б., Оганесянц С. Л. Влияние добавок на свойства песчаных бетонов. — Бетон и железобетон, 1981, № 10, с. 15—16  
Приведены данные о влиянии добавок-суперпластификаторов на начальное водосодержание цементно-песчаных смесей и прочность песчаных бетонов. Показано влияние добавок на кинетику структурообразования и величину предварительного выдерживания песчаного бетона до ТВО. Изложены результаты физико-механических испытаний. Обоснована целесообразность применения песчаных бетонов с химическими добавками. Ил. 2, табл. 2, список лит.: 3 назв.

## CONTENTS

*Spivak H. Ya., Strongin N. S., Astakhov V. I., Shteiman B. I.* Lightweight concrete structures of covering with a warm garret  
*Rivkin A. M., Lapochkina A. F., Ruf L. V., Minin N. N.* Steel-reinforced concrete roof trusses  
*Chinenkov Yu. V., Volkov I. V., Selyutina L. F.* Use of high-strength reinforcement in supporting structures made from slag-pumice concrete  
*Petsold T. M., Tarasov V. V., Shubert I. M., Gershanok R. A., Zikeev L. N., Sugak K. S.* Trestles with centrifugated posts of ring cross section  
*Podgorniy I. R.* Development of structures for nature protective objects  
*Bambura A. N., Shaltovyi V. A.* Bearing capacity of eccentrically compressed columns from fine-grained concrete  
*Goldenberg L. B., Oganessyants S. L.* Influence of admixtures on properties of sand concretes  
*Popova O. S.* Concretes with admixtures for water soluble resins  
*Paturoev V. V., Putlyaev I. E.* Extremely lightweight polymer concretes  
*Shukurov G. Sh.* Thermophysical properties of lightweight concretes  
*Pinus B. I., Semenov V. V., Guzeev E. A.* Ultimate strains of concretes, subjected to cyclic freezing and thawing  
*Gorenchteine I. V., Afanassjeva M. A., Trukhanova I. M., Tseplyaeva L. F., Mithnik G. S.* Dependence between concrete quality and dynamics of mould sheathing  
*Dmitriev P. N., Meshkova L. A., Vygon-sky L. I.* Operating experience of metal ceramics on cement storehouse  
*Rabinovich F. N., Chernomaz A. P., Kurbatov L. G.* Monolithic bottoms of tanks from steel fibrous concrete  
*Gorshkova V. M.* Behaviour of hinged joint in columns on lateral force  
*Vasiliev N. M.* Influence of petroleum products on bond between concrete and reinforcement

## CONTENU

*Spivak N. Ja., Stronghine N. S., Astakhov V. I., Chteiman B. I.* Les structures en béton léger de toiture non-enrouleaux avec un grenier chaud  
*Rivkine A. M., Lapotchkina A. Ph., Rouf L. V., Minane I. I.* Les fermes de toiture en acier-béton armé  
*Tchinenkov Yu. V., Volkov I. V., Selyutina L. Ph.* L'utilisation des armatures à haute résistance dans les structures portantes en laitier-ponce-béton  
*Petsold T. M., Tarassov V. V., Choubert I. M., Cherchanok R. A., Zikeev L. N., Sougak K. S.* Les estacades avec des piliers portants centrifugés avec des sections annulaires  
*Podgorniy I. P.* Le perfectionnement des structures des installations pour la protection de la nature  
*Bamboura A. N., Chaltovnyj V. A.* La capacité portante des colonnes comprimées hors de centre produites en béton à grains fins  
*Goldenberg L. B., Oganessjants S. L.* L'influence des adjuvants sur les propriétés des bétons de sable  
*Popova O. S.* Les bétons avec des adjuvants des résines solubles dans l'eau  
*Paturoev V. V., Poutljaev I. E.* Les bétons de résine super-légers  
*Choukourov G. Ch.* Les propriétés thermophysiques des bétons légers  
*Pinous B. I., Semenov V. V., Gouzeev E. A.* Les déformations limites des bétons soumis aux cycles de gel et de dégel  
*Gorenchteine I. V., Afanassjeva M. A., Troukhanova I. M., Tsepljaeva L. Ph., Mitnik G. S.* La dépendance entre la qualité du béton et la dynamique de recouvrement de moule  
*Dmitriev P. N., Mechkova L. A., Vygon-sky L. I.* L'expérience de l'application de métallocéramique dans les dépôts de ciment  
*Rabinovitch Ph. N., Tchernomaz A. P., Kourbatov L. G.* Les fonds monolithes des réservoirs en acier-fibro-béton  
*Gorshkova V. M.* Le service de joint articulé des colonnes sur la force transversale  
*Vassiljev N. M.* L'influence des dérivés du pétrole sur l'adhérence du béton avec des armatures

