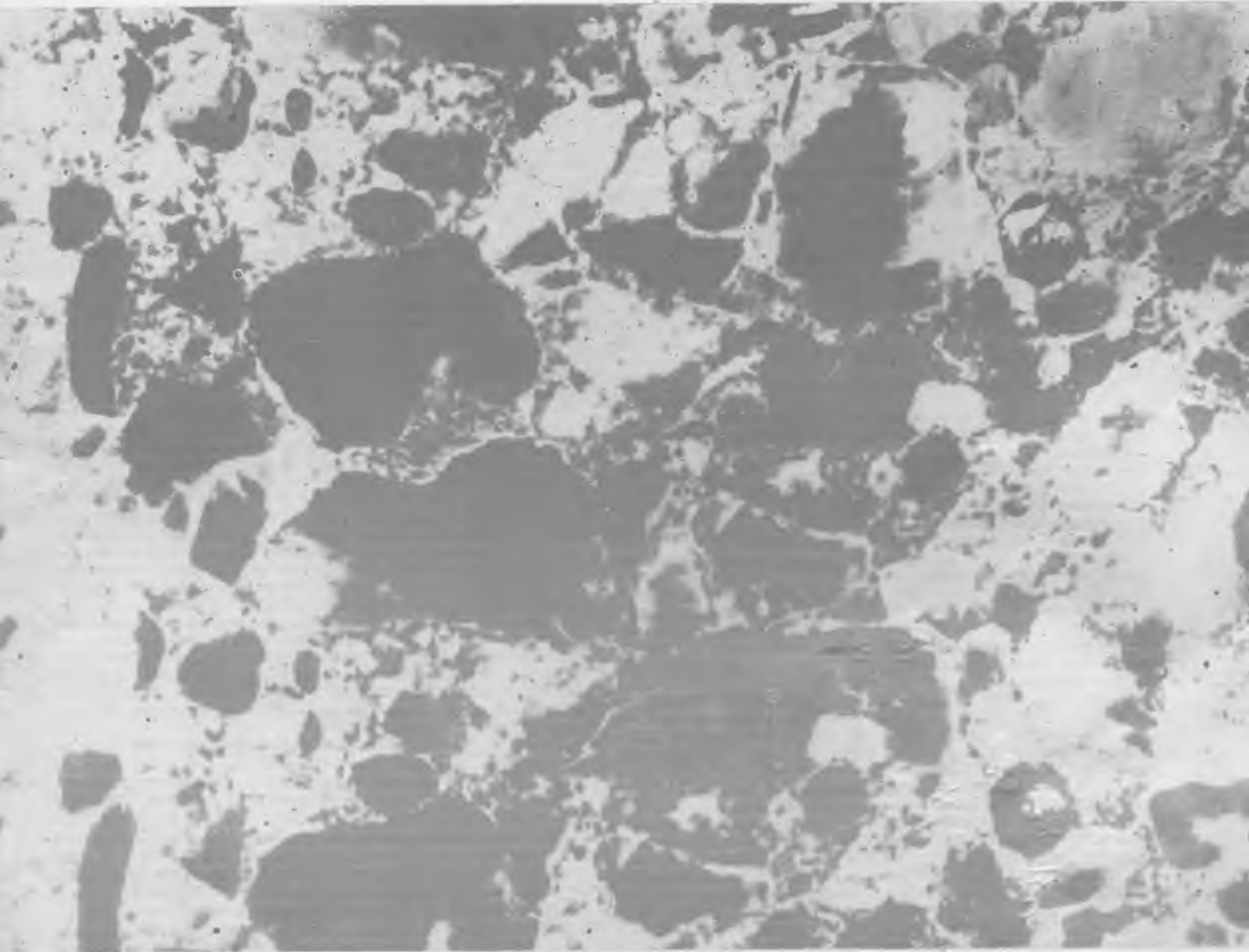


ISSN 0005 - 9889

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН **9**

**1987**



## Прогрессивные решения

На тематической выставке «Научно-техническое творчество молодежи Москвы», организованной на ВДНХ СССР, демонстрировалась технология сооружения буронабивных столбов опор моста через р. Волгу. Проектирование моста осуществил институт «Гипротрансмост», проект производства работ выполнен СКБ Главмостостроя. Строительство моста ведет Мостоотряд № 3 треста «Мостострой № 3».

Пролетное строение моста состоит из двух неразрезных плетей балочной системы. Речные опоры запроектированы сборно-монолитными с высоким свайным ростверком на буронабивных столбах.

Буронабивные столбы трех опор были сооружены с помощью буровой машины с рабочего мостика, который устанавливали на заранее погруженное шпунтовое ограждение. Для шести опор данный метод не мог быть применен, так как шпунтовое ограждение не выдерживает ледовых нагрузок без дополнительных затрат материалов на его усиление. Буронабивные столбы этих шести опор возводятся с использованием защитных труб фундаментов опор. Сооружение их производится в такой последовательности:

на ось опор наводится и закрепляется плавучий направляющий каркас;

через плавучий каркас погружаются до линии местного размыва у опоры защитные металлические трубы, которые служат для образования тела столба выше дна (как несъемная опалубка), а также для предотвращения бетона от истирания;

погруженные защитные трубы поверху закрепляются для восприятия горизонтальных нагрузок от буровой машины; на трубы устанавливаются ригели, на которых монтируется рабочий устакан;

на мостике размещается буровая машина, с помощью которой под защитой обсадной трубы осуществляется бурение на отметках глубже защитной трубы сооружаемого столба, на котором не установлен ригель;

производится установка арматурного каркаса и бетонирование тела столба;

ригели переставляются на сооруженные столбы, освобождая для работы оставшиеся защитные трубы.

Работа буровой машины на консоли подмостей, когда производится при опирании подмостей на несущую опору, так как несущая опора не выдерживает нагрузки от защитных труб, производится закреплением анкером буровой машины к ряду столбов. При этом буровая машина опирается по ригелям на

рабочий столб, обеспечивая наклон буровой машины. При необходимости буровая машина может опираться на соседний столб, обеспечивая наклон буровой машины.

Этот способ сооружения буронабивных столбов позволяет экономить затраты в результате извлечения специализированной буровой машины; ей вследствие опирания на защитные трубы.

При этом способе сооружения буронабивных столбов обеспечивается безопасность и безопасность при навали судовой техники на буронабивных столбах.

Для этого устройства, использования переносимого устройства (платформы гидроизоляции)

на стены (платформы гидроизоляции) на стены буронабивных столбов. Наклейка гидроизоляционного слоя рулонно-

го материала пламенем пропановоздушных линейных горелок с прижимом его к оклеиваемой поверхности.

Механизм состоит из самоходной тележки, устанавливаемой на перекрытие тоннеля на переносные направляющие. На тележке шарнирно смонтирована жесткая вертикальная рама подъемника, устанавливаемая параллельно стене тоннеля. Подъемник, снабженный электроприводом, имеет каретку, на которой крепятся площадка с гидроизоляционным оборудованием и люлька. Гидроизоляционное оборудование состоит из бобины, на которую перематывается гидростеклоизол, отклоняющего валика и линейных горелок, которые размещены на поворотном рычаге с прижимными пружинами.

Для прикатки наклеенного гидростеклоизола используется резиновый гребенка. Пульт управления подъемом площадки и передвижением тележки установлен на тележке. Люлька снабжена вторым пультом управления подъемом. Питание горелок пропаном осуществляется от баллона, находящегося на перекрытии. В состав устройства включено оборудование для перематки и очистки рулона от прокладочной бумаги.

Производительность устройства 87,5 м<sup>2</sup>/ч, суммарная номинальная мощность электроустановок 4,1 кВт, грузоподъемность 150 кг, высота подъема 4,2 м, скорость оклейки 3 м/мин, скорость перемещения тележки 5,4 м/мин, габариты (м): 4,4×2,9×5,5. Масса устройства 2,6 т.

Устройство увеличивает производительность труда (трудозатраты сокращаются на 150 чел.-дн.), механизмирует процесс наклейки гидроизоляции, повышает безопасность и улучшает условия труда. При обслуживающем персонале 3 чел. годовой экономический эффект использования устройства достигает 49,3 тыс. р.

Для автоматизации расчета потребности в материалах при изготовлении сборного железобетона СКТБ Главморречстроя разработало унифицированную нормативную базу на машинных носителях, математическое и программное обеспечение. Основной нормативной базы служит карточка норм расхода, составляемая для каждого железобетонного изделия, в которой указываются наименование и код изделия, его объем, а также наименование и расход материалов для изготовления этого изделия. Карточки норм расхода вводятся в ЭЕМ и хранятся на магнитных носителях.

При проведении расчетов в ЭВМ вводятся комплекточные ведомости, содержащие информацию о номенклатуре и количестве заказанных строительными трестами железобетонных конструкций. В ходе расчетов для заказанных железобетонных изделий из нормативной базы выбираются нормы расхода материально-технических ресурсов.

Возможность иерархической организации информационных массивов позволила использовать для решения задач систему управления базами данных ИНЕС. Спроектировано специальное программное обеспечение, которое выполняет следующие функции: ведение базы данных нормативно-справочной информации по сборному железобетону; ведение базы данных заявок на сборный железобетон; расчет ведомости потребности в металлопрокате и цементе на различных уровнях управления с вычислением расхода материалов на кубический метр по подгруппам и группам железобетонных конструкций; расчет количества катанки, мелкого сорта, крупного сорта с разбивкой по классам сталей, а также потребность в прядях и проволоке.

Описанная система автоматизированных расчетов эксплуатируется в Главморречстрое на ЭВМ ЕС-1045.

На выставке под девизом «Студенты Москвы — производству, науке, культуре» широко демонстрировались вузовские разработки.

На основании исследований, проведенных в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Цемент» (МАДИ), установлено, что шлакопортландцемент является тем видом вяжущего, для которого оптимальные условия твердения обеспечиваются при термовлажностной обработке.

При этом эффективность использования такого вяжущего возрастает по мере увеличения содержания шлака до 70...80% и тонкости помола до 3600...4000 см<sup>2</sup>/г (ПСХ-2). По сравнению с бетонными смесями на портландцементе смеси на малоклинкерном шлакопортландцементе обладают пониженной водопотребностью, а соответствующий бетон сразу после пропаривания имеет 75...85% марочной прочности. При последующем твердении в нормальных условиях бетон на малоклинкерном шлакопортландцементе характеризуется интенсивным набором прочности. Бетоны классов В15...В30 могут быть получены при расходе клинкерной составляющей 90...130 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. Таким бетонам присущи также пониженные деформации усадки.

На основании исследований, проведенных в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Цемент» (МАДИ), установлено, что шлакопортландцемент является тем видом вяжущего, для которого оптимальные условия твердения обеспечиваются при термовлажностной обработке.

При этом эффективность использования такого вяжущего возрастает по мере увеличения содержания шлака до 70...80% и тонкости помола до 3600...4000 см<sup>2</sup>/г (ПСХ-2). По сравнению с бетонными смесями на портландцементе смеси на малоклинкерном шлакопортландцементе обладают пониженной водопотребностью, а соответствующий бетон сразу после пропаривания имеет 75...85% марочной прочности. При последующем твердении в нормальных условиях бетон на малоклинкерном шлакопортландцементе характеризуется интенсивным набором прочности. Бетоны классов В15...В30 могут быть получены при расходе клинкерной составляющей 90...130 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. Таким бетонам присущи также пониженные деформации усадки.

При этом эффективность использования такого вяжущего возрастает по мере увеличения содержания шлака до 70...80% и тонкости помола до 3600...4000 см<sup>2</sup>/г (ПСХ-2). По сравнению с бетонными смесями на портландцементе смеси на малоклинкерном шлакопортландцементе обладают пониженной водопотребностью, а соответствующий бетон сразу после пропаривания имеет 75...85% марочной прочности. При последующем твердении в нормальных условиях бетон на малоклинкерном шлакопортландцементе характеризуется интенсивным набором прочности. Бетоны классов В15...В30 могут быть получены при расходе клинкерной составляющей 90...130 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. Таким бетонам присущи также пониженные деформации усадки.

## Содержание

<b>К 70-летию Великого Октября</b>	
Обязательства заводчан	2
<b>Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!</b>	
<i>Зайцев В. Ф., Иванов В. И., Михайлов В. В., Караковский А. К., Ходжаев С. А., Михайлов И. В., Осокин П. К., Ханамов Н. Ч.</i> Напорный самонапряженный трубопровод диаметром 4...7,5 м	4
<i>Михайлов И. В., Бейлина М. И.</i> Напрягающий цемент для преднапряженных конструкций	7
<i>Чечелев В. В., Галикян К. А., Зайцев А. Ф.</i> Применение напрягающего бетона при строительстве лечебно-оздоровительного комплекса	8
<i>Зурабян А. С., Черепнев Б. А.</i> Напрягающий бетон в объемно-блочном домостроении	10
<i>Исламов Д. Ш.</i> Безрулонная крыша из напрягающего бетона в условиях сухого и жаркого климата	12
<i>Литвер С. Л., Рагольский А. С.</i> Технологические особенности напрягающего бетона при формировании методом напорного нагнетания	14
<i>Широков В. С., Гоголев Ю. А.</i> Радиальное прессование безнапорных самонапряженных труб	15
<i>Петренко В. И., Корешков В. И., Лысяк В. А., Мартыросов Г. М.</i> Цельносекционные обделки из напрягающего бетона в метростроении	17
<i>Будюк В. Д., Кондратчик А. А., Тур В. В., Гашко В. И., Ницкий Ю. А., Денисов С. Ф., Кондратюк В. К.</i> Цилиндрические сборные резервуары с применением напрягающего бетона	19
<i>Обухов А. Н., Руденко И. Ф., Селиванова С. А.</i> Повышение прочности сталефибробетона на НЦ при роликовом формировании	20
<i>Панкина С. Ф., Деллос К. П., Обухов Б. В., Титов Ю. И.</i> Устройство выравнивающего слоя из напрягающего бетона на автодорожных мостах	21
<i>Айрапетов Г. А., Панченко А. И., Исветицев Г. В.</i> Морозостойкость напрягающих бетонов после пропаривания	23
<b>Конструкции</b>	
<i>Маилян Д. Р.</i> Способы изготовления колонн с высокопрочной предварительно сжатой арматурой	25
<i>Николаевский М. Ю.</i> Влияние температурного режима свайных ростверков на их напряженное состояние	26
<b>Для сельского строительства</b>	
<i>Устименко В. В.</i> Развитие сельского домостроения в Московской области	29
<b>Вопросы экономики</b>	
<i>Каретникова Ю. М.</i> Формирование и использование фондов экономического стимулирования	30
<i>Суковатов В. И.</i> Промышленности сборного железобетона — нормативную базу по затратам труда	32
<b>В помощь проектировщику</b>	
<i>Колтынюк В. А.</i> Особенности расчета прочности по наклонным сечениям балок, расположенных под стенами	34
<i>Нехотин В. П.</i> Расчет поперечного давления на бетон в зоне анкеровки стержневой арматуры	36
<i>Цесис Р. А.</i> Расчет толщины ограждения ямных пропарочных камер	37
<b>В помощь заводским лабораториям</b>	
<i>Фишер Р. А.</i> Определение активности цемента ускоренным методом	39
<b>Долговечность</b>	
<i>Красовская Г. М.</i> Стойкость против коррозионного растрескивания термически упрочненных стыков	40
<i>Дьяченко Ю. К., Енишерлова С. Г., Кучеряева Г. Д., Ратинов В. Б., Семенова С. Д.</i> Стойкость преднапряженной арматуры в бетоне с добавками	41
<b>Информация</b>	
<i>Демянюк П. А., Трамбовецкий В. П.</i> «Стройиндустрия-87»	43
Читательские конференции	45
<b>Библиография</b>	
<i>Складнев Н. Н.</i> Новые рубежи строительства	46
<i>Шубенкин П. Ф.</i> Легкие бетоны с применением зол электростанций	46



МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

## ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ЗАВОДЧАН

На июньском (1987 г.) Пленуме ЦК КПСС подчеркивалось, что перестройка, развернувшаяся в стране, — прямое дело Октября, последовательное осуществление идеалов, начертанных на знамени нашей революции, 70-летие которой отмечается в этом году. Встретить знаменательную дату достойными трудовыми подарками, высокими успехами в труде, с удвоенной энергией взяться за решение назревших экономических проблем — важнейший долг строителей, всех участников инвестиционного процесса.

Все заводские коллективы ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1 Главмосстроя успешно реализуют повышенные социалистические обязательства по достойной встрече юбилея Октября. Заводчанам в этом году предстоит обеспечить сборными железобетонными конструкциями и изделиями строительного-монтажные работы на сумму более 129 млн. р. для жилых домов общей площадью 1,024 млн. м<sup>2</sup>.

Благодаря целенаправленной работе всех заводских коллективов за последние годы на промышленных предприятиях комбината успешно осуществлены крупные мероприятия по реконструкции и обновлению производства, модернизации оборудования, введены дополнительные мощности по выпуску более 140 тыс. м<sup>3</sup> сборных железобетонных конструкций в год, освоено производство деталей для жилых домов серии П-44/17 с первым нежилым этажом, трехслойных панелей наружных стен с повышенными теплотехническими характеристиками.

В 1987 г. заводчане обязались в целях улучшения архитектурной выразительности застройки внедрить новые цветовые и архитектурные решения фасадных панелей жилых домов, организовать производство железобетонных ограждений лоджий и балконов, облицованных крупноразмерной керамической плиткой (350 тыс. м<sup>2</sup> в год), рельефных ограждений балконов (100 тыс. м<sup>2</sup> в год), объемных элементов балконов (40 тыс. м<sup>2</sup> в год). В целях повышения надежности и долговечности конструкций заводчанам намечено внедрить в течение года железобетонные панели перегородок для жилых домов общей площадью 1 млн. м<sup>2</sup>, полностью перейти на выпуск внутренних панелей с бескоробочной навеской дверных полотен.

За счет механизации трудоемких процессов всего по заводам ДСК-1 намечено сократить численность работающих на 70 человек. Внедрение технических и организационных мероприятий признано обеспечить экономию 7,8 тыс. т цемента, 467 т металла, 30 тыс. кВт·ч электроэнергии. От внедрения рационализаторских предложений намечено получить экономический эффект на сумму 655 тыс. р.

По всем заводам комбината запланировано дополнительно освоить 25 тыс. р. капитальных вложений на реконструкцию и обновление оборудования. Заводчане обязались изготовить и отправить в Нижневартовск и Тынду комплекты жилых домов серии П-44/17 в северном варианте в объеме 128 тыс. м<sup>2</sup> полезной площади. Это на 10 тыс. м<sup>2</sup> больше, чем в 1986 г.

В обязательствах домостроителей записаны конкретные мероприятия по освоению капитальных вложений. Так, на Краснопресненском заводе ЖБК намечено досрочно сдать в эксплуатацию склад химических добавок сметной стоимостью 204 тыс. р. На Хорошевском заводе ЖБИ начато строительство склада санитарно-технических кабин. Коллектив этого предприятия обязался досрочно до конца года освоить 304 тыс. р. капитальных вложений.

На промышленных предприятиях и в организациях комбината успешно действуют 754 народных контролера. Их работа направлена на борьбу за выполнение плановых за-

даний на каждом рабочем месте, сохранность социалистической собственности, повышение качества продукции, соблюдение трудовой и производственной дисциплины.

Так, по итогам проверок 75 народных контролеров Ростокинского завода ЖБК записали в лицевые счета экономии 65 тыс. р. За последнее время активнее стали работать низовые звенья народного контроля. По рекомендации народных контролеров арматурного цеха Краснопресненского завода В. А. Гусаченко и А. И. Жманина для использования отходов арматуры внедрен стыковочный станок. Это позволит заводчанам за год сэкономить около 100 т металла.

По предложению народных контролеров на заводе внедрен процесс обратного водоснабжения. В настоящее время вода после охлаждения станков МТП и МТ, машин АТМС и МТМК фильтруется и используется повторно. Годовой экономический эффект составил 10 тыс. р.

По инициативе народных контролеров Ростокинского завода ЖБК А. И. Письменного и С. А. Станишниковой здесь разработана и внедрена технология бескоробочной установки дверных полотен на машинные отделения лифтов.

Немалая роль в деле успешного выполнения дополнительных социалистических обязательств отводится рационализаторам, чьи предложения, как правило, внедряются оперативно и дают значительный экономический эффект. В настоящее время активизировалась деятельность НТО, которое проводит большую работу по развитию движения за разработку и выполнение личных творческих планов в честь юбилея Октября. Этими планами предусматривается осуществление конкретных технических разработок, внедрение которых будет способствовать достижению намеченных рубежей по росту производительности труда на каждом рабочем месте и повышению качества продукции каждого завода.

За последнее время значительный экономический эффект получен от внедрения предложений лучших рационализаторов М. А. Капчинова, М. М. Храпунова и других. Среди внедренных разработок такие, как установка для вибрации нижнего слоя бетона в панелях, пневматический клапан для откачки воды из сырьевого цеха, новая конструкция привода щетки в моечной машине. Совместно со специалистами СПКТБ «Кассетдеталь» внедрен комплекс для приготовления из отработанных масел эмульсии и подачи ее в цех для смазки форм и поддонов.

В личные творческие планы членов НТО заводов на 1987 г. включены такие перспективные разработки, как внедрение автоматизации термообработки железобетонных изделий в камерах пропаривания, машины с программным управлением для укладки керамической плитки на поддоны при изготовлении наружных стеновых панелей, механизированное нанесение состава рипор для утепления оконных и дверных проемов в наружных стеновых панелях.

Успешно и эффективно ведется работа первичной организации НТО на Тушинском заводе ЖБК. Так, здесь осуществлена модернизация сварочной машины и внедрен полуавтоматический комплекс. Благодаря этому значительно улучшилось качество и сократились затраты труда при выполнении сварочных работ, возросла производительность труда. До недавнего времени сетки для ограждений, облицованных плиткой, и рельефных ограждений изготавливались вручную. Внедренная широкосеточная сварочная машина АТМС 14×75 работает в комплексе с гибочным станком. Если раньше для изготовления каждого ограждения требовалось три арматурных элемента, то в настоящее время используется один объемный. Над модернизацией и внедрением этой машины успешно работали в составе творческой

бригады рационализаторов механик арматурного цеха В. А. Савин, машинист В. Т. Будров, слесари И. И. Мурашкин и В. Г. Израилев.

Во втором цехе Тушинского завода введен в действие полуавтоматический комплекс с применением промышленных манипуляторов, разработанный заводчанами совместно со специалистами научно-исследовательских организаций. Раньше объемный арматурный каркас собирали при помощи электродуговой сварки вручную. Теперь эту операцию выполняют манипуляторы, которые оснащены сварочными клещами для электроконтактной сварки.

На многих промышленных предприятиях страны созданы и действуют вневедомственные органы контроля — государственная приемка, непосредственно подчиненная Госстандарту СССР. Госприемка вводится и на всех заводах ДСК-1. Одной из наиболее действенных форм участия трудовых коллективов в движении за качество продукции призваны стать группы качества, создаваемые на участках, в цехах, отделах и других подразделениях предприятий. Состав групп качества обсуждается на общем собрании коллектива, а затем утверждается совместным решением администрации и профсоюзного комитета завода. Членами этих групп выбираются наиболее квалифицированные и инициативные рабочие и инженерно-технические работники, обладающие организаторскими способностями и новаторским подходом к делу. К числу основных задач групп качества относятся следующие: анализ и выявление недостатков, влияющих на качество заводской продукции; изучение и обобщение передового опыта; разработка предложений по совершенствованию организации производства и повышению качества продукции.