## INHALT

*Spiwak N. Ja., Strongin N. S., Astachow W. J., Steiman B. I.* Leichtbetonkonstruktionen vom Dach ohne Babnenddeckung mit Warhdachraum  
*Rivkin A. M., Lapotschkina A. F., Ruf L. W., Minin I. I.* Stahlleisenbetonbinder  
*Tschinenkow Ju. W., Wolkow I. W., Selutina L. F.* Anwendung von hochfestem Bewehrungsstahl in Tragwerken aus Schlackenbimsbeton  
*Pezold T. M., Torossow W. W., Schubert I. M., Gerschanok R. A., Sikejew L. N., Sugak K. S.* Estakaden mit zentrifugierten Stützen mit reinformigem Querschnitt  
*Podgornij I. P.* Vervollkommung der Konstruktionen von Naturschutzobjekten  
*Bambura A. N., Staltownij W. A.* Tragfähigkeit von aussermittig gedrückten Säulen aus Feinbeton  
*Goldenberg L. B., Oganessjanz S. L.* Einfluss von Zusatzstoffen auf die Eigenschaften von Sandbeton  
*Popowa O. S.* Beton mit wasserlöslichen Harzen als Zusatzstoff  
*Paturojew W. W., Putljajew I. E.* Besonders leichter Polymerbeton  
*Schukurow G. Sch.* Wärmephysikalische Eigenschaften vom Leichtbeton  
*Pinus B. I., Semjonow W. W., Gusejew E. A.* Grenzverformung des Betons unter Frostwechselbedingungen  
*Gorenstein I. W., Afanassjeva M. A., Truchanowa I. M., Zeplajewa L. F., Mitnik G. S.* Abhängigkeit der Betonqualität von der Dynamik der Formverkleidung  
*Dmitrijew P. N., Meschowa L. A., Wygon-ski L. I.* Praxis der Anwendung von Metallkeramik im Zementlager  
*Rabinowitsch F. N., Tschernomas A. P., Kurbatow L. G.* Monolithe Behälterböden aus stahlfaserversfäktetem Beton  
*Gorshkova W. M.* Beanspruchung des Gelenkstosses von Stützen auf Querkraft  
*Wassiljew N. M.* Einfluss von Erdölprodukten auf Kohäsion des Betons mit der Bewehrung

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

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Стигнева О. В.

Сдано в набор 12.08.81.  
Формат 60x90.  
Тираж 18110 экз

Печать высокая  
Подписано в печать 10.09.81.

Усл. печ. л. 4,0

Т-24251  
Уч.-изд. л. 6,36  
Заказ 419

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

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
Адрес типографии: г. Подольск, ул. Кирова, 25

# Авторские свидетельства

№ 33\*

№ 761444. Ю. М. Баженов, А. Д. Деминов, Б. В. Гусев и др. КТБ Мосоргстройматериалы. Способ пропитки плоских бетонных и железобетонных изделий.

№ 761698. С. С. Давыдов, В. И. Ключин и В. И. Соломатов. МИИТ. Строительный полимербетонный блок.

№ 761679. Б. И. Петраков, Н. П. Ваучский, Н. В. Чеков и др. Способ возведения железобетонного монолитного ребристого свода на пневмоопалубке.

№ 761684. Е. Д. Косенков. Донецкий Промстройниипроект. Способ возведения монолитного железобетонного сооружения в скользящей опалубке.

№ 761685. Н. Р. Янсуфин и П. В. Солдатов. Куйбышевский филиал Оргэнергостроя. Бадья для укладки бетонной смеси.

№ 761707. Л. М. Бобровский, В. Д. Соболев, В. С. Клецко и В. А. Ногин. ВНИИГ. Сборная железобетонная отделка тоннеля.

№ 34

№ 763101. Д. С. Михановский, О. В. Еременко, Р. В. Крюков и Н. Г. Мазаева. ЦНИИЭП жилища. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 763105. М. А. Коробов, В. Г. Ямнов, Е. Б. Гуров и С. Г. Подороский. Серпуховский з-д ЖБИ. Бетонноукладчик.

№ 763108. А. И. Клопков, В. А. Храмушин и Р. М. Анчиполовский. Оргэнергостроя. Устройство для термической резки косвенной дугой бетонных конструкций.

№ 763289. М. М. Байрамов и Е. С. Степанян. Азербайджанский НИИ гидротехники и мелиорации. Бетонная смесь.

№ 763290. А. А. Безверхий, Н. М. Дуболазов и И. Н. Чернышев. СибЗНИИЭП жилища. Легкобетонная смесь.

№ 763292. У. Аяпов и А. А. Родионова. Алма-Атинский НИИСтромпроект. Способ обработки заполнителя.

№ 763507. В. Т. Михайлов, А. П. Метельков, О. Л. Соколов и В. М. Иванов. Ленгипротранс. Сборная железобетонная опора моста.

№ 763544. В. П. Нехотин, А. А. Кудрявцев, В. П. Попов и др. ЛИИЖТ. Опора с железобетонными приставками.

№ 763546. Е. М. Семижонов. Харьковское отделение Теплоэлектропрокта. Стыковое соединение железобетонных строительных элементов.

№ 763549. П. И. Алексеев, В. А. Камейко, Г. В. Кашеев и И. Н. Скуратова. ЦНИИСК. Плита перекрытия.

№ 763550. В. Ф. Сафонов, И. М. Судьбинин, В. М. Чеботников и др. Южгипроиниельстрой. Плита покрытия.

№ 763555. С. В. Ходыревский и Е. В. Тихомиров. Макеевский ИСИ. Устройство для бетонирования перекрытий.