Введение вневедомственной приемки готовой продукции — серьезный экзамен для каждого промышленного предприятия. В настоящее время госприемка уже начала осуществляться на Краснопресненском заводе. Ей предшествовала тщательная подготовка, заключающаяся в аттестации заводского оборудования, внедрении КСУКП в арматурном цехе, механизации многих производственных процессов.

Коллектив Тушинского завода обязался в честь знаменательной даты выпустить сверх плана 1,4 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона, на 1% сверх установленного задания повысить производительность труда, сэкономить 2,3 тыс. т цемента, 800 м<sup>3</sup> песка и 60 т металла. Тушинцы наметили осуществить ряд мероприятий по внедрению ресурсосберегающих технологий, автоматизированных линий в арматурном цехе, новых эффективных отделочных материалов. Так, намечено установить электронные железнодорожные весы, приборы учета расхода материалов, внедрить новые добавки в бетон. Большинство работ по модернизации производства на Тушинском заводе осуществляется за счет внутренних резервов.

По итогам первого квартала 1987 г. лучшими цехами стали арматурный (начальник К. А. Пикулин), транспортный (начальник К. Д. Дюков) и цех комплектации (начальник А. Н. Перина). Наивысших результатов в труде добились бригады формовщиков Ю. Б. Русакова и слесарей В. В. Улина. Лучшими по профессии названы электросварщики арматурных сеток и каркасов С. М. Каменщиков и Н. Г. Перепечин. Большой трудовой вклад в дело выполнения повышенных социалистических обязательств вносят заводчане Е. М. Лопатько, Н. К. Филатов, Н. И. Климов и др.

Среди юбилейных обязательств коллектива Краснопресненского завода, являющегося неоднократным лидером в социалистическом соревновании, следует отметить следующие. Это сверхплановый выпуск железобетонных изделий в объеме 1 тыс. м<sup>3</sup>, экономия основных материалов за счет совершенствования технологии теплообработки в объеме 2 тыс. т цемента, 152 т металла и 340 тыс. кВт·ч электроэнергии. К 70-летию Октября заводчане обязались освоить производство кровельных панелей с повышенными морозостойкостью и водонепроницаемостью, лифтовых шахт новой конструкции, что позволит получить экономический эффект на сумму более 17 тыс. р. В третьем квартале на заводе намечено внедрить автоматизированную систему термовлажностной обработки изделий с экономическим эффектом 11,5 тыс. р., безфуллерную подачу цемента в цехи с экономическим эффектом 5 тыс. р.

Следует отметить, что труженики Краснопресненского завода внесли большой вклад в дело улучшения качественно-эксплуатационных характеристик жилого дома серии П-44/17. За короткий срок здесь без снижения объемов производства

организован выпуск утепленных наружных стеновых панелей на гибких связях. Для отделки фасадов домов в настоящее время используются пять цветов. На заводе полностью освоена конвейеризация технологических процессов, все технологические линии строго специализированы, повышена их универсальность. Внедрены унифицированные бортоснасти и прогрессивные методы формования изделий, позволяющие экономить цемент и электроэнергию.

Благодаря улучшению качества выпускаемой продукции, внедрению новой эффективной техники и средств механизации, улучшению организационно-технической и воспитательной работы заводчане успешно справились с выполнением плановых заданий по всем технико-экономическим показателям в первом квартале 1987 г. Этому во многом способствовало социалистическое соревнование за достойную встречу юбилея Октября.

Среди прогрессивных технологических решений, применяемых на заводе при производстве панелей наружных стен, следует отметить подвесной конвейер для подачи комплектующих материалов. Арматурные каркасы свариваются на манипуляторах, расположенных непосредственно у формовочных конвейеров.

Высоких результатов в социалистическом соревновании за достойную встречу 70-летия Великого Октября добиваются многие бригады формовщиков. Среди них бригады, возглавляемые Г. И. Нестеренко и А. Т. Твердым. Благодаря высокому профессиональному мастерству, применению прогрессивной технологии, освоению передовых методов труда, рациональной планировке рабочих мест эти бригады досрочно перевыполнили повышенные социалистические обязательства первого квартала 1987 г.

Успешно выполнив социалистические обязательства 1986 г. по всем технико-экономическим показателям, труженики Хорошевского завода наметили для себя новые высокие рубежи на 1987 г. Сверх плана заводчанами намечено выпустить 270 санитарно-технических кабин, реализовать дополнительно продукции на сумму 150 тыс. р. За счет ускоренного внедрения достижений научно-технического прогресса, современной технологии и передовых методов труда, укрепления трудовой и технологической дисциплины труженики завода обязались на 1% перевыполнить установленное задание по росту производительности труда. В целях дальнейшего повышения эффективности производства намечено в 1987 г. внедрить на широкосеточных машинах автоматические программирующие устройства, изменить конструкцию армирования вентиляционных блоков, организовать выпуск санитарно-технических кабин УК-1м с гипсобетонной монтажной шахтой.

На основе дальнейшего совершенствования заводской технологии и организации производства, выполнения целевой комплексной программы по экономии ресурсов намечено сэкономить дополнительно 15 т цемента, 20 т металла и 47 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Немаловажное значение придается на заводе техническому творчеству трудящихся. О большой рационализаторской работе, которая ведется в коллективе, убедительно свидетельствует объем годового экономизаторского эффекта, получаемого от внедрения рационализаторских предложений. Так, в юбилейном году намечено внедрить рационализаторские предложения с экономическим эффектом не менее 85 тыс. р., что на 5 тыс. р. выше запланированного.

Большой вклад в дело выполнения плановых заданий и социалистических обязательств вносят коллективы бригад М. О. Радевича, П. П. Косолапа, В. М. Мацнева, ремонтно-механического цеха (начальник П. А. Тихомиров), цеха № 2 под руководством А. С. Папковского и др. Успех работы этих коллективов складывается из многих факторов. Прежде всего, это слаженность, высокая трудовая и производственная дисциплина, освоение смежных специальностей и экономное расходование материалов.

В партийных организациях всех заводов ДСК-1 продолжается изучение материалов июньского (1987 г.) Пленума ЦК КПСС. Труженики комбината дают высокую оценку стратегическому курсу партии на обновление всех сторон нашей жизни. Они горячо одобряют и поддерживают содержащиеся в докладе М. С. Горбачева устремленности в завтрашний день, трезвость оценок реальных достижений в перестройке экономической и общественной жизни страны, меры, направленные на совершенствование хозяйственного механизма, повышение эффективности общественного производства и благосостояния народа.

УДК 627.751.4:666.974.6

В. Ф. ЗАЙЦЕВ, В. И. ИВАНОВ, инженеры (Госстрой СССР); В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, А. К. КАРАКОВСКИЙ, канд. техн. наук, С. А. ХОДЖАЕВ, инж. (НИИЖБ); И. В. МИХАЙЛОВ, инж. (КТБ НИИЖБ); П. К. ОСОКИН, инж. (Союзгипроводхоз); Н. Ч. ХАНАМОВ, инж. (Каракумстрой)

## Напорный самонапряженный трубопровод диаметром 4...7,5 м

Продовольственной программой СССР предусматривается, в частности, дальнейшее расширение масштабов водохозяйственного строительства. Один из путей решения возникающих при этом проблем — создание закрытой сети водоподачи, закрытых магистральных и межхозяйственных водоводов оросительных систем.

В работах УкрНИИГиМ Минводхоза СССР обоснована техническая и экономическая целесообразность замены некоторой части открытых каналов закрытыми водоводами из сборных железобетонных труб. При этом ориентировочная потребность в трубах большого диаметра (2...6 м) на 1990 г. определена в 1500 км. Необходимо отметить, что при этом не рассматривалось использование труб больших диаметров при строительстве сбросных коллекторов, несущих сильно минерализованные воды.

Строительство закрытых водоводов находит широкое применение в мировой практике. Фирмой «Амерон» (США) и французской «Собеа» накоплен опыт производства и применения железобетонных напорных труб диаметром до 8 м со стальным цилиндром.

В нашей стране при мелiorативном строительстве применялись железобетонные трубы большого диаметра (например, трубопроводы диаметром 4,2 м на Кубань-Калаусской оросительной системе).

Изучение и обобщение советского и зарубежного опыта позволили институтам Госстроя СССР и Минводхоза СССР предложить отечественную конструкцию железобетонных напорных трубопроводов большого диаметра (4...7,5 м и более) и технологию изготовления труб для них. Такая конструкция трубопровода, исключая целый ряд недостатков, присущих применяемым ныне трубопроводам, позволяет в определенных условиях

сделать ее конкурентоспособной каналам. В ней использованы отечественные научно-технические достижения.

Для изготовления труб применяется напрягающий цемент (НЦ) — высокопрочное быстротвердеющее, сульфатостойкое, водо- и газонепроницаемое вяжущее, обеспечивающее прирост прочности бетона, особенно при растяжении, в возрасте 3 и 6 мес соответственно 30 и 40% к 28-суточной. Напрягающий бетон при испытании выдерживает 1500 циклов замораживания и оттаивания без какого-либо разрушения, наоборот, во всех образцах наблюдается прирост прочности.

Применение напрягающего цемента позволяет обеспечить водонепроницаемость без традиционного металлического противодиффузионного элемента в стенке трубы. Для обеспечения трещиностойкости на самонапряженный сердечник трубы методом непрерывного армирования навивают преднапряженную спираль (канат или проволоку), которую затем укрывают вторым слоем самонапряженного железобетона.

Применение в трубопроводе водонепроницаемых самонапряженных стыков основано на опыте использования их в отечественном тоннелестроении начиная с тридцатых годов, а также при возведении навесных мостов из блоков, стягиваемых канатами. Такое решение придает сооружению высокую пространственную жесткость и позволяет прокладывать трубопроводы на пересеченной местности, а также по дну водохранилища, реки, моря (рис. 1).

Таким образом, предлагаемый трубопровод представляет собой предвзвешенно трехоснообжатую конструкцию.

В принципе предлагаемая конструкция трубопровода могла бы охватывать диаметры 4; 5,5; 7,5; 10 и 15 м с

пропускной способностью по градиции, рекомендованной Минводхозом СССР соответственно на 132; 250, 480, 1870 м<sup>3</sup>/с. Производительность одной нитки таких трубопроводов составит соответственно 2,4; 5,5; 9,5; 17 и 38 км<sup>3</sup> в год.

При сравнении вариантов переброски воды по каналу и трубопроводу рассмотрена пропускная способность, 250 м<sup>3</sup>/с для трубопровода диаметром 5,5 м.

Трубы фирмы «Амерон» диаметром 7,9 м весят 230 т, для подъема и монтажа их в трубопроводы необходимо использовать тяжелые, сложные и дорогостоящие транспортные механизмы «Лифтмобайл» и «Пайпмобайл» массой по 250 т. Мы предлагаем длину отдельных труб диаметром от 4 до 7,5 м выбрать равной 2 м, а для труб диаметром 10 и 15 м она может быть сокращена до 1 м. Усилие обжатия в продольном направлении составит 320, 600, 1100, 2000 и 3800 т в зависимости от диаметра.

В настоящее время наиболее отработанными являются самонапряженные трубы диаметром 5,5 м.

В НИИЖБе при участии Минводхоза СССР создан экспериментальный участок (своего рода полигон), где установлен и в течение 5 лет эксплуатируется агрегат для изготовления натурных образцов самонапряженных труб диаметром 5,5 м. Длина их составляет не 2 м, а 1 м из-за недостаточной мощности мостовых кранов института (15 т).

Основным узлом агрегата является вращающаяся платформа с формой. В комплект агрегата входят также: бункер с лотком для подачи бетона на вращающуюся форму; виброблок для уплотнения бетона; устройство для заглаживания верхнего торца отформованной трубы; выдвигные каналобразователи для образования продольных каналов под канаты; ме-



ханизмы подачи, нагрева до 350°C и навивки под натяжение необходимого числа витков спиральной канатной или проволочной арматуры на сердечник трубы.

На опытном агрегате осуществляется полный цикл изготовления самонапряженных труб. Платформа вращается при полностью выдвинутых каналообразователях (рис. 3) с малой скоростью (1 об/мин). Этот процесс сопровождается непрерывной подачей бетонной смеси в форму и ее периодическим уплотнением виброблоком. По окончании укладки всего бетона вращающийся заглаживающий диск точно обрабатывает торцевую поверхность трубы заподлицо с концами каналообразователей и таким образом гарантирует примыкание трубы к своему аналогу в трубопроводе.

После окончательной отделки торца трубы примерно через 40..50 мин после начала схватывания бетона каналообразователи извлекаются из трубы до уровня платформы. Труба в форме подвергается тепловлажностной обработке (ТВО), которая длится 8 ч, что достаточно для достижения напрягающим бетоном прочности 25..30 МПа.

На готовый сердечник навивают преднапряженный нагретый до 350°C канат К-7. После выполнения в автоматическом режиме навивки каната на платформу подается новый комплект опалубки, и в него вводится легкая арматурная сетка из проволоки диаметром 3 мм. В процессе вращения платформы формируют второй слой самонапряженной трубы, хорошо защищающий от внешней коррозии спиральную арматуру. Затем труба проходит второй цикл ТВО, после чего ее перевозят на склад готовой продукции.

Весь цикл изготовления самонапряженной трубы занимает 24 ч. Характерно, что при изготовлении труб большего диаметра требуется замена только платформы с комплектом форм, обслуживающие механизмы остаются те же самые, только они располагаются вокруг платформы на большем расстоянии от ее оси.

На агрегате НИИЖБа изготовлено более 10 опытных труб диаметром 5,5 м под различные напоры (до 1,6 МПа), из которых были собраны фрагменты трубопровода. При этом опробованы операции по сборке самонапряженных трубопроводов — заправка и натяжение продольных канатов, зачеканка наружного и внутреннего пазов стыка напрягающим цементом высокой активности, инъектирование

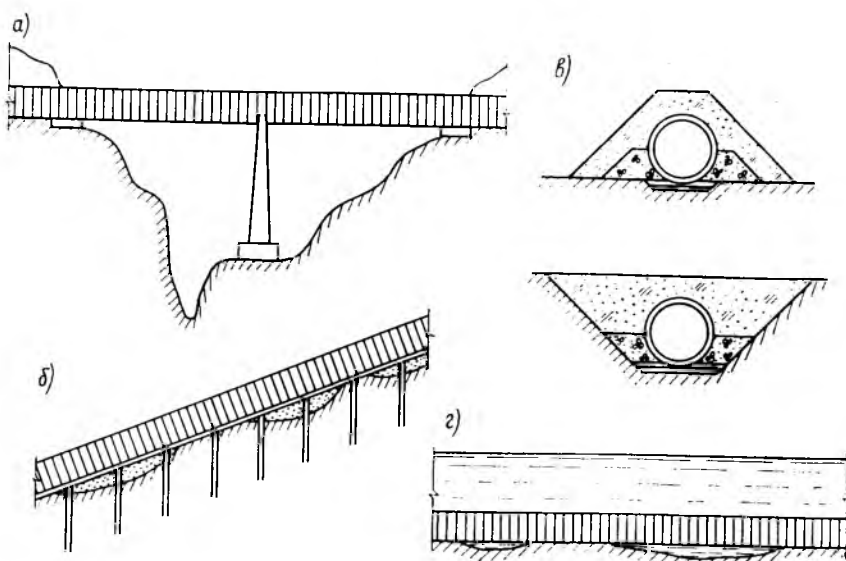


Рис. 1. Схемы напорных самонапряженных трубопроводов а — на столбах; б — на свайном ростверке; в — под насыпью или землей; г — на дне моря

цементного теста в каналы. Испытания (в том числе длительные, продолжительностью до 4 мес) труб и стыков между ними подтвердили, что для решения поставленной задачи выбоз в качестве вяжущего НЦ оказался правильным.

Первым объектом применения самонапряженных трубопроводов выбраны дюкеры диаметром 5,5 м на Каракумском канале, возводимом Главкarakумстроем Минводхоза СССР. Трубы будут изготавливать по усовершенствованной и ускоренной технологии на полигоне, строительство которого по проекту ПИ-2 Госстроя СССР уже начато в г. Казанджике (ТССР). Ос-

новное оборудование полигона — два агрегата, прототипом которых явился экспериментальный экземпляр НИИЖБа — изготавливаются заводом опытных конструкций, изделий и оборудования по чертежам ЭКБ (оба ЦНИИСК Госстроя СССР). Годовая производительность полигона — до 1,5 тыс. труб под рабочее давление до 1,0 МПа.

Сборку первого опытного дюкера на Каракумском канале планируется выполнить в следующем порядке (рис. 4). Трубу отвезят к месту монтажа на трайлере типа ЧМЗАП-5208 в положении плашмя так, чтобы кран СКГ-100 на месте монтажа мог бы

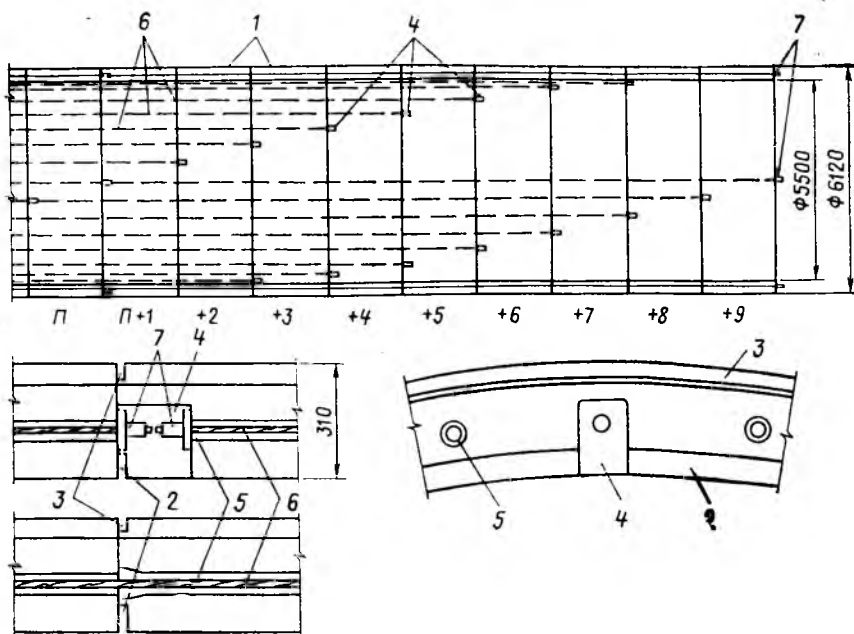


Рис. 2. Конструкция самонапряженного трубопровода 1 — трубы; 2 — паз внутренний; 3 — паз наружный; 4 — ребра; 5 — каналы диаметром 50 мм; 6 — канаты диаметром 15 мм; 7 — зажимы

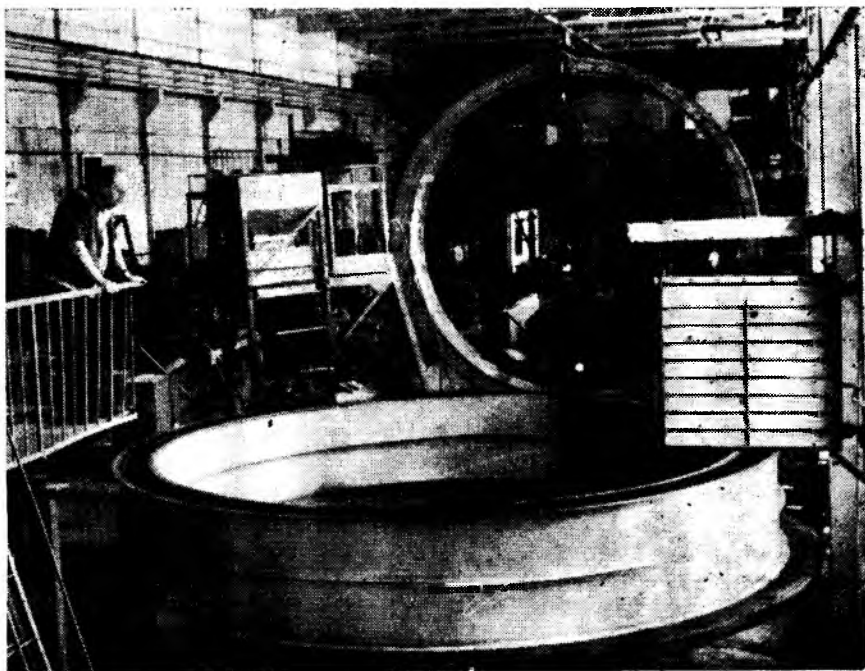


Рис. 3. Формовочный агрегат в процессе бетонирования

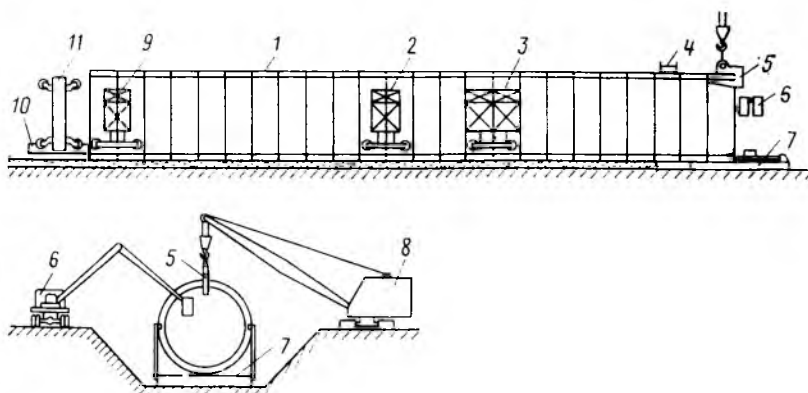


Рис. 4. Сборка самонапряженного трубопровода

1 — трубопровод; 2 — подмости для зачеканки внутреннего паза; 3 — подмости для запасовки канатов; 4 — подмости для зачеканки наружного паза; 5 — щелевая траверса; 6 — кран с кольцевой; 7 — центратор; 8 — кран; 9 — подмости для инъецирования каналов; 10 — лоток; 11 — опрессовочный агрегат

свободно захватить ее щелевой траверсой и перекантовать. Кран подносит трубу на щелевой траверсе к центратору, устанавливает ее в регулирующие гнезда последнего и страху-

ет в вертикальном положении. Домкраты центратора медленно придвигают трубу к торцу ранее установленной и временно закрепленной трубы, смещая ее по вертикали и по гори-

зонтالي, при необходимости подгоняют к торцу уже установленной трубы. Когда поверхности труб и каналов совпадают, внутрь собираемого трубопровода со стороны готового участка вводят подмости для запасовки канатов, с которых через установленную трубу пропускают четыре каната длиной по 4,4 м. На канаты надевают анкерные захваты и с помощью домкрата производят их натяжение. После закрепления трубы на торце собираемого трубопровода трубу освобождают от щелевой траверсы, и кран подает следующую трубу. В это время центратор скользит по грунтовой подушке, упираясь в трубопровод, и перемещается на один шаг, равный 2 м.

Таким образом, устанавливая трубу за трубой, ведут монтаж трубопровода, точно соблюдая соосность труб и продольных каналов трубопровода. С каждой трубой длина каната увеличивается — 6,4; 8,4; 10,4; 12,4; 14,4; 16,4; 18,4 м. Эта база (18,4 м) сохраняется неизменной по всей протяженности многокилометрового трубопровода.

Зачеканку внутреннего паза в стыке трубопровода напрягающим цементом также осуществляют с подмостей. Наружный паз зачеканивают с наружных навесных подмостей.

Вслед за чеканочными подмостями перемещаются подмости для инъецирования каналов, уже заряженных канатами. Инъецированию подлежат одновременно 4 ниши в каждом стыке. Каждый стык проверяют на водонепроницаемость передвижным опрессовывающим устройством.

Технико-экономические показатели трубопровода диаметром 5,5 м (на 1 пог. м) приведены ниже.

**Технико-экономические показатели трубопровода**

Расход металла на давление 0,2...1,6 МПа (по данным НИИЖБ), кг	400...700
Расход бетона, м <sup>3</sup>	6
Стоимость трубы на полигоне (по данным ПИ-2), р	655...855
Стоимость трубопровода (по данным Союзводоканалпроекта), р	1210...1420
Расход воды, м <sup>3</sup> /с	160...250
Потери напора от сопротивления, м/км	2,89

Сопоставление технико-экономических показателей различных трубопроводных систем для переборки 250 м<sup>3</sup>/с воды под рабочее давление 1 МПа (расчетное — 1,6 МПа) при подземном расположении трубопровода (на 1 пог. м) приведено в таблице.

Напрягающий цемент и оборудование для изготовления самонапряженных труб запатентованы в ряде промышленно развитых капиталистических стран.

Автор системы	Число ниток на 250 м <sup>3</sup> /с	Диаметр, м	Расход материалов			Стоимость, р	
			бетон	сталь	выемка земли	на полигоне	на трубопроводе
НИИЖБ	1	5,5	6	700	140	855	1420
«Амерон» (США)	3	3,5	10,2	1545	140	—	—
Минводхоз СССР	1*	2,7	7,9	962	130	—	—
«Собеа» («Амерон», США)	4	2,7	8,8	1768	150	1624	—
Гидропроект	2	4	7,8	1400	140	2578	3388
	1	7,5	12,6	5800	210	—	—

\* На расход воды 200 м<sup>3</sup>/с.

Примечание. Приведены данные либо фактически примененных труб, либо труб, освоенных в изготовлении на агрегате заводского типа и всесторонне испытанных (НИИЖБ). Прочерк означает отсутствие фактических данных или достоверных сведений.



## Напрягающий цемент для преднапряженных конструкций

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются напрягающие цементы НЦ-10 и НЦ-20 со сравнительно низкой энергией самонапряжения. Однако в целом ряде изделий, сооружений и конструкций, к которым предъявляются повышенные требования по трещиностойкости (например, в трубах, резервуарах и специальных подземных сооружениях), возникает потребность в применении НЦ с повышенной энергией самонапряжения,

Повышение энергии самонапряжения бетона может быть получено в результате увеличения в составе НЦ содержания расширяющего компонента, что приводит при водном выдерживании к временному спаду прочности, а иногда при активном НЦ даже к полному разрушению бетона конструкции. Это обстоятельство было давно известно, и при выпуске НЦ ставилось условие, чтобы растворы на этом вяжущем имели свободное расширение не более 2...3% и прочность не ниже 400...500 кгс/см<sup>2</sup>. Однако уже в 1949 г. был найден способ избежать ослабления и разрушения конструкции и разработаны технические методы получения железобетона с высоким самонапряжением.

Многочисленные советские и зарубежные исследования [1] показывают, что при затворении системы  $C-A-\overline{CS}$  водой главным продуктом гидратации, вызывающим самонапряжение, является: при  $\overline{CS}/A > 2,4$  — тригидросульфат алюминат кальция (этtringит); при  $\overline{CS}/A < 1,5$  — моносulfоалюминат кальция и затем этtringит.

В промежутке этих значений могут образовываться те и другие минералы, причем немалую роль здесь играет количество свободной окиси кальция в системе. Чем ее больше и чем она активней, тем в большей степени затрудняется образование этtringита в начальный период твердения бетона. В связи с этим наибольший интерес представляет система НЦ со свободной известью.

Для исследований был выбран на-

прягающий цемент Днепродзержинского завода с содержанием (в %): портландцементного клинкера — 65, сталерафинировочного шлака — 20, гипса  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  — 11, свободной извести (CaO) — 4. Основным минералом сталерафинировочного шлака является алюминат кальция  $C_{12}A_7$ . Химический состав НЦ (содержание основных окислов в %) следующий:  $SiO_2$  — 17,7;  $Al_2O_3$  — 10,7;  $Fe_2O_3$  — 3,3; CaO — 60; MgO — 4,2;  $SO_3$  — 4,6;  $K_2O$  — 0,2;  $TiO_2$  — 0,2. Всего — 101,5%. Свободная известь — 2,3%. Минералогический состав определил механическую смесь высокоосновного цемента,  $C_{12}A_7$  и гипса.

Бетон с расходом НЦ-40 500 кгс/м<sup>3</sup>, пропаренный при 100°C в течение 3 ч, при  $\mu=1\%$  в возрасте 28 сут обладает самонапряжением при одноосном ограничении расширения величиной 4 МПа, при двухосном — 4 МПа, связанную прочность — не ниже 50 МПа, которая за 2...3 мес увеличивается до 70 МПа.

Первую партию этого цемента (предположительно НЦ-40) испытали в НИИЖБ при  $t=20^\circ C$  в соответствии с требованиями ТУ 21-20-18-80 в условиях переменного водного и воздушного твердения, после суточного выдерживания в герметизированном состоянии, либо после тепловлажностной обработки при температуре 100°C в течение 3 ч.

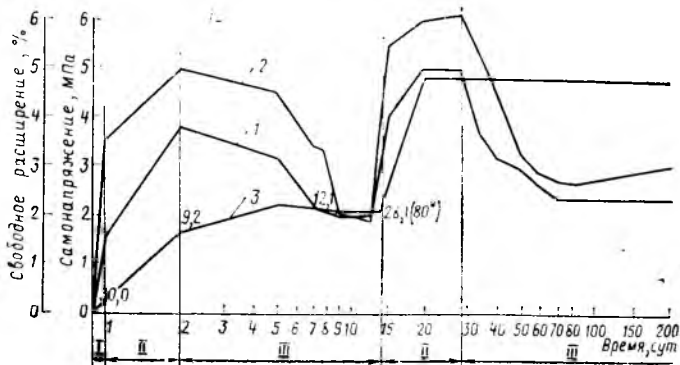
Так, в работе [2] показано, что добавка свободной извести к НЦ Усть-

Каменогороцкого завода повышает самонапряжение бетона. Аналогичные результаты были получены в работе [3] на НЦ Днепродзержинского завода. Однако добавка извести во многих случаях, увеличивая самонапряжение, приводила к снижению прочности напрягающего бетона, в связи с чем она не нашла практического применения. Этому свидетельствуют результаты испытаний, проведенные в лаборатории НИИЖБ. Свободное расширение определяли на призмах  $40 \times 40 \times 160$  мм, самонапряжение при одноосном ограничении деформаций — в динамометрических кондукторах размером  $40 \times 40 \times 160$  мм, а при двухосном ограничении деформаций — в кольцах диаметром 100 мм. Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

Приведенные на рис. 1 кривые говорят о недопустимом спаде прочности образцов в свободном состоянии. Однако этот же материал после его ТВО при 100°C в течение 4 ч обладает совершенно другими характеристиками (см. рис. 2).

Анализ полученных данных показывает, что используя тепловлажностную обработку и попеременный режим увлажнения и высушивания образцов, можно получить высокую энергию самонапряжения как при одноосном, так и при двухосном ограничении деформаций (при высокой свободной и связанной прочности). Обращает на себя внимание кратковременность режима ТВО (4 ч) и продолжительности вод-

Рис. 1. Самонапряжение, свободное расширение и изменение прочности во времени образцов раствора 1:1 из НЦ при твердении в переменных воздушно-водных условиях с  $t=20^\circ C$ . Прочность обозначена цифрами у кривой (\* — хранение в воде)  
I — одноосное самонапряжение; 2 — двухосное самонапряжение; 3 — свободное расширение; I — твердение в герметичных формах; II — водное твердение; III — воздушное твердение



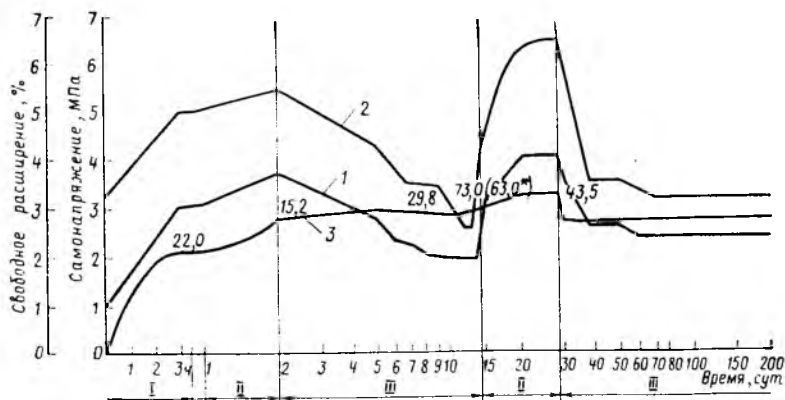


Рис. 2. Самонапряжение, свободное расширение и изменение прочности во времени образцов раствора 1:1 из НЦ при твердении в переменных воздушно-водных условиях после ТВО при 100°C в течение 4 ч. Прочность обозначена цифрами у кривой  
1 — одноосное самонапряжение; 2 — двухосное самонапряжение; 3 — свободное расширение; I — ТВО; II — водное твердение; III — воздушное твердение

ного выдерживания образцов (1 сут), после чего они могут храниться на воздухе и даже терять часть своего свободного расширения и самонапряжения. Однако повторное увлажнение уже через 14 сут не только не приводит к спаду прочности, но и способствует проявлению максимальных значе-

ний расширения и самонапряжения.

Известно [1], что в США также разработаны напрягающие цементы с высокой энергией самонапряжения, в состав которых входит от 3 до 6,5% свободной окиси кальция. Советские напрягающие цементы содержат большее количество алюминатов и меньше

SO<sub>3</sub>, чем американские. По прочности и самонапряжению цементы идентичны.

Наибольшим преимуществом советского НЦ-40 является то, что он после кратковременной ТВО и при водном выдерживании хотя и дает иногда небольшой временный спад прочности, но не разрушается, а впоследствии самоупрочняется настолько, что уже не боится воды и приобретает очень высокую механическую прочность.

Кратковременный режим ТВО с сокращением последующим водным выдерживанием позволяет использовать активные составы напрягающего цемента для производства самонапряженных низконапорных и напорных труб, элементов резервуаров и других конструкций.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлов В. В., Литвер С. Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1974. — 312 с.
2. Попова В. А. Исследования некоторых свойств и совершенствование состава напрягающего цемента: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1972. — 24 с.
3. Свойства напрягающих цементов на сталерафинировочном шлаке и алуните / П. Т. Грабенко, Т. В. Кузнецова, И. М. Дробашенко, М. И. Бейлина. Бетон и железобетон. — 1976. — № 5. — С. 6—8.

УДК 693.56:614.2

В. В. ЧЕЧЕЛЕВ, инж. (Алмаатагипрогор); К. А. ГАЛИКЯН, А. Ф. ЗАЙЦЕВ, инженеры (НИИЖБ)

## Применение напрягающего бетона при строительстве лечебно-оздоровительного комплекса

Возведение промышленных, гражданских и спортивных сооружений, подвергающихся воздействию воды (резервуары, отстойники, бассейны, бани и т. п.), требует обеспечения высокой трещиностойкости и водонепроницаемости ограждающих конструкций и, как правило, связано с необходимостью применения специальной рулонной или обмазочной гидроизоляции. Невысокая прочность на растяжение обычного бетона требует устройства деформационных швов в бетонных конструкциях.

Высокую трещиностойкость и водонепроницаемость ограждающих конструкций можно достичь, используя бетоны и растворы на НЦ. Это обусловлено их повышенной (по сравнению с бетонами и растворами на портландцементе) плотностью, водонепроницаемостью, а также высокой трещиностой-

костью (в результате создания в них самонапряжения) при воздействии усадки, температуры и внешней нагрузки, особенно при изгибе и растяжении. Бетон на НЦ позволяет получать бесшовные конструкции вследствие компенсации основной доли усадки в период расширения и связанных с ней растягивающих напряжений.

При строительстве в 1981—1982 гг. в Алма-Ате лечебно-оздоровительного комплекса «Арасан» по рекомендации НИИЖБа впервые в отечественной практике с применением НЦ была устроена «жесткая» паро- и гидроизоляция полов и стен помещений с мокрым и влажным режимами. Строительство комплекса вели тресты Южэлеватормелстрой, Алмаатасельстрой № 6 и Алмаатасельстрой № 7 при участии НИИЖБа,

Комплекс состоит из множества павильонов с различными температурно-влажностными режимами. К помещениям с мокрым и влажным режимами относятся: мыльные, прачечные, душевые, бассейны, раздевалки ( $t < 30^{\circ}\text{C}$ ,  $W = 60\%$ ); парильные восточного типа ( $t = 40...80^{\circ}\text{C}$ ,  $W = 90\%$ ); парильные русского типа ( $t = 40...80^{\circ}\text{C}$ ,  $W = 60\%$ ).

В помещениях с такими режимами наиболее целесообразно применять НЦ, а также бетоны и растворы на его основе вследствие малых потерь от усадки. Поэтому в этих помещениях была устроена жесткая паро- и гидроизоляция стен и полов из бетонов и растворов на НЦ.

Слои в конструкциях стен и полов располагаются в следующей последовательности (внутри здания). В стенах: кирпичная перегородка в армо-

каркасе; штукатурка по арматурной сетке цементно-песчаным раствором на НЦ-20—40 мм; обмазочная латексная пароизоляция мастикой ЛСП-145-3И—5 слоев; керамическая плитка на цементно-песчаном растворе—мастике (30% ЛСП-145-3И, 40% портландцемента, мытый песок)—10 мм. В полах: железобетонная плита перекрытия; пароизоляция на стяжке из цементно-песчаного раствора (М50)—20 мм; керамзитобетонная подготовка (М50)—200 мм; выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора (М50)—10 мм; бетон на НЦ-20 (М300) армированный двумя арматурными сетками,—60 мм; уклонообразующая цементно-песчаная стяжка (М100)—80...10 мм; парогидроизоляция на ЛСП-145-3И—6 слоев с армирующим промежуточным слоем из стеклоткани марки Т-11—1,2 мм; керамическая плитка, наклеенная на изоляционную мастику—цементно-песчаным раствором с латексом (30% ЛСП-145-3И, 40% портландцемента, мытый песок),—20 мм.

Гидроизоляция погружных и купальных бассейнов (диаметром 4, 12 м, высотой 1,7 и 1,5 м), а также ножных ванн и проходных душей выполнена устройством прижимных плит-рубашек из самонапряженного бетона на НЦ.

Жесткая гидроизоляция представляла собой самонапряженное армированное покрытие, связанное с полом и стенами (перегородками) помещений арматурными выпусками. Самонапряженное покрытие по полу и нижней части стен высотой 0,8 м (из бетона на НЦ), а также по остальной части стен (из раствора на НЦ) выполняли с однослойным армированием в двух направлениях с расположением арматуры по средние сечения слоя ( $\mu = 0,3 \dots 0,5\%$ ). Для связи покрытия с полом и стенами в них устанавливали выпуски диаметром 8...10 мм, служащие анкерами для сеток покрытия.

Для устройства самонапряженного покрытия применили НЦ-20 по ТУ 21-20-18—80 Усть-Каменогорского цементного завода с малой энергией самонапряжения.

При подборе состава раствора и бетона для покрытия стен и полов расход НЦ составлял 550 кг/м<sup>3</sup> из условия получения самонапряжения в покрытии стен и пола 0,3...0,5 МПа. Количество воды затворения варьировали для обеспечения необходимой подвижности смеси во время ее укладки—О. К.=2...4 см для раствора покрытия стен и О. К.=4...6 см для бетона покрытия полов. Время транспортирования растворной и бетонной сме-

сей—10...15 мин.

Для устройства покрытия стен состав раствора следующий, кг/м<sup>3</sup>; напругающий цемент—550; песок речной—1650; вода затворения—210, в том числе СДБ (0,15% массы НЦ)—0,825.

Состав для бетонирования покрытия полов кг/м<sup>3</sup>: НЦ—550; щебень гранитной фракции 3...10 мм—1035; песок речной—540; вода затворения—230, в том числе СДБ (0,15% массы НЦ)—0,825.

Растворную и бетонную смеси готовили вблизи строящегося объекта в бетономесителях свободного падения емкостью 300 л с использованием метода предварительной частичной гидратации цемента для замедления сроков его схватывания. Бетонную смесь к месту укладки доставляли в бадьях с помощью башенных и автокранов, а растворную смесь—пневмотранспортом.

Для соблюдения верхней отметки покрытия пола бетон укладывали по маякам на стенах и по уровню. Для бетонирования покрытия нижней части стен (высотой 0,8 м) установили металлическую опалубку. Бетон укладывали, исходя из минимальных разрывов во времени в местах рабочих швов при обеспечении по возможности непрерывного бетонирования, особенно в зоне примыкания стены к полу. Бетонирование вели от средней части пола в стороны с непрерывным бетонированием нижней части стен. Бетонную смесь на полах уплотняли площадочными вибраторами.

Раствор на стеновые поверхности наносили пневмонабрызгом цемент-пушкой, а также методом послойного нанесения растворонасосом при обязательном условии набора проектной толщины 40 мм на плоскости всей стены в течение суток с последующей затиркой ручным инструментом.

Для нормального твердения и самонапряжения раствора и бетона на НЦ после отделки поверхности (через 1...2 ч после схватывания) свежеложенный раствор или бетон накрывали полиэтиленовой пленкой для сохранения влаги затворения. В возрасте 1...2 сут (по достижении раствором или бетоном прочности 10...15 МПа) после предварительного снятия пленки и покрытия поверхности мешковитной раствор и бетон поливали водой. Уход за бетоном продолжался 7...8 сут. На стройплощадке был организован лабораторный пост, оснащенный необходимым оборудованием. Приготовление и укладка раствора и бетона ежедневно контролировались. Са-

монапряженные полы помещений уже через 6...7 сут после окончания бетонирования были водонепроницаемыми.

С целью повышения самонапряжения наиболее напряженных участков через 3 сут после окончания бетонирования бассейны заполнили водой с выдерживанием 7...8 сут. При этом также на 6...7 сут после окончания бетонирования самонапряженный бетон ограждающих конструкций бассейнов был водонепроницаемым. Несмотря на то, что водонепроницаемость самонапряженного бетона стен и полов была обеспечена, учитывая высокую сейсмическую активность района строительства, дополнительно нанесли эластичную обмазочную изоляцию холодной мастикой на латексной основе.

Описанная технология производства работ обеспечила отсутствие трещин и водонепроницаемости, имеющих место в аналогичной конструкции из обычного бетона.

Испытанием контрольных образцов, отформованных одновременно с укладкой раствора и бетона и твердеющих в тех же тепловлажностных условиях, установили прочность и самонапряжение раствора и бетона покрытий стен и полов. Для определения прочности на сжатие изготавливали кубы с ребром 10 см и испытывали их в возрасте 1, 7 и 28 сут. Самонапряжение раствора и бетона оценивали на призмах размером 3×3×95 мм в динамометрических кольцах и призмах размерами 4×4×16 см и 5×5×20 см в динамометрических кондукторах, создающих упругое ограничение расширению образца в направлении оси, эквивалентное 1% продольного армирования (см. таблицу).

Материал	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут			Самонапряжение, МПа, в возрасте в возрасте 4—7 сут	Период развития самонапряжения, сут
	1	7	28		
Раствор	8—9	24—26	30—32	0,3—0,5	4—5
Бетон	9—10	28—30	39—45	0,6—0,9	6—7

При строительстве комплекса в покрытие полов мокрых и влажных помещений в качестве паро- и гидроизоляции уложено 5710 м<sup>2</sup> бетона на НЦ (при толщине 60 мм) и оштукатурено раствором на НЦ—23774 м<sup>2</sup> поверхностей стен (при толщине 40 мм).

Опыт эксплуатации комплекса свидетельствует о том, что применение самонапряженных бетонов и растворов в качестве жесткой паро- и гидроизоляции полов и стен помещений с мокрым и влажным режимами в сочетании с эластичной обмазочной изоляцией позволило получить необходи-

мую прочность, высокую трещиностойкость, водонепроницаемость и технико-экономическую эффективность покрытий пола и стен.

Общий экономический эффект при производстве гидроизоляции и облицовки полов и стен мокрых и влажных помещений комплекса составил по сравнению с традиционными способами выполнения этих работ с приме-

нием обычных растворов, бетонов и оклеечной паро- и гидроизоляции на базе горячих битумных мастик и рулонных материалов около 385 тыс. р.

#### Выводы

Применение при строительстве лечебно-оздоровительного комплекса напругающего цемента НЦ-20 позволило получить прочное преднапряженное (самонапряженное) покрытие полов и

стен помещений с мокрым и влажным режимами, обладающее высокой трещиностойкостью и водонепроницаемостью.

Выполненная паро- и гидроизоляция помимо снижения трудозатрат, повышения уровня безопасности при производстве работ, экономической эффективности позволит значительно продлить срок ее службы.

УДК 69.057.2:691.54

А. С. ЗУРАБЯН, канд. техн. наук (НИИЖБ); Б. А. ЧЕРЕПНЕВ, инж. (Витебский МДСК)

## Напрягающий бетон в объемно-блочном домостроении

Одним из направлений индустриализации строительства является объемно-блочное домостроение. Этот метод позволяет перенести в заводские условия не только процесс производства конструкций, но и отделочные работы, что существенно снижает трудозатраты, способствует экономии материалов. Пространственные блок-комнаты дают возможность уменьшить число монтажных единиц, даже по сравнению с крупнопанельными, сроки возведения зданий сокращаются в несколько раз.

Однако практика строительства домов из объемных блоков не лишена недостатков. Конструкции блоков отличаются низкой трещиностойкостью, велик расход металла на 1 м<sup>2</sup> площади, потребность в цементе не ниже чем в крупнопанельном производстве, хотя расход бетона сокращен примерно на 10%.

Ориентированное в основном на литьевую технологию кассетное производство блоков недостаточно эффективно: велики металлоемкость формирующего оборудования, потребность в производственных площадях и, как следствие, капиталовложения. Все эти проблемы требуют решения, что позволит этот метод строительства сделать сопоставимым с крупнопанельным.

Разработки в области объемно-блочного домостроения, в частности предложения по формированию блоков методом подъема щитов [1], позволяют наметить перспективы интенсификации этого процесса, совершенствования конструкций, снижения расхода

бетона, цемента и арматуры. Однако в тонкостенной пространственной конструкции блока сохраняются условия для возникновения трещин усадочных, технологических, а также образуемых при транспортировании и монтаже. Трещины снижают жесткость блоков, нарушают звукоизоляцию, поэтому борьба с трещинообразованием ведется практически на всех заводах объемно-блочного домостроения.