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

№ 763556. В. Г. Асабрия. АрмНИИСиА. Способ предварительного напряжения гибкой арматуры при изготовлении железобетонных изделий.

№ 763561. А. П. Кириллов, В. Б. Николаев, В. Н. Салов и др. Гидропроект. Железобетонный корпус высокодавления.

№ 763562. В. Б. Бондаренко, А. С. Кубанейшвили и Ф. Г. Меладзе. ГрузНИИЭГ. Сборная башенная конструкция.

№ 35

№ 764979. Г. М. Короткевич, В. М. Короткевичи В. Л. Уманец. Способ формирования бетонных и железобетонных изделий.

№ 764981. Р. В. Крюков, О. В. Еременко и В. А. Белянов. ЦНИИЭП жилища. Техническая линия для изготовления железобетонных изделий.

№ 764982. Л. Д. Степаненко, А. Д. Якименко и В. В. Оснач. Гипрозаводтранс. Форма для изготовления предварительно-напряженных железобетонных шпал.

№ 764986. М. И. Френкель, М. А. Иванов, А. Ф. Столетний и Е. А. Фельд. НИИСП. Устройство для заката, контроля приготовления и расхода бетонной смеси.

№ 765231. Г. Д. Дибров, М. Ф. Популов, И. А. Беспроскурный и др. Бетонная смесь.

№ 765232. Г. Д. Дибров, М. Ф. Популов, В. В. Астанин и др. Бетонная смесь.

№ 765234. В. Д. Глуховский, П. В. Кривенко и В. В. Чиркова. КИСИ. Вяжущее для жаростойкого бетона.

№ 765241. С. Д. Лаповская, И. Н. Морозов, И. Б. Удачкин и Т. Т. Троцко. НИИСМ. Способ изготовления слоистых — бетонных изделий.

№ 765244. М. Ф. Друкованный, И. Н. Дударь, А. П. Дударь и А. Я. Савчук. Винницкий политехнический ин-т. Устройство для тепловой обработки железобетонных труб.

№ 765245. В. П. Абрамов, В. В. Шмалько, В. П. Виноградов и др. Днепропетровский филиал НИИСП. Способ автоматического управления процессом тепловой обработки длинномерных железобетонных изделий.

№ 765486. В. А. Атанесян и Г. Г. Балян. АрмНИИСиА. Опалубка для возведения монолитных бетонных стен с одновременной облицовкой.

№ 765487. В. Д. Вейсбойн, М. Д. Портнов, Б. Я. Грувер и др. Донецкий Промстройниипроект. Горизонтально-скользящая опалубка.

№ 765488. Ф. Н. Рабинович, Л. Г. Курбатов, А. П. Черномаз и М. М. Карбачинский. ЦНИИПромзданий. Резервуар.

№ 36

№ 766858. В. Ф. Павловский и А. Г. Задорожный. Укроргтехсельстрой. Виброплощадка для уплотнения бетонной смеси в форме.

№ 766860. О. В. Еременко, Р. В. Крюков и И. Н. Дмитриев. ЦНИИЭП жилища. Установка для формирования изделий из бетонных смесей.

№ 766867. А. М. Гусейнов. Комбинат строительных материалов треста Уральсквудстрой. Устройство для формирования раструбных труб из бетонных смесей.

№ 766868. В. И. Шумилин. ВНПО Союзжелезобетон. Устройство для изготовления железобетонных виброгидропрессованных труб.

№ 767054. А. П. Платонов, Р. В. Бейшери Г. Г. Шмидт. ЛИСИ. Способ приготовления термопластичной бетонной смеси.

№ 767055. Е. В. Зализовский, О. А. Завьялов, Г. И. Залдат и др. Уралниинстромпроект. Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона.

№ 767056. В. В. Герасимов и С. П. Шептицкий. КИСИ. Легкобетонная смесь.

№ 767061. Г. С. Штарх, Ю. Г. Дудеров, А. А. Гаспарян и др. ЦНИИСК. Способ изготовления жаростойких ячеистобетонных изделий.

№ 767279. С. А. Одинцов. ЛИСИ. Стыковое соединение секций составных железобетонных свай.

№ 767305. Г. В. Выжигин, В. И. Старцев и Л. В. Склере. ЦНИИПромзданий. Стыковое соединение железобетонных ригеля и колонны.

№ 767308. М. И. Айбулатов, Ю. А. Герасимов и Э. В. Тиминский. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Узловое соединение железобетонных стеновых панелей.

№ 767311. Ю. А. Дыховичный, В. А. Максименко и Н. Н. Никонов. ГлавАПУ г. Москвы. Безбалочное сборное железобетонное перекрытие.

№ 767319. Т. И. Мамедов, С. А. Дмитриев, Н. М. Мулин и др. НИИЖБ. Арматурный предварительно-напряженный элемент.

№ 767322. С. М. Смирнов и В. Н. Плотников. Объемно-переменная опалубка.

№ 767323. Ю. С. Канунников, В. С. Шишкин, Ю. Н. Локсин и др. Гидроспецпроект. Передвижная опалубка.