Как показал расчет объемного блока методом конечных элементов на нагрузку, возникающую от динамического воздействия его собственной массы при заливании одного из углов, растягивающие напряжения в стенах превышают 2 МПа [2]. Это свидетельствует о необходимости усиления блоков вертикальными и горизонтальными ребрами, повышения прочести бетона на растяжение или утолщения стен примерно в 1,5 раза. Естественно, что последний путь ведет к значительному перерасходу бетона и удорожанию конструкций.

Радикальным способом борьбы с трещинообразованием является применение напрягающего цемента. Его расширение уплотняет структуру бетона, вызывает в нем самонапряжение и повышает прочность на растяжение. Суммарный эффект от этих факторов равносителен повышению прочности бетона на растяжение примерно в 2 раза. Конструкция блока, отформованная из бетона на напрягающем цементе, без образования трещин воспринимает растягивающие напряжения от кручения и изгиба, возникающие при транспортировании и монтаже.

Комплекс экспериментальных исследований моделей объемных блоков в 1/2 натуральной величины проведен в НИИЖБе. Для сопоставления трещиностойкости модели блоков изготовили на напрягающем и портландцементе. Было выяснено, что напрягающий цемент повышает трещиностойкость блоков при силовых воздействиях, имитирующих транспортные и монтажные нагрузки, примерно в 2 раза, а при эксплуатационных вертикальных сжимающих нагрузках — в 1,2...1,5 раза. Положительный эффект от применения напрягающего цемента наблюдается практически у всех разновидностей блоков, даже при их ослаблении несколькими дверными проемами. В таких блоках при их кручении с изгибом активно включается в работу потолок, где в момент разрушения образуется диагональная трещина. Повышенной трещиностойкостью отличаются и блоки со сниженным расходом напрягающего цемента при применении суперпластификатора, а аналогичные блоки на портландцементе нормативных нагрузок не выдерживают.

При испытании моделей с опиранием по трем точкам (если модуль упругости напрягающего бетона низок) в некоторых случаях их деформативность может оказаться большей, чем у блоков на портландцементе. Однако после образования первых трещин картина резко меняется, менее жесткими становятся блоки на портландцементе (см. рисунок).

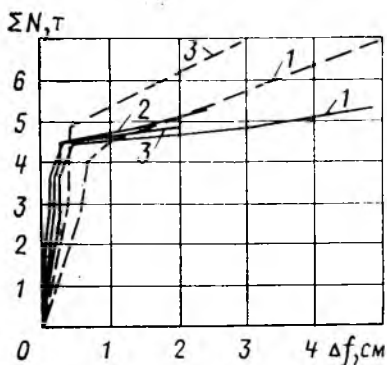
Напрягающий цемент НЦ-20 оказался непригодным для объемно-блочного домостроения. Не устраива

ет его цена, превышающая цену портландцемента на 7...8 р., энергетические возможности цемента недоиспользовались вследствие слабого армирования объемно-блочных конструкций. После «жестких» режимов тепловой обработки, применяемых на заводах объемно-блочного домостроения, наблюдали некоторое снижение прочности бетона.

В НИИЖБе сформулированы основные требования к такому виду вяжущего, учитывающие специфику объемно-блочного домостроения. Эти требования отражены в технических условиях на напрягающий цемент НЦ-10 (ТУ 21-20-48-82), разработанных НИИЖБом и НИИцементом. Такой цемент изготавливают с меньшим количеством расширяющегося компонента, что определяет ограничения по самонапряжению и линейному расширению. Соответственно значительно снижается себестоимость его изготовления. Утвержденная Госкомцен СССР цена на такой цемент лишь на 1,5...2,5 р. превышает цену на портландцемент, в зависимости от пояса.

Введенные в технические условия ограничения свободного линейного расширения цемента до 1% при малом объеме расширяющейся компоненты практически всегда соблюдаются, и обычно при выполнении остальных требований ТУ не превышают 0,5...0,7%.

Небольшое самонапряжение бетонов на НЦ-10 позволяет эффективно их использовать в слабоармированных конструкциях для получения плотных, водонепроницаемых структур. Это важно и для объемно-блочного домостроения, где НЦ-10 позволяет резко повысить трещиностойкость блок-комнат и обеспечить защиту их внутренней отделки от атмосферных осадков



Деформативность моделей блоков на напрягающем и портландцементе при воздействиях, имитирующих транспортные и монтажные нагрузки  
1, 2, 3 — прогибы граней, не имеющих опоры;  
— блок на портландцементе; — — — блок на напрягающем цементе

в процессе транспортирования и монтажа. Кроме того, расширение цемента облегчает выпрессовку блоков с цельносварных сердечников и позволяет отказаться от специально предназначенных для этой цели механизмов.

В объемно-блочном домостроении при использовании литевой кассетной технологии особенно эффективно сочетание напрягающего цемента с суперпластификатором С-3. Последний позволяет снизить расход цемента или путем уменьшения водоцементного отношения сократить время тепловой обработки. При совместном применении С-3 и НЦ не только используются все положительные свойства этих материалов, но и несколько повышается самонапряжение, что приводит к дополнительному повышению трещиностойкости.

Наибольший эффект от сочетания этих материалов возможен при одностадийной тепловой обработке. При двухстадийном прогреве возникают трудности, связанные с отдалением суперпластификатором сроком схватывания цемента и замедлением роста ранней прочности. Однако при должном лабораторном контроле свойств цемента и суперпластификатора малые его дозы позволяют сократить время прогрева первой стадии литых бетонных смесей.

Комплекс исследований позволил на ряде заводов объемно-блочного домостроения организовать промышленный выпуск блок-комнат с применением напрягающего цемента и суперпластификатора С-3. Впервые напрягающий цемент был применен на Минском ДСК № 3. Как показало специальное обследование промышленных партий блоков, удается избавиться практически от основной массы технологических трещин, существенно повысить качество продукции. Многолетний опыт применения НЦ на указанном комбинате позволил перевести на этот вид вяжущего Витебский МДСК, цех ОБД Пятигорского ДСК Минюгстроя СССР.

Практика показала, что на всех заводах использование напрягающего цемента позволяет повысить трещиностойкость блоков, облегчает их выпрессовку с сердечников, а на Витебском МДСК электронагреватели выключают на 1,5 ч раньше и тем самым экономят 330 кВт·ч энергии на тепловую обработку каждого блока. Чтобы получить объемные блоки такого же качества, как на НЦ, пришлось бы вводить дополнительное армирование или увеличивать толщину

стен примерно в 1,5 раза, что привело бы к существенному ухудшению показателей объемно-блочного домостроения.

Суперпластификатор С-3 нашел широкое применение на заводах объемно-блочного домостроения в сочетании с напрягающим цементом или без него. С суперпластификатором работает Минский ДСК № 3, Витебский МДСК, в текущем году намечен перевод на НЦ с С-3 цех ОБД Пятигорского ДСК. Однако следует иметь в виду, что эффект от пластификатора, связанный с резким сокращением расхода портландцемента, без изменения водоцементного отношения приводит к снижению трещиностойкости блоков. Кроме того, в связи с преимущественным применением легкого бетона для изготовления блоков не во всех случаях эффект от пластификации максимальный, поскольку он зависит от вида заполнителей и минералогического состава цемента. При формировании объемных блоков из малоподвижных и жестких бетонных смесей применение суперпластификаторов не всегда целесообразно, так как существенно снижается их ранняя прочность.

Организация выпуска НЦ-10 в больших объемах в различных регионах страны для обеспечения заводов ОБД позволит расширить применение этого высокоэффективного вяжущего и в других областях строительства, в частности для гидроизоляционных работ, для сооружения водонепроницаемых конструкций. Ввиду необходимости постоянного выпуска создаются условия для лучшего освоения цементной промышленностью страны производства напрягающего цемента всех типов, включая НЦ-20 и НЦ-40.

В целом практика применения напрягающего цемента НЦ-10 для изготовления блок-комнат подтвердила возможность решить одну из сложнейших задач объемно-блочного домостроения — повышение трещиностойкости тонкостенных пространственных конструкций и обеспечения их водонепроницаемости без увеличения материалоемкости и существенных затрат. Поскольку в последнее время решаются и другие технические проблемы объемного домостроения, появляется возможность дать импульс новому этапу развития этого прогрессивного метода строительства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Зурабян А. С. Ребристые объемные блок-комнаты из жестких бетонных смесей // Жилищное строительство. — 1986. — № 3. — С. 21—22.
- Зурабян А. С., Чентемиров Г. М., Мкртумян В. А. Расчет объемного блока // Численные методы и алгоритмы. — М.: 1981. — 177 с.



Д. Ш. ИСЛАМОВ, канд. техн. наук (Ташгипрогор)

## Безрулонная крыша из напрягающего бетона в условиях сухого и жаркого климата

Климатические условия Средней Азии предъявляют особые требования к конструкциям, подвергаемым атмосферным воздействиям, в частности, к безрулонным кровельным панелям. В летнее время их поверхность нагревается до 80°C, в результате чего гидроизоляционная обмазка плавится и трескается, а в бетоне появляются значительные усадочные микротрещины. Зимой влага, попавшая по трещинам под гидроизоляционную обмазку и в микротрещины бетона, вызывает отслоение гидроизоляционного покрытия и разрушение бетонной поверхности. В IV строительно-климатическом районе климат резко континентальный (температура воздуха летом достигает 44°C, зимой доходит до -30°C, поэтому использование обычных бетонов для безрулонных кровельных панелей практически исключено.

В УзССР в течение длительного времени изучают возможность использования напрягающего бетона, обладающего высокой плотностью, водонепроницаемостью, прочностью, способного создавать в бетоне самообжатие без применения механических устройств или электропрогрева в конструкциях безрулонных крыш.

Ранее установлено, что для сохранения особых свойств напрягающего бетона его целесообразно использовать в конструкциях, эксплуатируемых в воде или в условиях повышенной влажности. Однако в последнее время напрягающие бетоны успешно применяют для покрытия дорог, стадионов, полов.

Поэтому была исследована целесообразность использования напрягающего бетона в конструкциях, работающих в условиях сухого и жаркого климата, и определены технологические параметры производства из него железобетонных конструкций.

Для этого изучили основные свойства напрягающего бетона и установили параметры, обеспечивающие наименьшую усадку напрягающего бетона и минимальные потери самоупругения в условиях сухого и жаркого климата даже при исключении после-

Таблица 1

n	r при расходе НЦ, кг/м³		
	350	425	500
0,22	—	0,35	0,30
0,42	—	0,40; 0,35; 0,30; 0,25	0,35; 0,30; 0,25
0,62	—	0,35	0,30

Таблица 2

Возраст бетона, сут	Расход цемента, кг/м³, при хранении					
	воздушно-сухом			водном		
	350	425	500	350	425	500
1	265/234*	291/253	325/297	251	287	315
3	295/252	330/279	362/323	293	320	358
7	332/284	390/315	425/381	310	380	417
28	474/342	533/407	578/479	451	525	571
60	505/361	611/417	647/482	505	600	641
90	528/367	642/420	689/481	530	641	688
180	549/365	689/417	711/482	554	692	715
360	557/367	691/419	720/487	562	695	724

\* Перед чертой — НЦ, после черты — ПЦ.

дующего водного выдерживания бетона после ТВО.

Для исследований использовали промышленные партии НЦ-20 Усть-Каменогорского цементного завода, крупным заполнителем служил гранитный щебень фракции 5...20 мм Куйлюкского карьера, мелкий заполнитель — кварцевый речной песок с  $M_n = 2,2$ .

Для определения зависимости физико-механических свойств бетона от гранулометрического состава и содержания крупного и мелкого заполнителей испытывали напрягающий бетон с содержанием крупного заполнителя 1015...1342 кг/м³ (при соотношениях фракций щебня 5...10 и 10...20 мм  $n = 0,22; 0,42$  и  $0,62$ ), с различной долей песка в смеси заполнителей  $r$  (0,2...0,45), при НЦ=350...500 кг/м³ и  $O. K. = 2 \dots 3$  см.

Установлено, что изменение соотношений фракций щебня  $n$  в исследуемых пределах меняет самоупругение бетона на 27...30% и прочность на 18...20%. При этом наибольшие значения самоупругения и прочности

достигаются при  $n = 0,42$  при прочих равных условиях. Для каждого расхода НЦ существуют значения  $r$ , при которых отмечается максимальная прочность и самоупругение.

Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать соотношения  $r$  и  $n$ , при которых в напрягающем бетоне после усадки наблюдается остаточное расширение и остаточное самоупругение, что существенно облегчает подбор состава напрягающего бетона для данных условий (табл. 1).

Потери же самоупругения и расширения даже при оптимальных соотношениях  $r$  и  $n$  при НЦ=425 кг/м³ составляют 74...75%, а при НЦ=350 кг/м³ независимо от  $r$  и  $n$  усадка бетона полностью компенсирует предшествующее расширение при самоупругении.

Экспериментами установлено, что низкая влажность воздуха ( $\varphi = 30 \dots 40\%$ ) вызывает повышенные потери свободного расширения и самоупругения бетона, сравнительно незначительно влияя на его прочность. При твердении в естественных условиях прочность напрягающего бетона в возрасте 360 сут в 1,3...1,5 раза выше прочности в возрасте 28 сут и прирост его прочности в 7...10 раз выше, чем у бетонов на поргланцементях. Ценное свойство напрягающего бетона заключается в интенсивном приросте прочности и после 28 сут (табл. 2).

Для оптимизации времени предварительного выдерживания напрягающего бетона перед ТВО и режима ТВО по физико-механическим показателям бетона, находящегося после этого в условиях пониженной влажности, провели эксперименты, в которых образцы из напрягающего бетона предварительно выдерживали в течение 3,6 и 12 ч с момента изготовления и затем подвергали паропрогреву при температуре 60 и 100°C в течение 3,6 и 9 ч.

Установлено, что для сохранения самоупругения в условиях сухого и жаркого климата, т. е. для уменьшения вредного влияния усадки, темпе-

ратура ТВО должна быть равна 60°C. При этом оптимальное время предварительного выдерживания 3...6 ч, а продолжительность ТВО — 6...9 ч.

При таких параметрах можно получать напрягающие бетоны, усадка которых в условиях сухого и жаркого климата не компенсирует ранее достигнутое самоупрежение. После проявления потерь от усадки самоупрежение в составах, выдержанных в воде после ТВО или сразу помещенных в воздушно-сухие условия, практически одинаково.

Эксперименты, проведенные при температуре ТВО 60, 80 и 100°C с последующим выдерживанием бетона как в воде, так в воздушно-сухих условиях, показали, что хотя с уменьшением температуры ТВО потери самоупрежения от усадки и увеличиваются, остаточное самоупрежение независимо от условий твердения бетона при этом возрастает, поскольку чем ниже температура прогрева, тем большая часть самоупрежения напрягающего бетона (70...80%) проявляется в процессе ТВО (рис. 1).

Исследованиями режимов ТВО с целью получения остаточного самоупрежения при исключении последующего водного выдерживания в условиях пониженной влажности воздуха установлено, что при температуре ТВО 60°C можно получать бетоны с максимальным остаточным самоупрежением без водного выдерживания.

Известно, что в зависимости от коэффициента армирования одна и та же деформация усадки вызывает различные потери самоупрежения. При небольших значениях коэффициента армирования, когда развиваются большие деформации расширения, относительные потери от усадки малы. При повышенных значениях коэффициента армирования деформация расширения бетона невелика, поэтому при определенных значениях  $\mu$  усадка бетона может полностью компенсировать полученное ранее самоупрежение.

Самоупрежение напрягающего бетона в зависимости от коэффициента армирования при одно- и двухосном ограничении деформации расширения определяли на образцах-плитах размером 30×30×8 см, изготовленных в специальных формах и армированных в обоих направлениях стержнями заданного сечения. Эксперименты свидетельствуют о том, что при одноосном ограничении деформации расширения с различными значениями  $\mu$  максимальное самоупрежение после потерь от усадки бетона наблюдается при  $\mu < 1\%$  (рис. 2).

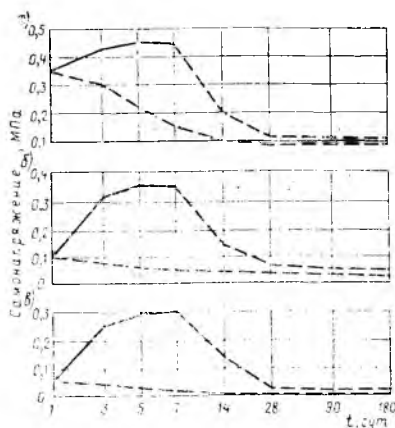


Рис. 1. Изменение самоупрежения в зависимости от условий твердения и температуры ТВО  
а — 60; б — 80; в — 100°C; — — — водное выдерживание; - - - - воздушно-сухое хранение

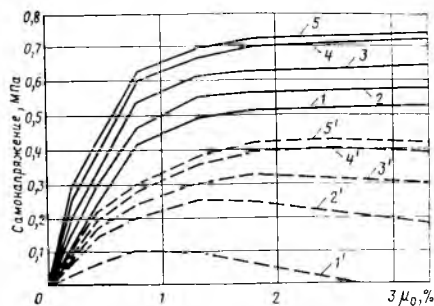


Рис. 2. Изменение самоупрежения при двухосном ограничении деформаций расширения в зависимости от условий твердения и коэффициента армирования

— — — водное выдерживание; - - - - воздушно-сухое хранение; 1, 1' —  $\mu_{п} = 0$ ; 2, 2' —  $\mu_{п} = 0,2$ ; 3, 3' —  $\mu_{п} = 0,83$ ; 4, 4' —  $\mu_{п} = 1,58$ ; 5, 5' —  $\mu_{п} = 3,35\%$

При двухосном ограничении деформаций расширения самоупрежение после проявления потерь от усадки бетона носит возрастающий характер при  $\mu > 1\%$  и зависит от коэффициента армирования как в основном, так и в перпендикулярном направлениях. С увеличением  $\mu$  (перпендикулярное) экстремум кривой самоупрежения после проявления потерь от усадки отмечается при значительно больших значениях  $\mu_0$  (основное). Иными словами, потери самоупрежения от усадки бетона при двухосном ограничении деформации расширения с ростом коэффициента армирования по перпендикулярному направлению существенно снижаются, что происходит при всех значениях  $\mu$  (в рассматриваемом диапазоне) по основному направлению.

Результаты проведенных исследований позволили определить оптимальные технологические параметры изготовления самоупреженных конструкций из напрягающего бетона с целью

получения остаточного напряжения, препятствующего появлению усадочных трещин, при эксплуатации в условиях сухого и жаркого климата.

Испытания конструкций из напрягающего бетона в Средней Азии показали их высокую атмосферостойкость. Морозостойкость и водонепроницаемость напрягающего бетона выбранного состава оказалась не менее  $M_{рз} = 400$  и В16. Высокая атмосферостойкость бетона позволила отказаться от защитной гидроизоляции кровельных плит. Наблюдения за опытными кровельными плитами 2Т, изготовленными из напрягающего бетона в 1977 г., показали, что их поверхность находится в хорошем состоянии и признаков разрушения бетона нет. Постоянные увлажнения и высыхания образцов из напрягающего бетона в естественных условиях подтердили, что усадка бетона не компенсирует полностью остаточное самоупрежение.

На основании предложенных составов и режимов ТВО, разработанной технологии изготовления напрягающего бетона и конструкции 2Т на заводе ЖБК № 8 Главташкентстроя на действующих технологических линиях изготовили промышленную партию конструкций кровельных плит из напрягающего бетона и смонтировали из них безрулонную крышу жилого дома серии 77 в Ташкенте.

Результаты проведенных исследований использованы при составлении «Инструкции по проектированию и устройству сборных железобетонных чердачных крыш с безрулонной кровлей жилых зданий, возводимых в IV климатическом районе» (РСН 20—86).

В настоящее время разработанные варианты безрулонных крыш из напрягающего бетона включены в состав типовых проектов жилых домов серий Уз-500 и 148.

#### Выводы

Установлена целесообразность применения напрягающего бетона в конструкциях, эксплуатируемых в условиях сухого и жаркого климата. При этом выявлены технологические параметры, позволяющие получать напрягающие бетоны с минимальными потерями самоупрежения и наименьшей усадкой бетона.

Благодаря высокой прочности, водонепроницаемости, долговечности, способности препятствовать появлению усадочных трещин напрягающий бетон можно рассматривать как наиболее приемлемый материал для создания надежных и долговечных безрулонных крыш без защитной гидроизоляции.

## Технологические особенности напрягающего бетона при формировании методом напорного нагнетания

В последние годы НИИЖБом совместно с ИСиА Госстроя БССР и ВО Союзводопроект разработан безвибрационный способ формирования сборных железобетонных конструкций и монолитных сооружений — метод напорного нагнетания с последующей гидродинамической опрессовкой литой пластифицированной напрягающей бетонной смеси вследствие давления на выходе бетононасоса.

На основе применения метода математического моделирования системы «прессованный бетон» и математического планирования эксперимента разработан комплекс управляющих программ, позволяющих оптимизировать составы бетонных смесей, подвергнутых напорному нагнетанию, по прочности, самонапряжению, водонепроницаемости и удобоукладываемости. Технологические исследования перекачиваемости бетонных смесей различной подвижности показали, что с увеличением О.К. с 8 до 25 см потери на трение по высоте нагнетаемой формы уменьшаются в 2,8 раза, величина необходимого на заполнение формы давления снижается в 1,7 раза, а время заполнения формы сокращается более чем в 2 раза. Повышенная водоудерживающая способность напрягаю-

щего бетона при прессовании уменьшает склонность литых напрягающих бетонных смесей к расслоению при перекачивании.

В результате изучения физико-механических и деформативных характеристик литых пластифицированных напрягающих бетонных смесей выявлено, что прессование является эффективным методом уплотнения литой бетонной смеси. При опрессовочных усилиях 0,1...1 МПа значительно (на 25...60%) увеличивается прочность бетона на сжатие и растяжение по сравнению с виброуплотненным бетоном. Установлено, что для литых водоредуцированных бетонных смесей благодаря использованию суперпластификаторов основной прирост прочности отмечается при прессующих давлениях 0,1...0,3 МПа и продолжительности приложения усилий 1...5 мин (рис. 1, 2). Экспериментально доказано, что при прессовании литых пластифицированных предварительно обезвоженных бетонных смесей ( $B/C=0,3...0,35$ ) эффективность прессования не связана прямо пропорционально с водоотделением.

Начальное низкое водосодержание литой пластифицированной бетонной смеси, а также повышенная водопотреб-

ность напрягающего бетона определяют значительный прирост прочности прессованного бетона по сравнению с виброуплотненным бетоном без дополнительной отжатия воды при прессовании. Это позволяет получать высокопрочные водонепроницаемые конструкции при формировании изделий в формах, не требующих дополнительной перфорации, фильтров, вакуумных поверхностей и т.д. при низких прессующих усилиях (0,1...0,3 МПа) и незначительном времени их приложения.

Характерная особенность прессованного напрягающего бетона заключается в ускоренном росте прочности в ранние сроки твердения. Из рис. 3 видно, что прочность прессованного напрягающего бетона в нормальных условиях твердения к 15 ч на 70...90% выше прочности виброуплотненных образцов а к 24 ч это превышение, составляя около 35%, в дальнейшем стабилизируется

Кратковременный (2...4 ч) высокотемпературный прогрев прессованного напрягающего бетона в закрытых формах позволяет достичь 60% марочной прочности (32,5...36 МПа).

Для проверки лабораторных исследований методом напорного нагнетания

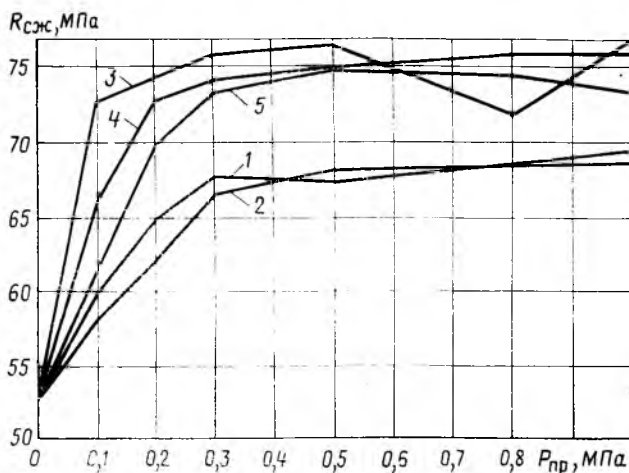


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие прессованного напрягающего бетона от интенсивности и продолжительности приложения прессующих усилий при различных условиях прессования

Без отвода воды при времени опрессовки: 1 — 5 мин; 2 — 1 мин; с отводом воды при времени опрессовки: 3 — 10 мин; 4 — 5 мин; 5 — 1 мин

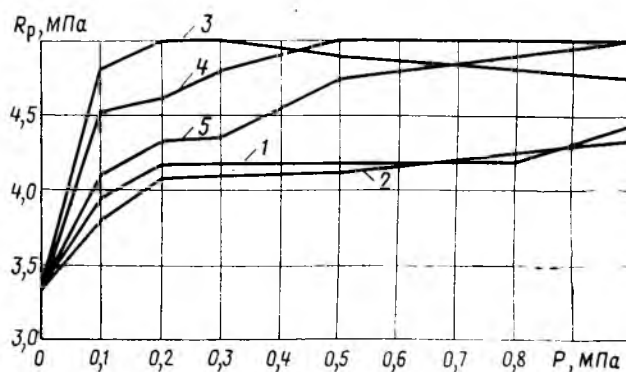


Рис. 2. Зависимость прочности прессованного напрягающего бетона на растяжение от интенсивности и продолжительности приложения прессующих усилий при различных условиях прессования

Условные обозначения см. по рис. 1

с последующей гидродинамической опрессовкой литой бетонной смеси изготовили натурные образцы-фрагменты самонапряженного водовода диаметром 2000 мм, длиной 9 м и опытную партию труб диаметром 800 мм. Технологические исследования полностью подтвердили правильность выбранных параметров формирования сборных и монолитных конструкций безвибрационным методом напорного нагнетания с гидродинамической опрессовкой бетонной смеси. Производительность формирующего оборудования при возведении монолитных самонапряженных водоводов по новому методу в сравнении с комбайновым увеличена с 2,5 до 0,5 ч/пог. м при диаметре водовода 2000 мм значительно снизилась трудоемкость и материалоемкость производства.

Изготовление опытной партии безнапорных железобетонных труб показало, что использование напорного нагнетания при производстве сборных железобетонных конструкций повышает производительность и улучшает условия труда. Время укладки и уплотнения бетонной смеси в конструкцию снижается с 40..50 мин при виброформовании и центрифугировании до 4..6 мин при напорном нагнетании. Контролем бетона опытных труб неразрушающими методами установлена однородность характеристик материала по всему объему изделий (коэффициент вариации по прочности бетона на сжатие 4,6%). Характерная особенность опытных конструкций заключалась в высокой точности поверхности бетона, включая растрескивающую и втулочную части трубы.

В настоящее время КТБ с опытным производством ИСиА Госстроя БССР при участии НИИЖБ и ВО Союзводопроект разработал техническую документацию и приступило к изготовлению рабочих органов оборудования для производства самонапряженных безнапорных и низконапорных труб, а также оснастки для возведения монолитных самонапряженных водоводов диаметром 2000 мм.

Технико-экономическое сравнение производства низконапорных железобетонных труб методом напорного нагнетания с существующими, проведенное НИИЖБом, показало, что ожидаемый экономический эффект на одну технологическую линию по производству низконапорных труб диаметром 800 мм составит около 200 тыс. р. в год.

Армгипроводхоз совместно с ВО Союзводопроект и НИИЖБом разработал проект самонапряженного монолитного водовода диаметром 2000 мм, возводимого методом напорного нагнетания. Проведенное технико-экономическое срав-

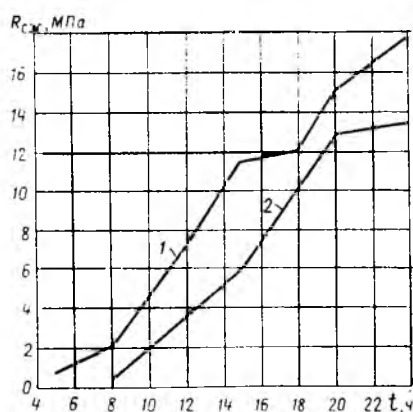


Рис. 3. Динамика роста прочности на сжатие вибрированных и прессованных образцов в первые 24 ч твердения

1 — прессованный бетон; 2 — вибрированный

нение вариантов монолитного водовода со сборными виброгидропрессованными трубами диаметром 1600 мм показало, что экономический эффект при объеме внедрения на объекте 11000 пог. м составит около 1,8 млн. р.

УДК 627.751.4:666.974.6

В. С. ШИРОКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ); Ю. А. ГОГОЛЕВ, канд. техн. наук Горьковский завод ЖБК-5)

## Радиальное прессование безнапорных самонапряженных труб

Радиальное прессование наиболее эффективный метод производства железобетонных безнапорных труб. Он основан на использовании в качестве формирующего органа роликовой головки, совершающей винтовое поступательное движение вдоль тела формируемой трубы со скоростью вращения 40...200 об/мин [1].

Особенностью радиального прессования является то, что ролики вращающейся головки не только прессуют бетонную смесь, но и вызывают в ней сдвиговые деформации, обеспечивающие более компактное и плотное расположение крупного заполнителя. Это приводит к дефектам в трубах, возникающим от механического воздействия на арматуру вращающейся головки и прессуемой бетонной смеси, а также к скручиванию или разрушению арматурного каркаса и

образованию трещин в свежесформованных изделиях. Такие дефекты были обнаружены на Горьковском заводе ЖБК-5 при освоении линии радиального прессования железобетонных труб диаметром 800...1200 мм.

Влияние характера армирования на качество радиально-прессованных труб определяли при опытном формовании труб диаметром 1000...1200 мм с двойным и одинарным каркасом.

В экспериментах использовали три варианта армирования: двойной каркас, изготовленный по ГОСТ 6482.0—79; внутренний одинарный каркас, расположенный вблизи внутренней поверхности трубы; наружный одинарный каркас, расположенный вблизи наружной поверхности трубы.

При армировании труб одинарным кар-

## Вывод

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рагольский А. С., Михайлов И. В. Инъектирование арматурных каналов самонапряженных труб больших диаметров // Бетон и железобетон. — 1986. — № 6. — С. 10—11.
2. Рагольский А. С. Безвибрационный метод возведения монолитных самонапряженных водоводов // Расчет, проектирование и технология изготовления бетонных и железобетонных изделий. — М.: НИИЖБ, 1985. — С. 88—92.
3. Михайлов В. В., Литвер С. Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1974. — 311 с.

Диаметр	Вариант армирования	Вид цемента	Класс спиральной арматуры и шаг, мм	Нагрузка при образовании трещины 0,2 мм, кН/м			Разрушающая нагрузка, кН/м	
				в вертикальном сечении	по стандарту	в горизонтальном сечении	фактическая	по стандарту
1000	Внутренний каркас	ПЦ	Ø 6 А-III 55	35	51	59	84	90,2
1000	То же	НЦ	Ø 6 А-III 55	65	51	102	120	90,2
1000	Наружный каркас	НЦ	Ø 6 А-III 55	63	51	103	132	90,2
1200	То же	ПЦ	Ø 8 А-I 80	36	44	64	70	80,4
1200	>	ПЦ	Ø 8 А-I 60	40	44	82	86	80,4
1200	>	НЦ	Ø 8 А-I 80	44	44	67	75	80,4
1200	>	НЦ	Ø 8 А-I 60	53	44	93	97	80,4
1200	>	НЦ	Ø 6 А-III-60	54	44	—	82	80,4
1200	>	НЦ	Ø 8 А-III 75	52	44	—	114	80,4
1200	>	НЦ	Ø 8 А-III	48	44	79	87	80,4
1200	По ГОСТ 64821—79 внутренний каркас	НЦ	Ø 8 А-III 75	45	44	63	79,5	80,4
1200	наружный каркас	НЦ	Ø 8 А-III 75	49	44	78	88	80,4
1200	То же	НЦ	Ø 8 А-III 50	60	62,6	93	116	114,0

касом шаг спирали устанавливали с расчетом на разрушающую нагрузку, соответствующую требованиям ГОСТ 6482.0—79.

Опытное формование показало, что большинство труб, армированных двойным и внутренним одинарным каркасом, имеют такие дефекты, как радиальные трещины, деформированный каркас, выступающий из бетона, обрушение внутреннего защитного слоя вплоть до полного разрушения свежетоформованной трубы после немедленной распалубки. Дефекты появляются в результате биения вращающейся головки по арматурному каркасу при его смещении от проектного положения, при попадании в бетонную смесь зерен заполнителя, размер которых превышает расстояние между головкой и каркасом, а также из-за сложности фиксации каркаса и его деформаций от воздействий бетонной смеси, укатываемой роликами давлением 1,0 МПа [2].

Трубы, армированные наружным одинарным каркасом, максимально удаленным от роликовой головки, практически не имели технологических дефектов даже при использовании заполнителя фракции 5...20 мм. Это объясняется отсутствием механических воздействий на каркас со стороны головки и снижением деформационных нагрузок от прессуемой бетонной смеси, уменьшающихся по толщине стенки [3].

Таким образом, технологически наиболее благоприятным для труб, формируемых методом радиального прессования, является наружное расположение арматурного каркаса в стенке трубы на максимально возможном удалении от роликовой головки.

На заводе были проведены работы по применению напрягающего цемента при производстве труб, поскольку наружное расположение каркаса наиболее эффективно при использовании НЦ. В резуль-

тате каркас воспринимает практически всю энергию самоупрочнения. Кроме того, бетоны на НЦ характеризуются высокими показателями водонепроницаемости, прочности на сжатие и растяжение, возрастающими и после 28-суточного твердения, а самоупрочнение в бетоне повышает трещиностойкость труб.

По методике НИИЖБа были выполнены предварительные эксперименты по подбору состава на НЦ и определению влияния тепловлажностной обработки на физико-механические свойства радиально-прессованного бетона. Установлено, что формование бетонных смесей на НЦ и на портландцементе практически не отличается. С увеличением доли песка в смеси заполнителей до 0,7 самоупрочнение в бетоне растет, дальнейшее увеличение доли песка снижает самоупрочнение. Повышение расхода цемента более 500 кг/м<sup>3</sup> и увеличение жесткости смеси увеличивает самоупрочнение. При подборе режимов ТВО за основу был взят режим 2+3+6+2 ч при 60...65°C.

Результаты экспериментов показали, что за время прогрева прочность на сжатие бетона на НЦ превышает прочность бетона на портландцементе и достигает 32...35, на растяжение при раскальвании 2,4...2,5, на растяжение при изгибе 4...6 МПа. В возрасте 28 сут прочность образцов независимо от режимов твердения составляла 59...61 МПа, самоупрочнение — 0,3...0,6 МПа при марке цемента НЦ-10 [4].

Физико-механические характеристики безнапорных труб на НЦ с одинарным каркасом при наружном его расположении на соответствие требованиям стандарта по прочности были определены контрольными испытаниями опытных труб.

Трубы формовали из бетона следующего состава: цемент 450...500 кг/м<sup>3</sup>, песок  $M_n = 2,1$ —1200 кг, щебень фракции 5...20 мм — 550 кг, жесткость смеси

80...120 с по техническому вискозиметру.

Анализируя результаты испытаний (см. таблицу), следует отметить, что применение НЦ в трубах повышает их трещиностойкость и прочность при различных вариантах армирования.

В частности, трубы на портландцементе диаметром 1000 мм, армированные по 2-й группе прочности арматурой класса А-III, не отвечают требованиям стандарта по прочности и трещиностойкости, в то время как трубы на НЦ обеспечивают эти требования с определенным запасом по прочности. Трубы на портландцементе диаметром 1200 мм, армированные арматурой класса А-I диаметром 8 мм с шагом 80 мм, не выдерживают контрольных испытаний по I группе прочности, а армированные такой же проволокой с шагом 60 мм (II группа прочности по расчету) выдерживают только разрушающую нагрузку, соответствующую I группе прочности. С аналогичным видом армирования трубы на НЦ по прочности и трещиностойкости отвечают требованиям для труб I группы прочности.

При использовании в трубах спиральной арматуры класса А-III фактическая прочность и трещиностойкость труб совпадает с расчетными данными, в связи с чем применять арматуру класса А-I в трубах нецелесообразно.

При сравнении прочностных показателей труб на НЦ, армированных по различным вариантам, лучшие показатели имеют самоупрочненные трубы с наружным расположением каркаса. Это объясняется более высокой прочностью бетона за счет отсутствия структурных дефектов в трубах. Кроме того, расход арматуры в этом случае по отношению к армированию по стандарту уменьшается более чем на 30%.

Трубы на НЦ, армированные одним наружным каркасом по II группе, удовлетворяют требованиям стандарта по прочности, но не всегда выдерживают нагрузку трещинообразования. Это объясняется недостаточным самоупрочнением в трубах из-за нарушения проектных режимов твердения бетона на НЦ.

Самоупрочненные трубы с одинарным наружным каркасом имеют характерные особенности картины разрушения. Так, контрольная нагрузка по трещинообразованию, характеризуемая появлением трещины шириной 0,2 мм в вертикальном сечении составляет 0,5...0,6 разрушающей ( $P_{раз}$ ) в отличие от труб на портландцементе с другими видами армирования, где она проявляется при нагрузках 0,3...0,35  $P_{раз}$ .

В горизонтальном сечении трещины



появляются при нагрузках, равных 0,8...0,9  $P_{раз}$ , и не превышают, как правило, ширины 0,5 мм. В трубах на поргланцементе трещины на боку проявляются одновременно с трещинами в вертикальном сечении и их ширина достигает перед разрушением 2 мм и более.

На основании проведенных исследований по технологии изготовления труб и определению их прочностных показателей на заводе ЖБК-5 организовано опытно-промышленное производство безнапорных самоупроченных радиально-прессованных труб диаметром 800...1200 мм, армированных одинарным каркасом, расположенным ближе к наружной стенке. На эти трубы НИИЖБом и Союзводоканалпроектом разработаны технические условия и рабочие чертежи, внедрение которых позволяет экономить 6...8% арматуры для труб диаметром 800 мм, 36...37% — для труб диаметром 1000 и 32...33% — для труб диаметром 1200 мм. Имеется большой резерв даль-

нейшего снижения расхода арматуры, в особенности для труб диаметром 800 мм.

#### Выводы

При изготовлении железобетонных самоупроченных труб методом радиального прессования с помощью роликовой головки армированный каркас целесообразно располагать на максимально возможном удалении от роликовой головки, у наружной стенки трубы. НЦ в этом случае обеспечивает полную водонепроницаемость и соблюдение требований ГОСТ 6482.0—79 по прочности и трещиностойкости для труб диаметром 800...1200 мм.

Использование одинарного каркаса исключает возможность образования технологических дефектов при формировании роликовой головкой и позволяет применять крупный заполнитель фракции до 20 мм.

Применение одинарного каркаса вместо двойного, повышение качества изделий, снижение трудозатрат, экономия арма-

туры до 32...37% в зависимости от диаметра позволяют получить, по предварительным расчетам, экономический эффект от производства самоупроченных труб 7...8 р/м<sup>3</sup>. За 1986 г. объем их выпуска на заводе составил около 10 тыс. м<sup>3</sup>.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Производство бетонных и железобетонных труб способом радиального прессования / В. И. Мелихов, А. Г. Грайфер, С. К. Казарин и др.: Обзор. — М., 1981. — Сер. 3. — Вып. 1. — 65 с.
2. Гоголев Ю. А., Белянин В. В., Широков В. С. Производство безнапорных железобетонных труб способом радиального прессования на ЖБК-5 в г. Горьком. — М., 1980. — Сер. 3. — Вып. 1. — С. 21—25: (Реф. сб. / ВНИИЭСМ).
3. Широков В. С., Кузин В. Н., Гоголев А. Ю. Определение уплотняющего давления на бетон при радиальном прессовании труб. — М., 1983. — Сер. 3. — Вып. — 7. — С. 9—13: (Реф. сб. / ВНИИЭСМ).
4. Опытное производство радиально-прессованных труб на НЦ / Ю. А. Гоголев, И. М. Дробященко, В. С. Широков, К. А. Маврин // Бетон и железобетон. — 1983. — № 1. — С. 26—27.

УДК 691-412:624.193

В. И. ПЕТРЕНКО, В. И. КОРЕШКОВ, инженеры (Киевметрострой); В. А. ЛЫСЯК, инж. (Киевметропроект); Г. М. МАРТИРОСОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Цельносекционные обделки из напрягающего бетона в метростроении

Эффективное обеспечение водонепроницаемости обделок продолжает оставаться важной проблемой тоннелестроения. Метростроители Киева сооружают тоннель между станциями Надднепрянская—Теличка в обводненных грунтах из цельносекционной обделки (ЦСО) без гидроизоляции (рис. 1). Это стало возможным благодаря результатам эксперимента, проведенного Киевметростроем, Киевметропроектом и НИИЖБом при участии Киевметростройа. В ходе эксперимента определяли возможности сооружения в производственных условиях перегонных тоннелей без оклеечной гидроизоляции из водонепроницаемых блоков, изготовленных из бетона на напрягающем цементе, с герметизацией стыков смесями на НЦ. Работы основывали на выполненных НИИЖБом экспериментально-теоретических исследованиях по изучению свойств бетонов на НЦ, среди которых важное значение имеют высокая прочность и быстрый ее рост, высокая водонепроницаемость, поз-

волившая с большим запасом нормировать ее величиной  $W_{12}$ .

Расчет блоков ЦСО допускает при эксплуатации образование в растянутых зонах трещин. В то же время в сечении блока сохраняется непрерывная сжатая зона, высота которой позволяет обеспечить его водонепроницаемость. Водонепроницаемость стыка, заполняемого смесями на НЦ, определяется водонепроницаемостью самого материала и надежным его сцеплением со стенками сопрягаемых блоков. При этом учитывали жесткость стыка между блоками, соединенными стальными пластинами на сварке с закладными деталями, имея в виду, что обделка монтируется на надежное основание.

На экспериментальных участках определяли работоспособность самих блоков и стыков между ними. Следует отметить, что для таких участков на строящихся трассах были выбраны наиболее неблагоприятные по гидрогеологии участки. Уровень воды от лотка тоннеля

составлял от 4,0 до 5,6 м. Было опробовано три варианта обделки, в которых применяли блоки из напрягающего бетона, изготовленные по одной технологии. В первом варианте блоки ЦСО устанавливали с зазором 150 мм друг от друга, соединяли шестью металлическими пластинами, размещали арматурный каркас, стык заполняли бетоном на НЦ с виброуплотнением. Расширение бетона в процессе твердения обеспечивало силовой контакт между блоками; площадь пластин, соединяющих соседние блоки, была рассчитана на усилие самоупрочения. На этом участке было установлено 52 блока.

Во втором варианте четыре блока установлены вплотную друг к другу, в образованные в углах при изготовлении блоков каналы пропущена арматура — 8 стержней диаметром 30 мм класса А-III. Натяжение каждого стержня усилием 16,2 т осуществляли с помощью динамометрического ключа и гайки. С внутренней стороны стык образует чеканочную

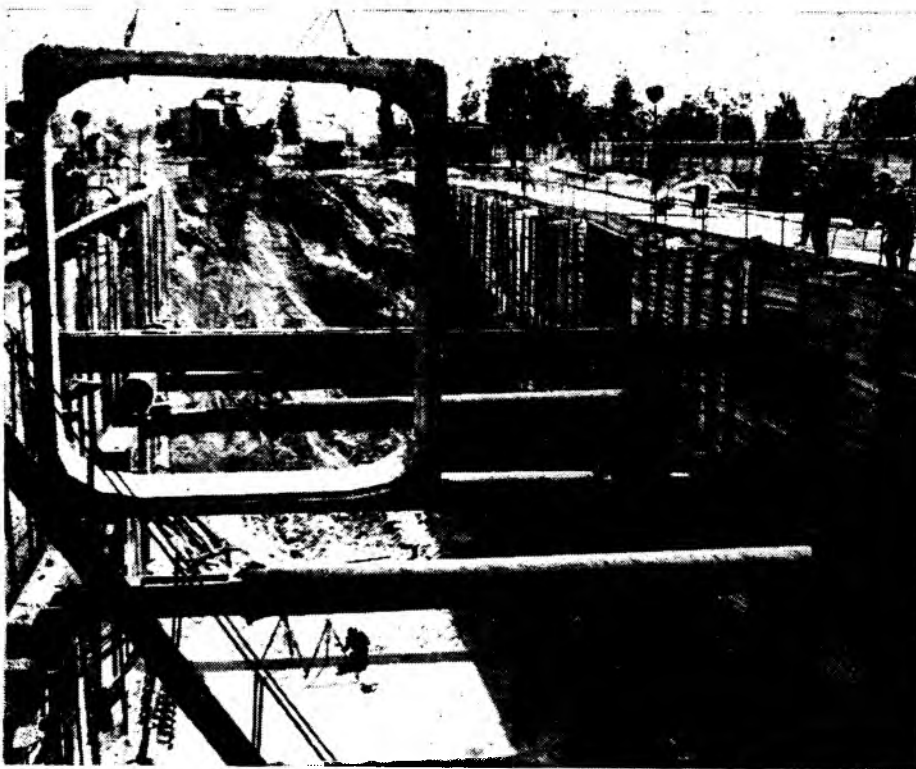


Рис. 1. Возведение цельно-секционной обделки перегонного тоннеля из водонепроницаемых самонапряженных блоков

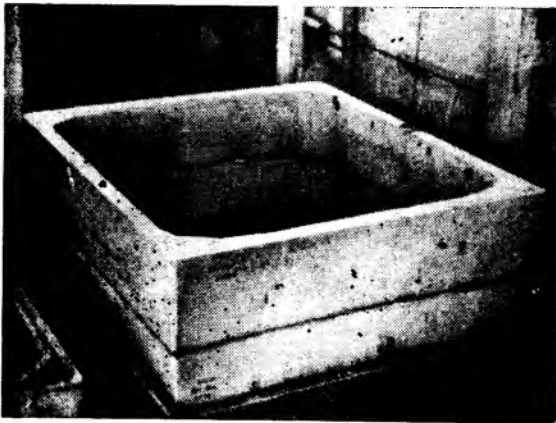


Рис. 2. Блоки из напрягающего бетона после тепло-влажностной обработки

канавку, которая заполняется увлажненным напрягающим цементом. Секция из четырех блоков монолитным стыком соединялась с соседними блоками. После обратной засыпки грунта на высоту 9 м и прекращения водопонижения экспериментальный участок оказался полностью под водой. В результате осмотра было установлено, что блоки ЦСО оставались абсолютно сухими, в некоторых монолитных стыках были видны места фильтрации воды по стенам и влажные пятна. По чеканочным швам фильтрации воды не наблюдалось. Было отмечено, что монолитные стыки трудоемки, а их качество существенно зависит от культуры производства. Стыки с напрягаемой арматурой и чеканочным швом надежны. При необходимости их удобно ремонтировать из тоннеля, но их изготовление требует дополнительного расхода стали

и трудозатрат.