№ 767325. В. А. Ли, В. Г. Яковлевский, С. А. Мадатян и Н. А. Савинский. Всесоюзный государственный проектный ин-т по сборному машиностроению для сборного железобетона. Устройство для электронагрева арматурных стержней.

№ 767332. Г. А. Денисов, В. Б. Бондаренко и А. С. Кубанейшвили. Оргэнергостроя. Железобетонная опора.

№ 37

№ 768637. В. С. Моргайло, Ю. З. Пескин, И. А. Фридман и др. ВНИИстройдормаш. Виброплощадка для формирования трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 768638. Ф. Н. Рабинович, Л. Г. Курбатов, М. М. Карбачинский и др. ЦНИИПромзданий. Способ изготовления фиброармированной бетонной смеси.

№ 768640. В. М. Абрамов и Т. Г. Гасанов. ПКБ Минсельстроя БССР. Конвейерная линия для изготовления строительных изделий.

## CONTENTS

- Spivak H. Ya., Strongin N. S., Astakhov V. I., Shteiman B. I.* Lightweight concrete structures of covering with a warm garret
- Rivkin A. M., Lapochkina A. F., Ruf L. V., Minin N. N.* Steel-reinforced concrete roof trusses
- Chinenkov Yu. V., Volkov I. V., Selyutina L. F.* Use of high-strength reinforcement in supporting structures made from slag-pumice concrete
- Petsold T. M., Tarasov V. V., Shubert I. M., Gershanok R. A., Zikeev L. N., Sugak K. S.* Trestles with centrifugated posts of ring cross section
- Podgornyi I. R.* Development of structures for nature protective objects
- Bambura A. N., Shaltovyi V. A.* Bearing capacity of eccentrically compressed columns from fine-grained concrete
- Goldenberg L. B., Oganessyants S. L.* Influence of admixtures on properties of sand concretes
- Popova O. S.* Concretes with admixtures for water soluble resins
- Paturoev V. V., Putlyayev I. E.* Extremely lightweight polymer concretes
- Shukurov G. Sh.* Thermophysical properties of lightweight concretes
- Pinus B. I., Semenov V. V., Guzeev E. A.* Ultimate strains of concretes, subjected to cyclic freezing and thawing
- Gorenchteine I. V., Afanassjeva M. A., Troukhanova I. M., Tseplyaeva L. F., Mitnik G. S.* Dependence between concrete quality and dynamics of mould sheathing
- Dmitriev P. N., Meshkova L. A., Vygon-sky L. I.* Operating experience of metal ceramics on cement storehouse
- Rabinovich F. N., Chernomaz A. P., Kurbatov L. G.* Monolithic bottoms of tanks from steel fibrous concrete
- Gorshkova V. M.* Behaviour of hinged joint in columns on lateral force
- Vasiliev N. M.* Influence of petroleum products on bond between concrete and reinforcement

## CONTENU

- Spivak N. Ja., Stronghine N. S., Astakhov V. I., Chteiman B. I.* Les structures en beton leger de toiture non-en rouleaux avec un grenier chaud
- Rivkine A. M., Lapotchkina A. Ph., Rouf L. V., Minane I. I.* Les fermes de toiture en acier-beton arme
- Tchinenkov Yu. V., Volkov I. V., Selutina L. Ph.* L'utilisation des armatures a haute resistance dans les structures portantes en laitier-ponce-beton
- Petsold T. M., Tarassov V. V., Choubert I. M., Cherchanok R. A., Zikeev L. N., Sougak K. S.* Les estacades avec des pilons portants centrifugies avec des sections annulaires
- Podgornij I. P.* Le perfectionnement des structures des installations pour la protection de la nature
- Bamboura A. N., Chaltovnyj V. A.* La capacite portante des colonnes comprimées hors de centre produites en beton a grains fins
- Goldenberg L. B., Oganessjants S. L.* L'influence des adjuvants sur les propriétés des betons de sable
- Popova O. S.* Les betons avec des adjuvants des resines solubles dans l'eau
- Patouroeov V. V., Poutljaev I. E.* Les betons de resine super-legers
- Choukourov G. Ch.* Les propriétés thermo-physiques des betons legers
- Pinous B. I., Semenov V. V., Gouzeev E. A.* Les déformations limites des betons soumis aux cycles de gel et de degel
- Gorenchteine I. V., Afanassjeva M. A., Troukhanova I. M., Tseplyaeva L. Ph., Mitnik G. S.* La dépendance entre la qualite du beton et la dynamique de recouvrement de moule
- Dmitriev P. N., Mechkova L. A., Vygon-sky L. I.* L'expérience de l'application de metalloceramique dans les depots de ciment
- Rabinovitch Ph. N., Tchernomaz A. P., Kourbatov L. G.* Les fonds monolithes des reservoirs en acier-fibro-beton
- Gorchkova V. M.* Le service de joint articulé des colonnes sur la force transversale
- Vassiljev N. M.* L'influence des derives du petrole sur l'adhérence du beton avec des armatures