Полученный опыт был использован на экспериментальном участке из 28 блоков перед станцией «Минская». В этих блоках по внутреннему контуру с одной торцевой плоскости была предусмотрена канавка — половина «ласточного хвоста», зачеканенная вручную влажным НЦ.

Швы зачеканивали по истечении двух недель после окончания засыпки тоннеля грунтом. Во избежание попадания грунта в зазоры между блоками их закрывали полосами 200...300 мм из рубероида или гидростеклоизола, фиксированными в нескольких точках.

Из-за неточности форм, в которых изготавливали блоки, после монтажа на внутренней стеновой поверхности блоков образовались уступы в 30...40 мм, которые затрудняли выполнение чеканочно-

го шва. Было решено в стыки между блоками нагнетать раствор на НЦ, совмещив контроль качества швов с повышением надежности стыкового соединения.

При заделке швов в них устанавливали патрубки для нагнетания раствора (по три трубки в каждом шве — по одной в боковых стенках и для контроля — на потолке). Раствор нагнетали ручным насосом при давлении до 3 ати.

После снятия водопонижения тоннель оказался погруженным в воду на  $\frac{2}{3}$  высоты. С 1982 г. участок функционирует в составе линии метро, соединяющей район Оболони с центром Киева. Динамика движущихся поездов не ухудшила состояния обделки: она остается сухой.

Обобщив опыт, накопленный в результате строительства и эксплуатации двух участков из блоков на НЦ, приступили к сооружению участка перегонных тоннелей на Сырецко-Печерской линии между станциями Надднепрянская—Теличка. На этом участке открытого заложения уже смонтировано почти 1000 блоков из бетона на НЦ без оклеечной гидроизоляции.

Блоки изготавливают на комбинате производственных предприятий Киевметростроя с применением НЦ-20 Днепродзержинского завода, удовлетворяющего требованиям ТУ 21-20-18—80. Расход НЦ на 1 м<sup>3</sup> бетона класса В30 составляет 480 кг. Формование осуществляется в стальной форме, а уплотнение на вибростоле. Тепловлажностная обработка по мягкому режиму, температура изотермы —  $65 \pm 5^\circ\text{C}$ . После ТВО изделия освобождают от форм (рис. 2), устанавливают в камеру и с помощью дождевальной установки увлажняют холодной водой в течение 2...3 сут.

При изготовлении блоков осуществляется контроль за дозировкой составляющих бетонной смеси, подвижностью смеси, прочностью бетона на сжатие и самонапряжением. Глубина чеканочной канавки была увеличена на 20 мм (по сравнению с блоками опытного участка) для компенсации неточности форм.

Применение цельносекционной обделки из бетона на НЦ позволило успешно решить проблему строительства тоннеля для второй заездной ветки в депо станции «Дарница» при непрерывной эксплуатации поездов. Было пройдено 340 пог. м тоннеля. Применение блоков на НЦ и отказ от оклеечной гидроизоляции дали возможность осуществить принятую схему проходки тоннеля.

Киевские метростроители успешно используют напрягающий бетон и для других конструкций тоннельных обделок.

В. Д. БУДЮК, А. А. КОНДРАТЧИК, кандидаты техн. наук, В. В. ТУР, В. И. ГАШКО инженеры (Брестский инженерно-строительный ин-т); Ю. А. НИЦКИЙ, инж. (Госстрой БССР); С. Ф. ДЕНИСОВ, инж. (Белсельстрой); В. К. КОНДРАТЮК инж. (Брестский Облсельстрой)

## Цилиндрические сборные резервуары с применением напрягающего бетона

Ежегодно в Белорусской ССР при строительстве объектов агропромышленного комплекса возводится около 400 резервуаров объемом от 50 до 500 м<sup>3</sup>, более 100 канализационных насосных станций (КНС), 40 отстойников, 45 аэротенков, а также более 100 других сооружений систем водоснабжения и канализации. Значительную часть их составляют емкости для сбора и переработки отходов животноводческих комплексов.

Емкостные сооружения, как правило, возводятся прямоугольной в плане формы из сборного железобетона и цилиндрической формы из монолитного. Несмотря на экономичность цилиндрической формы, повышенная трудоемкость возведения и низкое качество монолитного железобетона ограничивают объемы применения этих емкостей.

Брестский инженерно-строительный институт совместно с Белсельстроем в течение ряда лет осуществляет широкую научно-техническую программу по разработке и внедрению емкостных сооружений различного назначения с использованием напрягающего бетона.

Как известно [1], напрягающий бетон в процессе расширения создает самоупрочнение сжатия, приобретая при этом плотную непроницаемую структуру. Применение напрягающего бетона в емкостях позволило объединить преимуществами экономичной расчетной схемы осесимметричной цилиндрической оболочки с индустриальностью возведения сооружений из сборных элементов. Сборные элементы изготавливают из обычного бетона на портландцементе и соединяют между собой с помощью бесшовных петельных выпусков арматуры, которые замоноличивают напрягающим бетоном.

На основе базовой конструктивной схемы совместно с Брестсельстройпроектом разработаны рабочие чертежи сборных самоупрочненных резервуаров объемом 100, 200, 250 и 500 м<sup>3</sup>. Основные габаритные размеры соответствуют требованиям серии 3-900.3, они приняты диаметром 6, 9, 12 м при высоте 3,6 и 4,8 м. Сборные элементы стенки запроектированы выпукло-вогнутой формы двух типоразмеров с радиусом кривизны внутренней поверхности 3 и 6 м и

высотой соответственно 3,6 и 4,8 м. Ширина панелей — 1300 мм, толщина — 140 мм. Соединение стенки с дном осуществляется с помощью опорной пяты, являющейся частью сборного элемента. Покрытие состоит из трапециевидных плит Т-образной формы, опирающихся на капитальную центральную колонну. Для покрытия резервуаров объемом 100 м<sup>3</sup> используют ребристые плиты серии 1.422.1-2 с двумя доборными плитами. Днище толщиной 150 мм запроектировано в монолитном и сборном вариантах.

Строительными организациями Белсельстроя и Главполесьеvodстроя Минводхоза СССР возведено более 130 самоупрочненных резервуаров объемом 100 и 250 м<sup>3</sup>. Сборные стеновые элементы изготавливали на заводах ЖБИ (по ТУ 69 БССР-362-84). Суммарный экономический эффект от внедрения таких резервуаров вместо типовых сборных прямоугольных составил 320 тыс. р. При этом экономия стали составила 312 т, цемента — 838 т, затраты труда сократились на 5900 чел.-дн.

Разработаны канализационные насосные станции диаметром подземной части 4,5; 6,0 и 9,0 м при глубине заложения подводящего коллектора 4,0; 5,5 и 7,0 м. Стеновые панели выпукло-вогнутой формы толщиной 200 мм и шириной 1300 мм запроектированы трех типоразмеров с радиусом кривизны 3 м и различ-

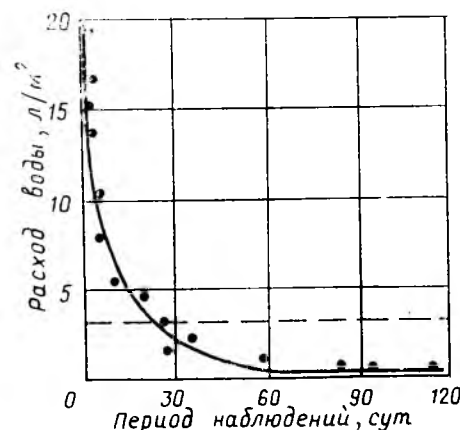
ной высотой в зависимости от глубины подводящего коллектора. Изготовление стеновых элементов может осуществляться в одной форме с переставными перегородками. Строительство канализационных насосных станций предусмотрено открытым способом, а также методом опускаемых колодцев, для чего стеновые панели имеют ножевую часть.

По сравнению с типовыми решениями сметная стоимость сборных многоугольных канализационных насосных станций снижена на 7...8 тыс. р., расход стали уменьшен на 6...7 т, цемента на 8...9 т. Экспериментальное строительство показало высокую индустриальность возведения и экономичность разработанных конструкций канализационных насосных станций.

Обследования построенных в течение последних 12 лет самоупрочненных резервуаров показали их хорошие эксплуатационные качества. Однако на ряде объектов уровень воды в них оказался ниже расчетного, так как на протяжении длительного периода эксплуатации их не пополняли водой. Это привело к падению достигнутого самоупрочнения в результате усадки бетона. После заполнения резервуара водой самоупрочнение полностью восстанавливается, что подтверждается результатами измерения расхода воды (см. рисунок).

На нескольких объектах было произведено вскрытие защитного слоя бетона. Глубина карбонизации поверхностного слоя напрягающего бетона стыков в зависимости от срока эксплуатации составила от 5 мм за 3 года до 16...18 мм за 12 лет. В бетоне на портландцементе эти характеристики изменялись соответственно от 8 до 23 мм, что свидетельствует о более низкой его коррозионной стойкости по сравнению с напрягающим. На всех вскрытых участках напрягающего бетона коррозии арматуры не обнаружено.

Эксплуатационная надежность емкостных сооружений определяется качеством заделки стыков напрягающим бетоном. Расчетные величины самоупрочнения бетона от 0,6 до 1,2 МПа достигаются при использовании напрягающего цемента марки НЦ-20. Такой цемент до 1986 г.



Суточные потери воды на 1 м<sup>2</sup> смачиваемой поверхности за период наблюдений  
— — — — — нормативные потери

Показатель	Объем резервуара, м <sup>3</sup>			
	100	200	250	500
Расход стали, т	<u>1,64 (1,046)</u> 3,00	<u>4,44</u> 4,59	<u>5,06 (3,221)</u> 5,38	<u>10,44</u> 8,59
Расход железобетона, м <sup>3</sup>	<u>21,16 (18,6)</u> 40,1	<u>41,34</u> 67,1	<u>46,44 (37,5)</u> 80,6	<u>56,54</u> 112,0
Трудоемкость, чел.-ди.	<u>110 (107)</u> 176	<u>187</u> 198	<u>208 (201)</u> 262	<u>294</u> 337

Примечания. Над чертой — самонапряженных резервуаров (шифр 625/83÷628/83), под чертой — по типовому проекту 901-4-58.83. В скобках — для усовершенствованных конструкций.

по ТУ 21-20-18-80 выпускало производственное объединение Волковыскцементошифер Белоруссии. Затем оно перешло на выпуск безусадочного цемента по ТУ 21 БССР 213-85, не обеспечивающего требуемые величины самонапряжений бетона. В настоящее время напрягающий цемент в ограниченном объеме поставляется Пашийским заводом, расположенным на расстоянии более 3000 км от потребителя, что нельзя признать целесообразным. Потребность в напрягающем цементе марки НЦ-20 только по Белсельстрою в 1987 г. составляет 12 тыс. т, а с расширением объемов применения самонапряженных резервуаров увеличится еще на 6 тыс. т в год.

Несмотря на значительную экономич-

ность разработанных конструкций резервуаров по сравнению с типовыми, выявлены резервы дальнейшего снижения их материалоемкости, трудоемкости, а также повышения надежности [2]. Это достигается за счет укрупнения сборных стеновых элементов и совершенствования конструкции покрытия. Увеличение номинальной ширины стеновых панелей до размеров, кратных  $\lambda$ , изменяет характер их работы на нагрузки, возникающие при транспортировании и монтаже. Такие элементы могут рассматриваться как короткие цилиндрические оболочки, работающие в направлении образующей, как балки с криволинейным очертанием поперечного сечения, что приводит к существенному снижению расхода рабочей

арматуры. При укрупнении стеновых элементов вдвое уменьшается количество стыков, за счет чего повышается надежность сооружения, а также снижаются затраты на монтаж элементов.

Покрытие резервуаров разработано из сборных ребристых элементов, образующих при диаметре емкости 6 м плоский диск, а при больших диаметрах — просторанственно работающую конструкцию без внутренних колонн.

Основные технико-экономические показатели разработанных вариантов конструкций резервуаров приводятся в таблице.

В текущей пятилетке намечено в полном объеме осуществить строительство самонапряженных резервуаров и канализационных насосных станций, что позволит получить годовой экономический эффект по Белорусской ССР более 1,5 млн. р.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология напрягающего цемента и самонапряженных железобетонных конструкций / Под ред. В. В. Михайлова, С. Л. Литвиера. — М.: Стройиздат, 1985. — 183 с.
2. Будюк В. Д., Кондратчик А. А., Тур В. В. Самонапряженные резервуары на объектах агропромышленного комплекса // Проектирование и инженерные изыскания. — 1986. — № 5. — С. 48.

УДК 666.9.055:666.974.6:691.147

А. Н. ОБУХОВ, инж., И. Ф. РУДЕНКО, д-р техн. наук, проф. (ЦМИПКС при МИСИ); С. А. СЕЛИВАНОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Повышение прочности сталефибробетона на НЦ при роликовом формовании

Исследования НИИЖБа, а также результаты эксплуатации роликовых устройств в опытно-производственных и производственных условиях свидетельствуют об экономической эффективности безвибрационной технологии, обеспечивающей получение из жестких и особо жестких мелкозернистых смесей плотного бетона с высокой прочностью [1, 2]. Она повысилась вследствие применения стальной фибры [3, 4], которая в процессе роликового формования располагается в бетоне изделия наиболее рационально — горизонтально. Установлено, что прочность сталефибробетона прямо пропорциональна прочности матрицы и проценту армирования  $\mu$ . Ограничение верхнего предела  $\mu$  (1,6%) связано с тем, что увеличение процента армирования с целью повышения физико-механических харак-

теристик фибробетона приводит к перерасходу фибры, повышает вероятность ее комкования при перемешивании, снижает стабильность состава фибробетонной смеси и однородность прочности в изделии. Уменьшение процента армирования при сохранении прочности фибробетона достигается повышением прочности матриц. Этот вопрос имеет практическое значение, в том числе для обеспечения строителей новыми эффективными тонкостенными дисперсно-армированными конструкциями, ежегодная потребность в которых составляет более 1 млн. м<sup>2</sup>.

С учетом свойств и опыта применения напрягающего бетона [5] исследовали жесткие мелкозернистые смеси на НЦ-40 и ПЦ с сопоставимыми физико-механическими показателями по ГОСТ 10178—76 (табл. 1).

Для экспериментов использовали пески Подмосковных карьеров с  $M_k=1,85$ , пустотностью 45,84,  $\rho=2650$  кг/м<sup>3</sup>, металлическую фибру МЕТИЗ диаметром 0,5 мм, длиной 50 мм.

Влияние на бетон (матрицу) вида и расхода цемента, также  $B/C$  оценивали по результатам испытаний образцов размером 4×4×16 см. Режим ТВО принят постоянный: выдерживание 2...6 ч, подъем температуры до 60°C — 3 ч, изотермический прогрев — 5 ч, остывание — 4 ч. Последующее твердение происходило в условиях цеха при  $t=15...20$ °C. Составы и физико-механические характеристики бетонов приведены в табл. 2, из которой видно преимущество использования НЦ при аналогичных условиях твердения во всем диапазоне рассмотренных составов, характеризующихся различной степенью

Таблица 1

Цемент	Н. Г., %	Сроки схватывания		$\bar{R}^{28}$ , МПа	$\bar{P}_{ри}^{28}$ , МПа	Удельная поверхность, г/см <sup>2</sup>
		начало	конец			
ПЦ	26,0	2 ч 22 мин	5 ч 19 мин	39,1	6,4	3231
НЦ	31,5	0 ч 18 мин	4 ч 15 мин	35,5	5,0	4226

Таблица 2

Ц, кг	В, л	П, кг	K	В/Ц	$\bar{P}_{ри}$ , МПа	$\bar{R}_b$ , МПа	$\bar{R}$ , МПа
650	220	1510	0,94	0,34	7,23/7,51*	48,7/55,6	56,8/66,6
	240	1458	0,98	0,37	7,05/7,37	39,7/47,2	50,4/47,8
	260	1405	1,03	0,40	7,45/9,01	43,9/50,7	47,6/61,0
700	220	1468	0,97	0,31	7,33/8,54	43,3/59,1	58,4/69,8
	240	1415	1,02	0,34	7,88/8,66	46,9/60,8	59,6/68,0
	260	1362	1,06	0,37	7,19/8,03	39,2/51,5	53,2/59,3
750	220	1426	1,01	0,29	8,68/8,31	47,0/62,6	61,7/70,5
	240	1373	1,05	0,32	9,00/7,89	52,4/59,4	63,5/69,5
	260	1320	1,10	0,35	7,89/7,89	54,0/50,7	58,8/59,1

\* Перед чертой — ПЦ, после черты — НЦ.

Таблица 3

Цемент	Характеристики бетонной матрицы					Прочность фибробетона $R_{bt}$ , МПа	Удельный расход цемента на 1 МПа прочности, кг
	Ц, кг	В/Ц	$\bar{P}_{ри}$ , МПа	$\bar{R}_b$ , МПа	$\bar{R}$ , МПа		
НЦ	650	0,37	7,37	47,2	47,8	2,83/2,79*	23,0
ПЦ	700	0,34	7,88	46,9	59,6	1,59/1,71	43,8

\* Перед чертой — продавливание, после черты — осевое растяжение.

заполнения пустот цементным тестом ( $K=0,94...1$ ), принятый при технологии роликового формования.

Кроме бетонных (матричных) образцов на НЦ и ПЦ испытали натурные сталефибробетонные плиты (размер в плане 900×900 мм, толщина поля пли-

ты 15...20 мм, высота ребер по контуру плиты 35 мм при ширине 55 мм), применяющиеся при устройстве раздельного пола.

Плиты изготовили на экспериментальном стенде НИИЖБа, с раздельной подачей бетонной смеси и фибры под фор-

мующий орган. Готовые плиты подвергали тепловлажностной обработке и хранили в одинаковых условиях с образцами. Плиты испытали на продавливание, а пылевые из них образцы — на осевое растяжение. Из табл. 3 видно, что при практически равной прочности матриц ( $\bar{P}_{ри}$ ,  $\bar{R}_b$ ) применение НЦ значительно повышает прочность фибробетона на растяжение  $R_{bt}$  вследствие самонапряжения, при этом удельный расход НЦ по сравнению с ПЦ на единицу прочности  $R_{bt}$  фибробетона сокращается в 2 раза.

### Вывод

Применение напрягающего цемента способствует дальнейшему повышению качества, экономичности и технологичности сталефибробетона роликового формования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Селиванова С. А., Кузин В. Н. Формование с помощью роликов жестких мелкозернистых смесей: Темат. сб. науч. тр. / НИИЖБ. — М., 1977. — Вып. 30. — 150 с.
2. Кузин В. Н., Селиванова С. А., Химаков Д. В. Опыты по роликовому формованию бетонных и железобетонных изделий. — М., 1980. — 23 с. — (Сер. Промышленность сборного железобетона: Реф. сб. / ВНИИЭСМ; Вып. 9.
3. Лавринев П. Г. Технология роликового формования изделий из мелкозернистых бетонов с принудительным поворотом рабочего органа: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1983. — 24 с.
4. Курбатов Л. Г. Проектирование и изготовление сталефибробетонных конструкций. Конструкции жилых и общественных зданий. Технология индустриального домостроения. — М., 1985. — 30 с.: Обзор. информ.: Вып. 4.
5. Михайлов В. В. Физико-механические свойства напрягающих цементов и самонапряженного железобетона и использование их в практике строительства: Тез. докл. Всесоюз. совещ. по применению напрягающего бетона и самонапряженного железобетона в строительстве. — М., 1982. — 50 с.

УДК 691.327:624.21:625.745.12

С. Ф. ПАНКИНА, инж. (Мосинжпроект); К. П. ДЕЛЛОС, канд. техн. наук, Б. В. ОБУХОВ, инж. (МАДИ); Ю. Н. ТИТОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Устройство выравнивающего слоя из напрягающего бетона на автодорожных мостах

В последнее время для устройства выравнивающего слоя на автодорожных мостах стали применять водонепроницаемый бетон на напрягающем цементе (НЦ) [1].

Сейчас эксплуатируют более 28 разрезных, неразрезных и температурно-неразрезных железобетонных пролетных строений и путепроводов, на которых

функцию гидроизоляции плиты проезжей части выполняет монолитный армированный слой из напрягающего бетона. На одном из построенных мостов движение автотранспорта осуществляется по выравнивающему слою, на всех других — поверх выравнивающего слоя уложен слой асфальта. Толщина выравнивающего слоя на построенных мостах

колеблется в пределах 8...20 см.

В начале экспериментального строительства армирование слоя осуществляли арматурными сетками. Количество рабочей арматуры определяли исходя из отсутствия сцепления между сборными элементами пролетного строения и выравнивающим слоем во время расширения напрягающего бетона при тверде-



нии. В последнее время более широко применяют армирование по способу «рамный контур» [2], учитывающее частичное ограничение деформации расширения напрягающему бетону подстилающими железобетонными конструкциями строений мостов. При проектировании Союздорпроектом конструкции выравнивающего слоя на одном из построенных мостов по предложению МАДИ и НИИЖБ было полностью учтено ограничение такому расширению.

В Москве напрягающий бетон впервые использовали для устройства гидроизоляционного выравнивающего слоя проезжей части при реконструкции Новоспасского моста по проекту института Мосинжпроект с использованием рекомендаций МАДИ и НИИЖБ.

В проекте учитывали ограничение деформации расширения напрягающего бетона конструкциями пролетного строения. Из-за большой жесткости последнего выравнивающий слой не армировали. При разработке рекомендаций использовали результаты исследований свойств напрягающих бетонов, пригодных для применения в конструкциях такого типа. Для этого определяли оптимальные составы бетонов, их физико-механические характеристики и особенности технологии. Исследования выполняли с применением метода математического планирования эксперимента. В табл. 1 приведены факторы и уровни их варьирования при реализации трехфакторного ротационного плана эксперимента.

Для приготовления бетонных смесей применяли напрягающий цемент Усть-Каменогорского цементного завода марки НЦ-20, песок с  $M_k=2,68$  и гранитный щебень фракции 5...10 мм. Классы бетона по прочности на сжатие определяли по результатам испытания кубов с ребром 10 см, твердевших без ограничения деформаций расширения, с последующим пересчетом на прочность кубов с ребром 15 см.

Самонапряжение напрягающего бетона при ограничении его деформации расширения эквивалентом 1% армирования определяли испытанием призм размером  $4 \times 4 \times 16$  см. Полученные значения самонапряжения умножали на экспериментально установленный масштабный коэффициент перехода  $K_n=0,89$  от значения самонапряжения, полученного на призмах размером  $4 \times 4 \times 16$  см, к самонапряжению бетона, определенному на призмах размером  $10 \times 10 \times 40$  см.

Изготовленные образцы первые сутки твердели в герметизированных камерах, а затем их помещали в ванну с водой при нормальной температуре до достижения бетоном возраста 28 сут.

В результате реализации плана экспе-

Таблица 1

Условия кодирования	Обозначение	Натуральные значения факторов		
		В/Ц ( $X_1$ )	доля песка в составе инертного заполнителя ( $X_2$ )	расход воды, л/м <sup>3</sup> ( $X_3$ )
Основной уровень (нулевая точка)	0	0,40	0,47	250
Интервал варьирования	x	0,06	0,10	10
Верхний уровень	+1	0,46	0,57	260
Нижний уровень	-1	0,34	0,37	240

Таблица 2

Класс бетона	Самонапряжение при твердении без ограничения деформации расширения, МПа	Время завершения процесса расширения, сут
B30	0,9	10
B35	1,6	14
B40	1,4	28*

Примечание. О. К.=3...6 см, Ж=6...10 см.

\* На 28-е сут бетон продолжает расширяться.

римента при уровне доверительной вероятности 0,95 были получены уравнения, выражающие подвижность П и жесткость Ж бетонной смеси, кубиковую прочность R и самонапряжение напрягающего бетона  $\sigma_6$ :

$$P = 4,165 + 2,494 X_1 - 0,365 X_2 + 1,034 X_3 - 0,98 X_1^2 - 0,406 X_1 X_2 + 0,631 X_1 X_3; \quad (1)$$

$$J = 5,985 - 3,08 X_1 - 1,249 X_2 + 2,806 X_1^2 + 0,706 X_2^2 + 0,5 X_1 X_2 + 0,75 X_2 X_3. \quad (2)$$

$$R = 46,8 - 5,114 X_1$$

$$\sigma_6 = 2,361 - 0,71 X_1 - 0,499 X_2^2. \quad (4)$$

По полученным уравнениям можно подбирать составы напрягающего бетона классов B30...B40. При проектировании класс бетона по прочности на сжатие и нормативное самонапряжение бетона на НЦ-20 можно приблизительно определять по табл. 2.

На основе проведенных исследований был определен оптимальный состав бетонной смеси для выравнивающего слоя и даны рекомендации по технологии его изготовления.

Из приведенных уравнений и табл. 2 следует, что основным фактором, определяющим прочность, самонапряжение и продолжительность процесса расширения напрягающего бетона, является В/Ц.

При выполнении проектных работ это позволило наряду с инструкцией [3] пользоваться и табл. 2 для определения нормативного самонапряжения по классу бетона.

При капитальном ремонте Новоспасского моста в качестве гидроизоляции применяли напрягающий бетон. Его укладывали слоями до 20 см на металлический настил под трамвайное полотно и слоями до 10 см — под автодорожное покрытие на существующий выравнивающий слой бетона. Работы проводили в осенне-зимний период при колебании температуры воздуха от +10 до -8°C.

Сухую бетонную смесь готовили на ЦБЗ и там же загружали в автобетоносмесители, в которые вводили 70% воды затворения вместе с добавками: воздухововлекающей (СНВ), пластифицирующей (10—30) и противоморозной (нитрит натрия). Остальные 30% воды затворения вводили в бетонную смесь на месте укладки, после чего ее перемешивали еще в течение 5...10 мин. При этом удобоукладываемость смеси достигала 10...12 см.

Вибрирование смеси осуществляли виброплощадкой и глубинными вибраторами. Уход за свежеложенным бетоном при положительной температуре воздуха заключался в регулярном поливе водой поверхности выравнивающего слоя в течение 3 сут в дневное время. Благодаря способности быстро твердеть бетон на НЦ на 7 сут твердения имел прочность 20 МПа при проектном классе бетона B22,5. Через 4 мес твердения в зимних условиях бетон (кубы с ребром 10 см и балки размером  $10 \times 10 \times 40$  см) имел при центральном сжатии прочность 41,8; на растяжение при изгибе — 4,2; на растяжение при раскалывании — 3,8 МПа. Водонепроницаемость по результатам испытания цилиндров диаметром 15,5 см и высотой 15 см была не ниже марки В10.

После устройства выравнивающего слоя поверх него уложили слой асфальта и по мосту было сразу же открыто движение транспорта, включая трамвай.

Таким образом, опыт реконструкции Новоспасского моста с применением НЦ для выравнивающего слоя подтвердил перспективность этого материала для ремонта подобных сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование долговечности пролетных строений из железобетона / О. В. Воля, С. О. Зега, В. Н. Кухтин, И. М. Фрекекель // Исследование мостов и тоннелей на автомобильных дорогах. — М.: МАДИ, 1981. — С. 110—116.
2. Джигит С. Г., Родин Ю. Л., Годиц Э. А. Самонапряженный железобетон в конструкциях проезжей части мостов // Бетон и железобетон. — 1981. — № 4. — С. 8—10.
3. СН 511-78. Инструкция по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1979. — 64 с.

Г. А. АЙРАПЕТОВ, д-р техн. наук, проф., А. И. ПАНЧЕНКО, канд. техн. наук,  
Г. В. НЕСВЕТАЕВ, инж. (Грозненский нефтяной ин-т)

## Морозостойкость напрягающих бетонов после пропаривания

В последние годы при возведении монолитных конструкций и изготовлении сборного железобетона все шире применяют напрягающий цемент НЦ. Специфические свойства напрягающих бетонов позволяют эффективно использовать их в конструкциях, требующих повышенной трещиностойкости и непроницаемости бетона, в частности в ограждающих конструкциях зданий и сооружений, в дорожных и аэродромных покрытиях, элементах ирригационных систем и др.

Использование НЦ в сочетании с керамзитовым гравием позволяет получать легкий бетон классов В12,5...В15 с повышенной водонепроницаемостью ( $W_{10}$  и более) при плотности 1200...1300 кг/м<sup>3</sup>. Такой бетон можно использовать для производства ограждающих конструкций, совмещающих в себе несущие, гидроизолирующие и теплоизолирующие функции, например, плит и панелей беспокровных крыш с теплым чердаком.

Все ограждающие конструкции и в первую очередь конструкции крыш подвергаются циклическим воздействиям внешней среды, наиболее опасным из которых следует считать попеременное замораживание и оттаивание. Именно поэтому к бетону плит безрулонных кровель предъявляются довольно высокие требования по морозостойкости ( $F_{300}$  и выше). Бетоны, обладающие высокой водонепроницаемостью, как правило, имеют и повышенную морозостойкость. Однако необходимость подробного исследования морозостойкости напрягающего бетона обусловлена некоторыми противоречиями теоретических предпосылок.

С одной стороны, структура напрягающего бетона, которая формировалась в процессе твердения и набора прочности на фоне объемного расширения, испытывает внутренние напряжения того же знака, что и напряжения, возникающие при замораживании водонасыщенного бетонного элемента. Такое наложение одинаковых по знаку усилий может привести к возникновению в структуре бетона на НЦ внутренних напряжений несколько больших, чем в обычном бетоне при прочих равных условиях.

С другой стороны, напрягающий бетон имеет несколько иной характер пористости. По нашим данным, бетон на известняковом щебне состава 1:1,4:2,8 при  $V/C=0,45$ , приготовленный на обычном и напрягающем цементах, имеет разные показатели поровой структуры. Например, показатель среднего размера пор по ГОСТ 12738.4—78 обычного бетона составляет 2,83...3,0, а у напрягающего снижается до 1,0...1,13, что свидетельствует о более мелкой структуре, а следовательно, повышении морозостойкости при прочих равных условиях [1]. Стойкость бетона к замораживанию в большей степени зависит и от соотношения между открытой и закрытой (резервной) пористостью, и с этой точки зрения напрягающему бетону следует отдать предпочтение, так как 50...53% полной пористости бетона на НЦ указанного состава приходится на резервные поры. В бетоне на портландцементе аналогичного состава эта величина составляет лишь 36...40%.

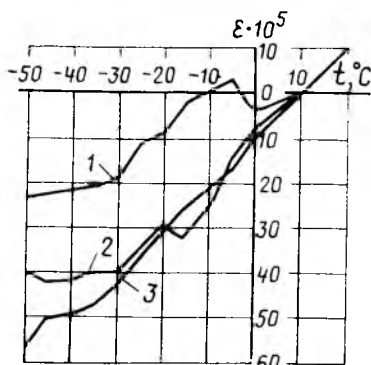


Рис. 1. Дилатометрические кривые замораживания керамзитобетона до  $-50^{\circ}\text{C}$   
1 — керамзитобетон на портландцементе; 2, 3 — то же, на НЦ Днепродзержинского и Подольского заводов

Вид цемента, завод	Марка цемента	Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Показатель деформации	Сроки схватывания, ч-мин	
					начало	конец
НЦ-20 Подольский	400	2,10	1,39	13,10	2—30	3—15
НЦ-10 Днепродзержинский	400	1,51	0,62	8,15	1—50	2—50
НЦ-10 Пашийский	500	1,22	0,10	1,70	0—35	1—10
ПЦ Чечено-Ингушский	400	—	—	—	2—35	4—20

Оценка показателей пористости легкого бетона на керамзитовом гравии затруднена из-за его влияния на общую пористость. Однако косвенный вывод о том, что и керамзитобетон на НЦ имеет более мелкие поры по сравнению с обычным керамзитобетоном, можно сделать из анализа дилатометрических кривых, полученных при замораживании бетонов до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Исследования проводили на керамзитобетоне с расходом цемента 330 кг/м<sup>3</sup> при  $V/C=0,55$  и жесткости смеси 10 с, которая обеспечивалась добавкой 0,4% ЛСТМ от массы цемента. Уплотнение производили на стандартной виброплощадке под пригрузом 10 г/см<sup>2</sup>. Во всех случаях состав керамзитобетона был постоянным, изменялись лишь температурно-влажностные условия его твердения и вид цемента, в качестве которого использовали промышленные партии НЦ-10 и НЦ-20 Пашийского, Днепродзержинского и Подольского цементных заводов, а также портландцемент Чечено-Ингушского цементного завода (см. таблицу). Нулевой отсчет деформаций производили после 12 ч твердения образцов при нормальной температуре в условиях исключенной массоотдачи. Затем распалубленные образцы помещали в заданные температурно-влажностные условия.

Из рис. 1 видно, что anomальное отклонение на дилатометрической кривой напрягающего керамзитобетона наблюдается лишь при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже. У обычного керамзитобетона аналогичная anomalia проявляется гораздо раньше. Это свидетельствует об увеличенном среднем размере насыщенных водой пор в обычном керамзитобетоне по сравнению с напрягающим. Для получения более достоверных сравнительных результатов морозостойкость напрягающих и обычных керамзитобетонов необходимо исследовать при температуре ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ . В противном случае, например при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ , морозостойкость напрягающего керамзитобетона была бы завышена по сравнению с керамзитобетоном на портландцементе. В связи с этим исследования морозостойкости проводились при  $-50^{\circ}\text{C}$ , а результаты представлены числом циклов попеременного замораживания при этой температуре и последующего оттаивания. В данном

случае испытывали образцы, твердевшие в свободных условиях, т. е. без ограничения деформаций. Это обусловлено тем, что разрушение бетона на морозе начинается с поверхности изделия или конструкции, т. е. с защитного слоя бетона, структура которого формируется в условиях, близких к свободному твердению.

За эталон принимали морозостойкость керамзитобетона указанного состава, приготовленного на портландцементе, которая достигала при нормальном твердении 38, а после пропаривания 34 цикла. Тепловлажностная обработка даже по мягкому режиму при температуре, не превышающей 60°C, несколько снижает морозостойкость по известным причинам.

Интересно влияние температуры ТВО на морозостойкость напрягающего керамзитобетона. Во всех случаях пропаренный напрягающий керамзитобетон имеет морозостойкость в 1,6...2,3 раза большую, чем обычный. Такое повышение объясняется несколькими причинами.

Во-первых, морозостойкость бетона на пористом заполнителе будет определяться уровнем растягивающих внутренних напряжений в структуре от температурной несовместимости компонентов, фазового перехода воды и степенью насыщения заполнителя водой (больше или меньше критической). Все мероприятия, способствующие повышению плотности контактной зоны, будут увеличивать морозостойкость керамзитобетона. В нормальном напрягающем бетоне пористый керамзит надежно защищен от обводнения плотной практически непроницаемой оболочкой. Морозостойкость керамзитобетона будет зависеть от длительности сохранения непроницаемости оболочки.

Во-вторых, тепловлажностная обработка, по данным [2] и результатам наших исследований, увеличивает количество образовавшегося этtringита и в то же время в 4...6 раз уменьшает свободное расширение, т. е. значительное количество этtringита, в данном случае располагаясь в порах и капиллярах цементного камня и бетона, способствует улучшению его капиллярно-пористой структуры.

В-третьих, повышенная в 1,2...1,3 раза прочность на растяжение и пониженный на 10...30% модуль упругости напрягающего бетона по сравнению с обычным будут способствовать снижению уровня внутренних напряжений при замораживании и, следовательно, повышению морозостойкости.

Тепловлажностная обработка, с одной стороны, уменьшая свободное расширение, повышает морозостойкость напрягающего бетона, а с другой, отрица-

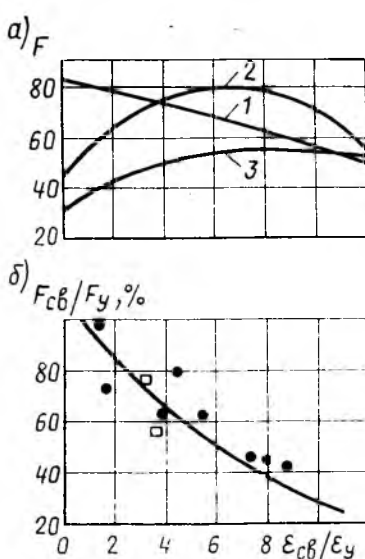


Рис. 2. Зависимость морозостойкости от температуры и показателя деформаций напрягающих бетонов  
1—3 — керамзитобетон на Пашийском, Подольском и Днепродзержинском НЦ; ● — по результатам исследований авторов; □ — [2]

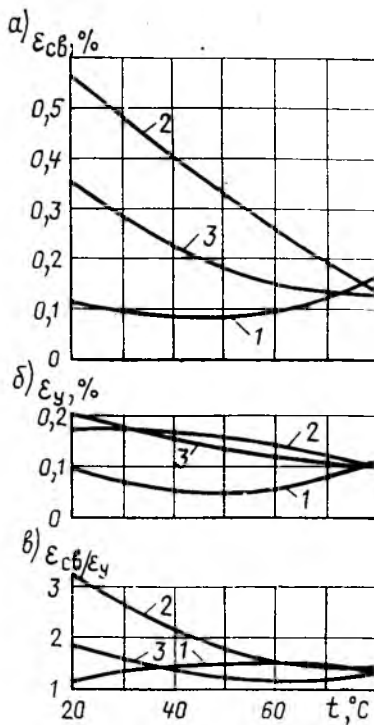


Рис. 3. Влияние температуры на связанные и свободные деформации НЦ  
1—3 — цементный камень из Пашийского, Подольского и Днепродзержинского НЦ

тельно влияет на НЦ как вяжущее группы портландцемента. Суммарный эффект будет зависеть от степени проявления первого или второго эффекта. Подтверждением этого служит некоторое снижение морозостойкости бетона, приготовленного на Пашийском цементе (рис. 2). Как видно из таблицы, этот цемент характеризуется небольшим сво-

бодным расширением, которое не может быть определяющим в формировании структуры и обеспечении морозостойкости. В этом случае повышение температуры твердения снижает морозостойкость по причинам, известным в технологии обычных бетонов.

Из рис. 2 видно, что морозостойкость в значительной степени зависит как от температуры твердения, так и от вида используемого НЦ. При этом температура пропаривания неоднозначно влияет на морозостойкость бетонов, приготовленных на различных НЦ. Для анализа этого факта удобно пользоваться показателем, характеризующим отношение свободного расширения к упругоограниченному (при  $\mu=1\%$ )  $E_{св}/E_y$  [3]. Назовем его показателем деформаций напрягающего бетона. С точки зрения однородности структурных и прочностных характеристик напрягающего бетона, твердеющего в свободных и связанных условиях, предпочтение следует отдавать НЦ и бетонам на их основе, показатель деформаций которых имеет наименьшее значение, т. е. стремится к единице.

Из таблицы видно, что использованные напрягающие цементы имеют довольно широкий диапазон показателя деформаций. Ранее было отмечено [3], что показатель деформаций зависит не только от вида используемого цемента, но и от температуры твердения. Как видно из рис. 3, повышение температуры твердения ведет к уменьшению деформаций образцов из цементных паст. Однако степень влияния температуры на свободные и связанные деформации неодинакова, что приводит к снижению показателя деформаций и, следовательно, к большей однородности структуры образцов, твердеющих в свободных и связанных условиях.

На основе проведенных исследований и с использованием данных [2] была построена обобщенная зависимость отношения морозостойкости напрягающих бетонов, твердевших в связанных и свободных условиях,  $F_i = F_{св}/F_y$  от показателя деформаций (см. рис. 2). Последний не только качественно характеризует однородность структуры напрягающего бетона, но и позволяет прогнозировать снижение его морозостойкости при твердении в свободных условиях по сравнению со связанными.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шейкин А. Е., Чеховский Ю. В., Бруссер М. И. Структура и свойства цементных бетонов. — М.: Стройиздат, 1979. — 344 с.
2. Кузнецова Т. В. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы. — М.: Стройиздат, 1986. — 208 с.
3. Соотношение самоупреждения и свободного расширения напрягающих бетонов / С. Л. Литвер, Л. А. Малинина, В. А. Загурская, А. И. Панченко // Бетон и железобетон. — 1986. — № 5. — С. 15—16.

## Способы изготовления колонн с высокопрочной предварительно сжатой арматурой

Использование высокопрочной стержневой арматуры в коротких (негибких) железобетонных колоннах малоэффективно, поскольку предельные сжимающие напряжения в продольной арматуре не достигают даже условного предела текучести, не говоря уже о более высоких напряжениях, из-за ограниченной предельной сжимаемости бетона. Повышение эффективности применения такой арматуры в сжатой зоне элементов, в частности в колоннах, можно достичь созданием в ней предварительных сжимающих напряжений. Суммируясь со сжимающими напряжениями от внешней нагрузки, они позволяют значительно повысить суммарные напряжения в сжатой арматуре, что существенно снижает (на 30...50%) расход стали на продольную сжатую арматуру.

При предварительном сжатии продольной высокопрочной арматуры до бетонирования элемента с последующей (после набора бетоном достаточной прочности) передачей усилия на бетон, он окажется растянутым, а арматура сжатой.

При проектировании и расчете колонн с предварительно сжатой арматурой предварительные растягивающие напряжения, передаваемые на бетон в процессе изготовления изделия, не должны вызывать появления трещин. В определенных условиях образование технологических трещин ограниченной ширины допустимо, если обеспечено их закрытие при длительно действующей внешней нагрузке.

Предельному сжатию можно подвергать не всю продольную арматуру, а лишь ее часть. В элементах со смешанным армированием ненапрягаемую арматуру целесообразно принимать из стали невысоких классов, а напрягаемую — из высокопрочной стали с предельным уровнем предварительного сжатия. Соотношение усилий в напрягаемой и ненапрягаемой арматуре устанавливают из условия обеспечения требуемой трещиностойкости элемента при передаче растягивающих усилий на бетон и ненапрягаемую арматуру.

Прочность центрально сжатого элемента с предварительным сжатием продольной арматуры (если пренебречь растягивающими усилиями в ненапрягаемой арматуре от необратимых деформаций растянутого бетона)

$$N = N_c + P_c = R_b A + \epsilon_u (E_s A_s + E_{sc} A_{sc}) + \sigma_{sp,c} A_{sc}, \quad (1)$$

где  $P_c = \sigma_{sp,c} A_{sc} A$ ,  $A_s$ ,  $A_{sc}$  — площадь сечения бетона, ненапрягаемой и преднапряженной арматуры;  $E_s$ ,  $E_{sc}$  — модуль упругости ненапрягаемой и преднапряженной арматуры;  $\epsilon_u$  — предельная сжимаемость бетона;  $\sigma_{sp,c}$  — предварительные сжимающие напряжения.

Таким образом, прочность элемента с предварительно сжатой арматурой больше, чем элемента без преднапряжения на величину усилия  $P_c$ , погашающего предварительные растягивающие напряжения в бетоне и ненапрягаемой арматуре. В предварительно сжатой арматуре предельные сжимающие напряжения при разрушении элемента  $\epsilon_u E_{sc} + \sigma_{sp,c} = R_{sc} + \sigma_{sp,c}$ , т. е. повысятся на величину предварительного сжатия, что позволяет уменьшить ее сечение на  $[\sigma_{sp,c} / (R_{sc} + \sigma_{sp,c})]$  100%.

Для исключения образования трещин величина предварительных растягивающих усилий должна быть ограничена. При заданном проценте армирования эле-

мента со всей предварительно сжатой симметрично расположенной арматурой для этого необходимо обеспечение условия

$$\sigma_{sp,c} \leq R_{bt,ser} \left( \frac{1}{\mu_c} + 2 \alpha \right). \quad (2)$$

Пример. Для короткой колонны сечением 40×40 см из бетона прочностью 40 МПа с арматурой 4 Ø 18 Ат-VI ( $\mu = 0,64\%$ )  $\sigma_{sp,c} = 300$  МПа из условия (2). Если принять  $R_{sc} = 500$  МПа, то сечение арматуры вследствие предварительного сжатия можно уменьшить на 37,5%, а при  $R_{sc} = 400$  МПа — на 42,9%.

Со снижением процента армирования эффект возрастает. Для аналогичного элемента, но с арматурой 4 Ø 16 Ат-VI ( $\mu = 0,5\%$ ) по формуле (2)  $\sigma_{sp,c} = 381$  МПа, а экономия стали при  $R_{sc} = 400$  и 500 МПа составит 43,2 и 48,8%.

В Ростовском инженерно-строительном институте и Ростовском ПромстройНИИпроекте разработано несколько способов изготовления железобетонных элементов, предусматривающих предварительное сжатие продольной арматуры до бетонирования. После набора бетоном достаточной прочности предварительно сжатую арматуру освобождают от закреплений в упорах и она передает на бетон растягивающие напряжения, так как при этом сцепление арматуры с бетоном не нарушается.