## INHALT

- Spiwak N. Ja., Strongin N. S., Astachow W. J., Steiman B. I.* Leichtbetonkonstruktionen vom Dach ohne Babnddeckung mit Warhdachraum
- Rivkin A. M., Lapotschkina A. F., Ruf L. W., Minin I. I.* Stahlisenbetonbinder Tschinenkow Ju. W., Wolkow I. W., Selutina L. F. Anwendung von hochfestem Bewehrungsstahl in Tragwerken aus Schlackenbimsbeton
- Pezold T. M., Torossow W. W., Schubert I. M., Gerschanok R. A., Sikejew L. N., Sugak K. S.* Estakaden mit zentrifugierten Stützen mit reinförmigem Querschnitt
- Podgornij I. P.* Vervollkommung der Konstruktionen von Naturschutzobjekten
- Bambura A. N., Staltownij W. A.* Tragfähigkeit von aussermittig gedrückten Säulen aus Feinbeton
- Goldenberg L. B., Oganessjanz S. L.* Einfluss von Zusatzstoffen auf die Eigenschaften von Sandbeton
- Popowa O. S.* Beton mit wasserlöslichen Harzen als Zusatzstoff
- Paturojew W. W., Putlajew I. E.* Besonders leichter Polymerbeton
- Schukurow G. Sch.* Wärmephysikalische Eigenschaften von Leichtbeton
- Pinus B. I., Semjonow W. W., Gusejew E. A.* Grenzverformung des Betons unter Frostwechselbedingungen
- Gorenstein I. W., Afanassjeva M. A., Truchanowa I. M., Zepajewa L. F., Mitnik G. S.* Abhängigkeit der Betonqualität von der Dynamik der Formverkleidung
- Dmitrijew P. N., Meschowa L. A., Wygon-ski L. I.* Praxis der Anwendung von Metallkeramik im Zementlager
- Rabinowitsch F. N., Tschernomas A. P., Kurbatow L. G.* Monolite Behälterböden aus stahlfaserversfäktetem Beton
- Gorshkova W. M.* Beanspruchung des Gelenkstosses von Stützen auf Querkraft
- Wassiljev N. M.* Einfluss von Erdölprodukten auf Kohäsion des Betons mit der Bewehrung

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

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Стигнеева О. В.

Сдано в набор 12.08.81.  
Формат (0X00)<sup>1</sup>.  
Тираж 18110 экз

Печать высокая  
Подписано в печать 10.09.81.

Усл. печ. л. 4,0

Т-24251  
Уч. изд. л. 6,36  
Заказ 419

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

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
Адрес типографии: г. Подольск, ул. Кирова, 25

# Авторские свидетельства

## № 33\*

№ 761444. Ю. М. Баженов, А. Д. Деминов, Б. В. Гусев и др. КТБ Мосоргстрояматериалы. Способ пропитки плоских бетонных и железобетонных изделий.

№ 761698. С. С. Давыдов, В. И. Ключин и В. И. Соломатов. МИИТ. Строительный полимербетонный блок.

№ 761679. Б. И. Петраков, Н. П. Ваучский, Н. В. Чеков и др. Способ возведения железобетонного монолитного ребристого свода на пневмоопалубке.

№ 761684. Е. Д. Косенков. Донецкий Промстройнипроект. Способ возведения монолитного железобетонного сооружения в скользящей опалубке.

№ 761685. Н. Р. Янсуфин и П. В. Солдатов. Куйбышевский филиал Оргэнергостроя. Бадья для укладки бетонной смеси.

№ 761707. Л. М. Бобровский, В. Д. Соболев, В. С. Клецко и В. А. Ногин. ВНИИГ. Сборная железобетонная отделка тоннеля.

## № 34

№ 763101. Д. С. Михановский, О. В. Еременко, Р. В. Крюков и Н. Г. Мазаева. ЦНИИЭП жилища. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 763105. М. А. Коробов, В. Г. Ямнов, Е. Б. Гуров и С. Г. Подороский. Серпуховский з-д ЖБИ. Бетоноукладчик.

№ 763108. А. И. Клопков, В. А. Храмушин и Р. М. Анчиполовский. Оргэнергострой. Устройство для термической резки косвенной дугой бетонных конструкций.

№ 763289. М. М. Байрамов и Е. С. Степанян. Азербайджанский НИИ гидротехники и мелиорации. Бетонная смесь.

№ 763290. А. А. Безверхий, Н. М. Дуболазов и И. Н. Чернышев. СибЗНИИЭП жилища. Легкобетонная смесь.

№ 763292. У. Аяпов и А. А. Родионова. Алма-Атинский НИИСтромпроект. Способ обработки заполнителя.

№ 763507. В. Т. Михайлов, А. П. Метельков, О. Л. Соколов и В. М. Иванов. Ленгипротранс. Сборная железобетонная опора моста.

№ 763544. В. П. Нехотин, А. А. Кудрявцев, В. П. Попов и др. ЛИИЖТ. Опора с железобетонными привставками.

№ 763546. Е. М. Семижонов. Харьковское отделение Теплоэлектропроекта. Стыковое соединение железобетонных строительных элементов.

№ 763549. П. И. Алексеев, В. А. Камейко, Г. В. Кашеев и И. Н. Скуратова. ЦНИИСК. Плита перекрытия.

№ 763550. В. Ф. Сафронов, И. М. Судьбинин, В. М. Чеботников и др. Южгипронисельстрой. Плита покрытия.

№ 763555. С. В. Ходыревский и Е. В. Тихомиров. Макеевский ИСИ. Устройство для бетонирования перекрытий.

№ 763556. В. Г. Асабриян. АрмНИИСиА. Способ предварительного напряжения гибкой арматуры при изготовлении железобетонных изделий.

№ 763561. А. П. Кириллов, В. Б. Николаев, В. И. Салов и др. Гидропроект. Железобетонный корпус высокодавления.

№ 763562. В. Б. Бондаренко, А. С. Кубанейшвили и Ф. Г. Меладзе. ГрузНИИЭГ. Сборная башенная конструкция.

## № 35

№ 764979. Г. М. Короткевич, В. М. Короткевич и В. Л. Уманец. Способ формования бетонных и железобетонных изделий.

№ 764981. Р. В. Крюков, О. В. Еременко и В. А. Белянов. ЦНИИЭП жилища. Техническая линия для изготовления железобетонных изделий.

№ 764982. Л. Д. Степаненко, А. Д. Якименко и В. В. Оснач. Гипрозаводтранс. Форма для изготовления предварительно-напряженных железобетонных шпал.

№ 764986. М. И. Френкель, М. А. Иванов, А. Ф. Столетний и Е. А. Фельд. НИИСП. Устройство для заката, контроля приготовления и расхода бетонной смеси.

№ 765231. Г. Д. Дибров, М. Ф. Популов, И. А. Беспроскурный и др. Бетонная смесь.

№ 765232. Г. Д. Дибров, М. Ф. Популов, В. В. Астанин и др. Бетонная смесь.

№ 765234. В. Д. Глуховский, П. В. Кривенко и В. В. Чиркова. КИСИ. Вяжущее для жаростойкого бетона.

№ 765241. С. Д. Лаповская, И. Н. Морозов, И. Б. Удачкин и Т. Т. Троцко. НИИСМ. Способ изготовления слоистых — бетонных изделий.

№ 765244. М. Ф. Друкованный, И. Н. Дударь, А. П. Дударь и А. Я. Савчук. Винницкий политехнический ин-т. Устройство для тепловой обработки железобетонных труб.

№ 765245. В. П. Абрамов, В. В. Шмальная, В. П. Виноградов и др. Днепропетровский филиал НИИСП. Способ автоматического управления процессом тепловой обработки длинномерных железобетонных изделий.

№ 765486. В. А. Атанесян и Г. Г. Баян. АрмНИИСиА. Опалубка для возведения монолитных бетонных стен с одновременной облицовкой.

№ 765487. В. Д. Вейсбойн, М. Д. Портнов, Б. Я. Грувер и др. Донецкий Промстройнипроект. Горизонтально-скользящая опалубка.

№ 765488. Ф. Н. Рабинович, Л. Г. Курбатов, А. П. Черномаз и М. М. Карбачинский. ЦНИИ-промзданий. Резервуар.

## № 36

№ 766858. В. Ф. Павловский и А. Г. Задорожный. Укроргтехсельстрой. Виброплощадка для уплотнения бетонной смеси в форме.

№ 766860. О. В. Еременко, Р. В. Крюков и И. Н. Дмитриев. ЦНИИЭП жилища. Установка для формования изделий из бетонных смесей.

№ 766867. А. М. Гусейнов. Комбинат строительных материалов треста Уральскводстрой. Устройство для формования раструбных труб из бетонных смесей.

№ 766868. В. И. Шумилин. ВНПО Союзжелезобетон. Устройство для изготовления железобетонных виброгидропрессованных труб.

№ 767054. А. П. Платонов, Р. В. Бейшер и Г. Г. Шмидт. ЛИСИ. Способ приготовления термопластичной бетонной смеси.

№ 767055. Е. В. Зализовский, О. А. Завьялов, Г. И. Залдат и др. Уралниистромпроект. Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона.

№ 767056. В. В. Герасимов и С. П. Шептицкий. КИСИ. Легкобетонная смесь.

№ 767061. Г. С. Штарх, Ю. Г. Дудеров, А. А. Гаспарян и др. ЦНИИСК. Способ изготовления жаростойких ячеистобетонных изделий.

№ 767279. С. А. Одинцов. ЛИСИ. Стыковое соединение секций составных железобетонных свай.

№ 767305. Г. В. Выжигин, В. И. Старцев и Л. В. Склере. ЦНИИПромзданий. Стыковое соединение железобетонных ригеля и колонны.

№ 767308. М. И. Айбулатов, Ю. А. Герасимов и Э. В. Тиминский. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Узловое соединение железобетонных стеновых панелей.

№ 767311. Ю. А. Дыховичный, В. А. Максименко и Н. Н. Иванов. ГлавАПУ г. Москвы. Безбалочное сборное железобетонное перекрытие.

№ 767319. Т. И. Мамедов, С. А. Дмитриев, Н. М. Мулин и др. НИИЖБ. Арматурный предварительно-напряженный элемент.

№ 767322. С. М. Смирнов и В. Н. Плотников. Объемно-переменная опалубка.

№ 767323. Ю. С. Канунников, В. С. Шишкин, Ю. Н. Локсин и др. Гидроспецпроект. Передвижная опалубка.

№ 767325. В. А. Ли, В. Г. Яковлевский, С. А. Мадатян и Н. А. Савинский. Всесоюзный государственный проектный ин-т по сборному машиностроению для сборного железобетона. Устройство для электронного нагрева арматурных стержней.

№ 767332. Г. А. Денисов, В. Б. Бондаренко и А. С. Кубанейшвили. Оргэнергострой. Железобетонная опора.

## № 37

№ 768637. В. С. Моргайло, Ю. З. Пескин, И. А. Фридман и др. ВНИИ-стройдормаш. Виброплощадка для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 768638. Ф. Н. Рабинович, Л. Г. Курбатов, М. М. Карбачинский и др. ЦНИИПромзданий. Способ изготовления фиброармированной бетонной смеси.

№ 768640. В. М. Абрамов и Т. Г. Гасанов. ПКБ Минсельстроя БССР. Конвейерная линия для изготовления строительных изделий.

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

№ 768641. Ю. Г. Иванов, А. Г. Панфилов, В. Я. Морев и В. А. Харитонов. Ярославский Промстройпроект. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 768642. И. И. Кравченко. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 768644. М. М. Кабан. Форма для изготовления бетонных и железобетонных изделий.

№ 768778. Г. М. Васильева, А. К. Книппенберг и Ю. В. Звягинцев. Липецкий политехнический ин-т. Бетонная смесь.

№ 768781. Н. И. Швачко, В. Л. Матусьяк, А. Г. Кошовой и др. Способ производства легкого заполнителя.

№ 768907. А. Ф. Тупиков. Способ изготовления железобетонного изделия.

№ 768908. А. А. Якушев, Я. М. Фельдман, П. Г. Афанасьев и др. КБ по железобетону и НИИЖБ. Многопустотная железобетонная плита перекрытия.

№ 768911. Н. И. Катин и В. А. Беликов. НИИЖБ. Сборная железобетонная ферма.

№ 768912. М. Н. Собенников и Е. С. Дятлов. Завод ЖБИ № 5 комбината Братскжелезобетон. Фиксатор для арматурных каркасов и способ его изготовления.

№ 768915. Н. Р. Янсуфин, П. В. Солдатов, Н. Н. Шартава и Е. В. Кулагин. Куйбышевский филиал Оргэнергостроя. Консольная опалубка.

№ 769917. В. К. Синяков, В. Г. Ефремов, И. Е. Ходырев и др. ВНИИ гидротехники и мелиорации. Установка для изготовления пространственных арматурных каркасов.

№ 768920. П. Ш. Ахалкаци, А. В. Лоладзе, К. А. Чечелашвили и др. ГрузНИИЭГ. Корпус высокого давления.

№ 768992. И. Ш. Мачавариани, А. П. Даушвили, Я. И. Маренный и др. Грузинский политехнический ин-т. Устройство для пресования бетонной смеси при возведении монолитной обделки тоннеля.

№ 768993. Б. И. Явич, Б. Н. Кузин, М. П. Мышев и Е. П. О कोरोков. Ростовский государственный университет. Сопло для нанесения набрызг-бетона.

№ 769000. Л. М. Ерофеев, Л. А. Миросникова, В. М. Шитенберг и Г. С. Франкевич. Кузнецкий НИИ строительства угольных и горнорудных предприятий. Железобетонная анкерная крепь.

№ 769002. И. И. Демченко, Ф. П. Сливаков, И. Л. Ладыженский и Я. А. Заневич. МолдНИИ-стромпроект. Железобетонный анкер.

№ 769003. Ф. П. Сливаков и И. Л. Ладыженский. МолдНИИ-стромпроект. Железобетонный анкер для крепления горных выработок.

№ 769074. Н. В. Бойко, В. Н. Щелконогов, В. Л. и др. НИЛ строительного производства Карагандинского политехнического ин-та. Бетононасос.

### № 38

№ 770797. И. П. Адамович, В. А. Островский и В. М. Шворин. СПКТБ Кассетдеталь Московского государственного объединения КИД. Установка для изготовления объемного элемента крышной части здания.

№ 770798. В. И. Грудяев и Б. Д. Соколов. ВНИИСТРОМ. Форма для изготовления изделий из ячеистого бетона.

№ 770799. Ю. Г. Иванов, В. Я. Морев и А. Г. Панфилов. Ярославский Промстройпроект. Форма для изготовления П-образных железобетонных изделий.

№ 770802. Ю. Н. Сыркин, В. Г. Голубов, В. А. Радичкин и др. СКТБ Главтоннельмостростроя. Устройство для распалубки изделий из бетонных смесей.

№ 770805. Ш. Махмудов, С. А. Алимов и С. Л. Ли. Среднеазиатский НИИ ирригации. Способ изготовления полимербетонных и полимерсиликатных изделий.

№ 770808. Н. В. Гущин и В. А. Кузнецов. Регулятор подвижности бетонной смеси.

№ 771046. В. В. Попов и В. С. Бородин. Донецкий Промстройинипроект. Способ приготовления легкбетонной смеси.

№ 771047. Е. Г. Иванов, Н. Г. Лисковский, Г. В. Сребнюк и Д. И. Пономаренко. Криворожский филиал ВНИИОМШС. Набрызг-бетонная смесь.

№ 771048. К. В. Чаус, Ю. В. Лабзина, Ю. М. Баженов и др. МИСИ. Способ изготовления бетонных изделий.

№ 771049. С. М. Медин, Л. И. Шутило, Е. Б. Ровнер и др. ВНИИСТРОМ. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.

№ 771050. К. Э. Горяйнов, С. В. Петров, В. С. Козловский и др. ВЗИСИ. Бетонная смесь.

№ 771069. К. Р. Морозов, К. И. Чошшиев, И. Е. Путляев и др. НИИ сейсмостойкого строительства Госстроя СССР. Пропиточная композиция для бетонных изделий.

№ 771072. М. Н. Баранова, В. Г. Петрушенко, А. Г. Потапьевский и Т. Г. Цебенко. Государственный проектный ин-т по проектированию промышленного и гражданского строительства. Установка для тепловой обработки бетонных изделий.

№ 771266. В. С. Баулин, В. И. Петров и В. Д. Столяренко. ЭКБ по железобетону. Складная рама сборно-разборного сооружения.

№ 771269. М. А. Васильев. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн.

№ 771271. В. А. Якушин, Е. М. Чериковер, В. Ф. Соколова и Г. М. Лешин. НИИЖБ. Стыковое соединение сборных железобетонных элементов.

№ 771272. Р. Л. Романов и Г. С. Кобринский. ЛатНИИЭС. и ЦНИИЭП жилища. Бесшварное стыковое соединение железобетонных элементов.

№ 771273. Г. Г. Виноградов. Ленинградский Промстройпроект. Стыковое соединение стеновых панелей с колонной.

№ 771283. В. Н. Шимановский, В. Н. Мацвейко, Ю. С. Слюсаренко и В. И. Сайгак. НИИСК. Висячие покрытия.

№ 771284. Н. И. Шамриков. СКТБ стройиндустрии. Железобетонное панельное перекрытие.

№ 771288. И. Л. Кузнецов и Р. Г. Галиев. Казанский инженерно-строительный ин-т. Пространственная арочная ферма.

№ 771289. Я. А. Зутис, О. А. Крастиньш, Я. Я. Мелзунс и др. Завод ЖБИ № 1 и ЛатНИИЭС. Способ армирования строительных изделий.

№ 771297. В. А. Сурнин. КБ Хабаровского треста «Железобетон-1». Устройство для крепления закладных деталей при сборке арматурных каркасов.

№ 771298. Д. С. Мороженко, В. Х. Погребной, А. С. Канищев и др. Устройство для натяжения арматуры.

№ 771299. Г. А. и И. С. Бремкаускас. Комбинат железобетонных и металлических конструкций. Приспособление для отгиба предварительно-напряженной арматуры.

№ 771301. Л. А. Силс, Я. Я. Мелзунс, Р. Р. Лейландс и др. Завод ЖБК № 1 и ЛатНИИЭС. Устройство для монтажа строительных конструкций.

№ 771302. Г. Ф. Кошкарев, Г. П. Малюта, Р. И. Давыдов и Ф. А. Державицкий. НИИСП. Кондуктор для монтажа строительных конструкций.

№ 771338. В. Я. Заслов и Б. М. Сахаров. Устройство для нанесения набрызг-бетона.

### № 39

№ 772848. С. П. Максимов, В. Б. Волков, В. Д. Юшин и И. А. Самусева. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей в форме.

№ 772849. Г. И. Холодинский, В. А. Лаптухов и М. М. Боровлев. Устройство для одновременного формирования нескольких трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 772850. Г. М. Гофман и Б. Д. Цахилов. ВНИИстром. Устройство для управления процессом виброформования ячеистобетонной смеси.

№ 772853. В. И. Гуйтур. Николаевский филиал Одесского инженерно-строительного ин-та. Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.

№ 772857. В. И. Редькин, П. Н. Тыква и А. С. Трегуб. Запорожский ДСК и Запорожское отделение НИИСК. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 772860. И. Н. Яковлев. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 772861. Е. Д. Кремлин, И. М. Локтев, И. Г. Альтман и В. И. Мельник. Донецкий Промстройинипроект. Форма для изготовления строительных изделий.

№ 772862. М. Ф. Друкованный, С. А. Голюк, В. Е. Танцюра и В. В. Куровский. Винницкий политехнический ин-т. Смазка для металлических форм.

№ 772863. Е. И. Харитон и Г. Ф. Янко. МолдНИИстромпроект. Устройство для очистки форм.

№ 772864. А. А. Мартяцкас и Я. В. Крикштулене. Проектно-технологический трест Оргтехстрой. Смазка-вскрыватель.

№ 772866. Л. М. Окунь, В. А. Нечаев и Б. В. Гревизирский. КТИ Минпромстроя СССР и завод крупных деталей Гульского ДСК. Кантователь.

№ 772867. Е. С. Колобов. СКТБ стройиндустрии. Установка для резки массива-сырца ячеистого бетона.

№ 772873. В. Р. Ковтун, В. В. Запара, Б. В. Федоров и др. Устройство для термообработки железобетонных виброгидропрессованных труб.