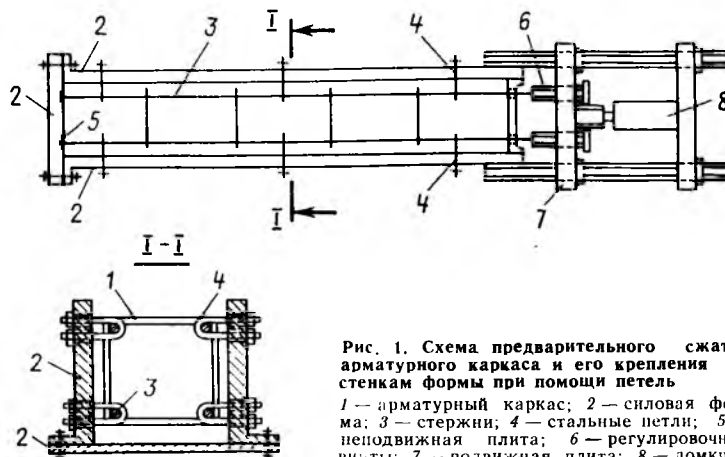


Рис. 1. Схема предварительного сжатия арматурного каркаса и его крепления к стенкам формы при помощи петель  
1 — арматурный каркас; 2 — силовая форма; 3 — стержни; 4 — стальные петли; 5 — неподвижная плита; 6 — регулировочные винты; 7 — подвижная плита; 8 — домкрат

Основная трудность выпуска элементов с предварительно сжатой продольной арматурой и предварительно растянутым бетоном заключается в обеспечении устойчивости арматурных стержней при предварительном сжатии. Для этого отдельные стержни из высокопрочной арматурной стали объединяют в пространственные каркасы замкнутыми хомутами, устанавливаемыми с обычным шагом. Высокопрочные стержни, располагаемые в местах перегиба хомутов, привязывают проволокой или приваривают.

При первом способе арматурный каркас закрепляют к бортам силовой формы стальными петлями, свободно перемещающимися в овальных отверстиях бортов (рис. 1). После этого концы петель либо отгибают, либо затягивают гайками. Петли располагаются вдоль арматурного каркаса с шагом, зависящим от его жесткости и величины сжимающего усилия. Закрепление арматурного каркаса к стенкам силовой формы со стальными петлями трудоемко и требует определенного расхода стали на остающиеся в бетоне петли.

Более рациональным является второй способ, при котором продольные стержни из высокопрочной стали привязывают петлями к стержням пространственного каркаса, поперечные стержни которого имеют выпуски (рис. 2). Подготовленный арматурный каркас устанавливают в форму-опалубку, к которой сверху на винтах прикрепляют пластины, располагаемые на расстоянии, равном шагу поперечной арматуры колонны.

Перед загрузкой колонны внешней нагрузкой в продольных стержнях из высокопрочной стали создают предварительные сжимающие напряжения, а в бетоне и продольных стержнях из обычной стали — предварительные растягивающие напряжения. Наличие каркаса из обычной стали, не подвергаемой предварительному сжатию, позволяет снизить потери преднапряжения от ползучести бетона и повысить предварительное растягивающее усилие, передаваемое на элемент при отпуске преднапряжения.

Для того, чтобы избежать вывода торцов поперечной арматуры на поверхность конструкции, предложен еще один способ, при котором устойчивость пространственного каркаса при предварительном сжатии обеспечивается инвентарными штырями многократного пользования, покрытыми смазкой для предотвращения сцепления с бетоном.

Предложенные способы проверены при изготовлении колонн с предварительно сжатой арматурой в лабораторных условиях. На Ростовском комбинате строительных материалов испытали более 40

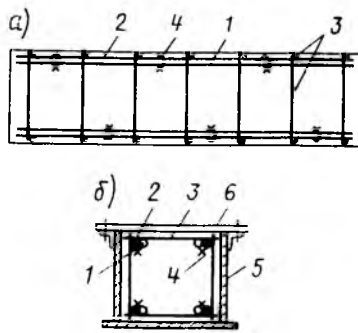


Рис. 2. Способ обеспечения устойчивости арматурного каркаса при его предварительном сжатии с помощью выпусков поперечной арматуры

а — арматурный каркас в плане; б — размещение каркаса в форме-опалубке: 1 — стержни из высокопрочной стали; 2 — стержни пространственного каркаса; 3 — поперечные стержни; 4 — петли; 5 — форма-опалубка; 6 — пластины

железобетонных колонн с предварительно сжатой арматурой класса Ат-VI, в результате чего подтверждена их высокая эффективность\*. Предельные напряжения в предварительно сжатых стержнях

\* Маляев Д. Р., Мединский В. Л., Азизов А. Г. Повышение эффективности использования высокопрочной стержневой арматуры в сжатых железобетонных элементах // Всесоюз. совещ. «Новые виды арматуры и ее сварка»: Тез. докл. — М., 1982. — С. 279—282.

УДК 624.156:624.042.5

М. Ю. НИКОЛАЕВСКИЙ, канд. техн. наук (ВНИИГС)

## Влияние температурного режима свайных ростверков на их напряженное состояние

В настоящее время в промышленном, гражданском и гидротехническом строительстве более 15% сооружений, для которых необходимы фундаментные плиты, возводят на свайных фундаментах с массивными, развитыми в плане железобетонными ростверками (высотные здания, дымовые трубы, турбоагрегаты, оборудование атомных станций, опоры мостов).

Натурными исследованиями свайных фундаментов, выполненными ВНИИГС [1] установлено, что фактические усилия в сваях и напряжения в ростверках, их распределение в конструкции и изменение во времени не могут быть объяснены действием только внешних (силовых) нагрузок, и что весьма значительно на напряженно-деформированное состояние системы «свая — рост-

при разрушении колонн оказались в 1,5... ..2 раза больше, чем при отсутствии преднапряжения, что позволяет почти во столько же раз уменьшить сечение продольной арматуры. Поскольку основная часть разрушающего усилия в железобетонных колоннах приходится на бетон, прочность колонн при предварительном сжатии арматуры возрастает меньше. Прирост прочности увеличивается с повышением процента армирования, класса арматуры и уровня предварительного сжатия. В центрально сжатых колоннах прочность возрастала на 8%.

Колонны с предварительно сжатой арматурой целесообразно использовать при расположении равнодействующей внешних сжимающих усилий в пределах ядра сечения, особенно при центральном сжатии.

### Выводы

Предварительное сжатие продольной арматуры позволяет значительно увеличить суммарные напряжения в арматуре при разрушении колонн и повысить эффективность использования стержневой высокопрочной арматуры.

Предложены способы, обеспечивающие устойчивость арматурных стержней при предварительном сжатии.

верк» влияют температурные воздействия строительного и эксплуатационного периодов.

В последнее время появились предложения по учету температурных воздействий при расчете свайных фундаментов [2, 3]. В этих работах приведены методики расчета усилий в сваях, возникающих от изменения линейных размеров ростверка, являющихся результатом изменения его температуры, причем предполагается, что распределение температуры по толщине и длине постоянно. Сопротивлением свай температурным деформациям плиты при этом пренебрегают.

Учитывая недостаточную изученность вопроса, а также отсутствие обоснованных нормативных документов, ВНИИГС исследовал свайные фундаменты с мас-



сивными железобетонными ростверками размерами в плане 34,5×9,9 м (опора плавдока), 8,8×7,2 м (два одностопных фундамента под колонны) и 19×3 м (часть фундамента 25-этажного здания), толщиной 2...3, 3 и 2,2 м. Ростверки бетонировали при отрицательной температуре.

В таблице приведены данные наблюдений за температурным состоянием ростверков, напряжениями в арматуре свайных фундаментов под колонны, конструкция которых показана на рис. 1. При этом установлено, что температурное состояние ростверков в строительный период (50 сут) изменяется в достаточно большом диапазоне. Так, средняя температура ростверков за время наблюдений повысилась на 25...35°C и достигала 35...45°C, а затем в течение 50 сут снизилась на 30...37°C; средний температурный перепад по толщине изменился на 30°C.

В ходе экспериментов отмечено появление в контрольных сваях осевых усилий, которые весьма интенсивно увеличивались в первые 10...15 сут после окончания бетонирования ростверков без приложения внешних нагрузок к фундаментам. Наибольшие сжимающие усилия (540 кН) зафиксированы в сваях, расположенных в центральной части ростверка, а растягивающие усилия (до 200...250 кН) — в крайних сваях.

Появление значительных осевых усилий в сваях, соизмеримых в некоторых случаях с усилиями от внешних нагрузок, объясняется прогибом свайного ростверка, обусловленным изменением температурного перепада по толщине. После затухания экзотермического процесса в бетоне ростверка характер распределения осевых усилий в сваях фундамента сохраняется, хотя усилия снижаются примерно на 50...60%.

Наряду с появлением осевых усилий в сваях зафиксированы значительные растягивающие напряжения в верхней арматуре свайных ростверков, которые достигали 45...105 МПа. После стабилизации температурного состояния ростверка напряжения в арматуре уменьшились до 40...65 МПа и в дальнейшем практически не изменились.

Анализ опытных данных позволил сделать вывод, что появление значительных температурных напряжений в ростверке обусловлено следующими факторами:

изменение среднего температурного перепада по толщине ростверка, связанного с грунтом сваями, вызывает растягивающие напряжения в верхних слоях и равные им по абсолютной

Возраст бетона ростверка, сут	$T_{cp}, ^\circ C$	$2\Delta T, ^\circ C$	Характеристики бетона по данным [4]		Напряжения в арматуре, МПа, в створе			
			$E_{упр} (t) \times 10^{-3}, \text{ МПа}$	$c (t, \tau) \times 10^6, \text{ МПа}^{-1}$	$C_1$		$C_2$	
					$\sigma_a^x$	$\sigma_a^y$	$\sigma_a^z$	$\sigma_a^y$
0	10,0 10,0	0	—	—	0	0	0	0
3	35,0 47,0	11,0 13,0	12,0	4,2	25,2/9,0 -/17,6	40,5/6,7 -/20,2	28,2/-0,6 -/14,1	18,3/2,2 —
5	35,0 42,5	5,8 1,0	17,0	3,2	32,7/3,8 74,5/18,3	37,4/4,0 84,0/22,3	40,9/-0,4 74,5/15,7	45,8/2,1 105,2/-
10	30,0 34,5	0,3 -9,0	20,5	3,0	30,0/-4,0 58,4/6,9	29,3/-0,5 76,5/17,2	34,0/-1,8 58,4/13,0	44,4/-3,8 88,6/-
30	10,0 16,0	-9,6 -11,0	25,0	2,9	34,4/-6,1 36,7/11,0	32,5/-4,2 51,6/15,9	35,8/-3,7 36,7/21,9	48,7/-3,3 62,8/-
50	6,0	-6,0	27,0	2,9	38,5/-4,5 36,8/17,4	35,0/3,6 51,0/19,8	33,5/2,6 36,8/25,8	45,7/2,0 62,7/-

Примечания: 1. Над чертой — фундамент I, под чертой — фундамент II; перед чертой — напряжения в верхней арматуре, после черты — в нижней.

2.  $\sigma_a^x, \sigma_a^y$  — напряжения в арматуре, расположенной вдоль осей  $x$  и  $y$  (см. рис. 1).

3. + — растяжение; — — сжатие.

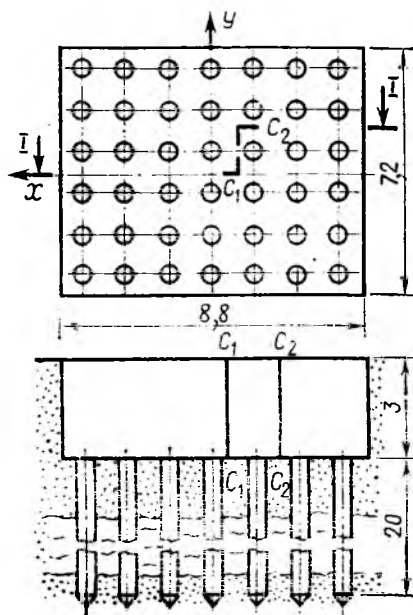


Рис. 1. Конструкция свайного фундамента под колонну

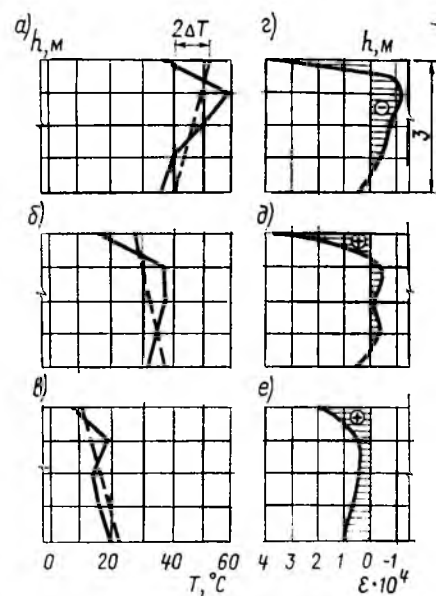


Рис. 2. Эпюры распределения температуры  $T$  и температурных деформаций  $\epsilon$  бетона по толщине ростверка  $h$

$a, \epsilon$  — 3;  $b, \delta$  — 10;  $c, \theta$  — 30;  $e$  — 20 сут. Эпюра температурных деформаций представлена по показаниям арматурных динамометров — фактическая температура бетона ростверка; — — средний перепад температуры по толщине ростверка

величине сжимающие напряжения в нижних слоях;

нелинейное распределение температуры по толщине ростверка приводит к возникновению сжимающих напряжений в более разогретых средних слоях, а растягивающих — в более холодных нижних, особенно, в верхних (рис. 2);

общее остывание бетона лишь частично уменьшает линейные размеры ростверка, так как этому препятствуют сваи, имеющие поперечную жесткость, что вызывает появление растягивающих усилий в ростверке;

различная скорость остывания центра и краев ростверка вызывает появление растягивающих напряжений в центре ростверка по всей толщине.

Данные натурных исследований позволили обосновать расчетную схему свайного ростверка, подверженного температурным воздействиям. Решение было сведено к известной задаче термоупругости о напряженно-деформированном состоянии упругого тела под действием фиктивных поверхностных и объемных сил, пропорциональных температуре поверхности и градиенту температур в ростверке. При разра-

ботке методики расчета учтено изменение во времени упруго-мгновенных свойств бетона ростверка и ползучести.

Учитывая изложенное, расчетная схема свайного ростверка представляла собой изотропную плиту, лежащую на упруго-податливых опорах и имеющую эффективный модуль деформации, возрастающий в зависимости от возраста бетона [4]

$$E_{эф}(t) = \frac{E_{упр}(t)}{1 + E_{упр}(t) c(t, \tau)}, \quad (1)$$

где  $E_{упр}(t)$  — модуль упруго-мгновенной деформации бетона в возрасте  $t$ ;  $c(t, \tau)$  — мера ползучести бетона в возрасте  $t$  от нагрузки, действующей с момента времени  $\tau$ .

Задача была решена шаговым методом, позволяющим учитывать изменение во времени эффективного модуля деформации бетона, температурно-госостояния ростверка и податливости свай. Численная реализация осуществлена методом конечных элементов с применением прикладных программ «Лира», разработанных НИИАС.

Анализом расчетов установлена необходимость учета при оценке термонапряженного состояния свайных фундаментов упруго-мгновенных свойств бетона ростверка и его ползучести.

С учетом результатов расчетных и натуральных исследований разработана также инженерная методика оценки термонапряженного состояния свайных фундаментов, позволяющая производить расчеты без использования мощных ЭВМ.

Из ростверка выделяли полосы и рассматривали их как балки на упруго-податливых опорах, имеющие горизонтальную и вертикальную податливость, причем вертикальная податливость меняется в зависимости от знака нагрузки (вдавливание, выдергивание). Температурные воздействия сводились к изменению среднего перепада температуры по толщине ростверка и средней температуры ростверка.

В результате получены формулы для определения осевых и горизонтальных усилий в головах свай, изгибающие моменты и нормальные усилия в ростверке.

Температурные напряжения в верхних и нижних волокнах бетона ростверка

$$\left. \begin{aligned} \sigma_k^B &= \frac{N_k^T}{F} + \frac{M_k^T}{W} + \sigma_k^B + \sigma''; \\ \sigma_k^H &= \frac{N_k^T}{F} - \frac{M_k^T}{W} + \sigma_k^H + \sigma'', \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

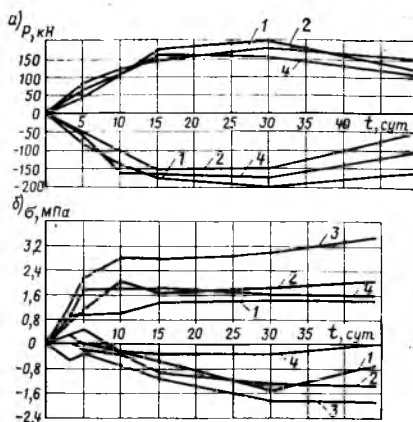


Рис. 3. Графики изменения осевых усилий в центральной и угловой сваях (а) и напряжений в верхних и нижних волокнах бетона ростверка (б) фундамента под колонну по результатам расчетов и натуральных наблюдений 1<sub>к</sub> — по инженерной методике; 2 — по методу конечных элементов с учетом ползучести бетона ростверка; 3 — то же, без учета ползучести бетона ростверка; 4 — по результатам натуральных наблюдений

где  $N_k^T$ ,  $M_k^T$  — температурные нормальные усилия и изгибающие моменты в балке, выделенной из ростверка в сечении  $K$ ;  $F$ ,  $W$  — площадь и момент сопротивления поперечного сечения балки в сечении  $K$ ;  $\sigma_k^B$  — поправка, учитывающая неравномерность, т. е. отличие от линейного характера распределения температуры по толщине балки:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_k^B &= \alpha E_{эф}(t) \left[ \left( T_k^{cp} + \frac{2 \Delta T_k}{2} \right) - T_k^B \right]; \\ \sigma_k^H &= \alpha E_{эф}(t) \left[ \left( T_k^{cp} - \frac{2 \Delta T_k}{2} \right) - T_k^H \right], \end{aligned} \right\}$$

причем  $T_k^{cp}$ ,  $2\Delta T_k$  — средняя температура и перепад температуры по толщине балки на участке  $K$ ;  $T_k^B$ ,  $T_k^H$  — температура верхних и нижних волокон балки;  $\sigma''$  — поправка, учитывающая появление растягивающих напряжений в центре ростверка вследствие различной скорости остывания его центра и краев:

$$\sigma'' = - \frac{\alpha E_{эф}(t) \Delta T''}{3},$$

где  $\Delta T''$  — разница изменения средних температур центра и края ростверка.

Сопоставление некоторых результатов расчетов свайного фундамента под колонну, выполненных с использованием метода конечных элементов и инженерной методики, с данными натуральных исследований (рис. 3) показало удовлетворительное совпадение.

Неучет ползучести бетона при расчете термонапряженного состояния свайных ростверков приводит к завышению расчетных растягивающих напряжений в 1,5... 2 раза.

Исследованиями установлено, что правильное определение температурных напряжений в сваях и ростверке имеет важное значение при оценке прочности, трещиностойкости и надежности сооружений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаевский М. Ю. Температурные напряжения в сваях и массивном монолитном ростверке // Монтажные и специальные строительные работы. — М., 1983. — 30 с. — (Сер. Специальные строительные работы: Науч.-техн. реф. сб. / ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, № 7).
2. Завриев К. С., Шлиро Г. С. Расчет ростверков из свай-оболочек на действие температуры // Исследование несущей способности оснований и фундаментов глубокого заложения // Труды ин-та / ЦНИИС. — М.: Транспорт, 1971. — Вып. 78. — С. 93—100.
3. Рекомендации по расчету железобетонных свайных фундаментов, возводимых на вечноммерзлых грунтах, с учетом температурных и влажностных воздействий // Тр. ин-та / НИИЖБ. — М.: Стройиздат, 1981. — 47 с.
4. Васильев П. И. Практические задачи ползучести бетонных и железобетонных конструкций // Изв. вузов. Сер. Стр.-во и архитектура. — 1976. — № 12. — С. 3—14.

#### На ВДНХ СССР

### Самоанкерующиеся болты

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» НИИЖБ представляет самоанкерующиеся болты с малой глубиной заделки для крепления строительных конструкций и оборудования к фундаментам.

НИИЖБ разработал два основных типа болтов: 1 тип — болты, крепление которых осуществляется путем зачеканки скважин цементным раствором; 2 тип — болты, крепление которых осуществляется распорными цапгами. Оба типа имеют конический хвостовик в нижней части болта и резьбовую нарезку в верхней.

Применение анкерных болтов позволяет сократить расход металла на 50... 60%, уменьшить высоту фундамента, если она зависит от глубины заделки болтов, отказаться от применения кондукторов, сократить сроки перестановки и монтажа оборудования и ввода в действие промышленных объектов, а также снизить трудоемкость и стоимость работ.

Анкерные болты предназначаются для крепления строительных конструкций и оборудования к бетонным и железобетонным основаниям. Их можно использовать во всех областях строительства. Особенно целесообразно их применение при реконструкции промышленных предприятий.

Болты изготавливают диаметром 10... 72, а также 125 мм. Глубина заделки болтов от 5 до 10 диаметров зависит от действующих нагрузок, класса бетона, места расположения и других факторов. Скважины под болты выполняют любым бурильным или сверлильным оборудованием. Расход стали изменяется в зависимости от диаметра болта.

## Развитие сельского домостроения в Московской области

В последние годы при строительстве сельских жилых домов усадебного типа широко применяют сборные железобетонные и бетонные конструкции. Их применение позволяет сократить сроки строительства, снизить трудоемкость возведения домов, перенести в заводские условия наиболее трудоемкие процессы. Без сборных железобетонных конструкций выполнить крупные объемы жилой застройки невозможно, поэтому необходимо развивать производственную базу для сельского домостроения. При этом важно ориентироваться на выпуск экономически эффективных конструкций не только на стадии их производства, но и при возведении домов. Опыт усадебного домостроения в Московской обл. показывает, что в сельском строительстве можно использовать различные конструкции. Если в прошедшей пятилетке усадебные дома в Московской обл. возводили, в основном, из кирпича и керамзитобетонных панелей, то сейчас номенклатура конструкций расширилась. Получают применение газосиликатные блоки, монолитный бетон, панели из поризованного арболита. Последние представляют собой две тонкие железобетонные скорлупы с заполнением пространства между ними древесными отходами с цементным вяжущим. Из табл. 1 видно, что внедрение новых конструкций повышает эффективность их производства и применения при возведении сельских жилых домов усадебного типа.

Приведенные данные рассчитаны по проектам, привязанным к условиям строительства в Московской обл. Поскольку дома построены в колхозах и совхозах различных районов области, то стоимость их отражает фактически затраты на строительство с учетом привязки. Дифференциация стоимости стеновых конструкций различных видов позволила перейти к реконструкции производственной базы сельского строительства в Московской обл. Преимущественное развитие по-

Таблица 1

Конструкция стен	Стоимость, р.	
	1 м <sup>2</sup> стены	1 м <sup>2</sup> общей площади
Керамзитобетонные панели	29,7	48,9
Эффективный кирпич	26,1	39,7
Панели из поризованного арболита	21,1	39,2
Монолитный бетон	20,5	29,8
Газосиликатные блоки	13,9	23,5

Таблица 2

Конструкции перекрытия	Стоимость, р.	
	1 м <sup>2</sup> перекрытия	1 м <sup>2</sup> общей площади
Многopusотные плиты	13,3	15,8
	13,8	15,2
Плиты из поризованного арболита	12,8	15,1
	13,3	14,6
Железобетонные сплошные плиты	10,3	12,2
	9,9	11,0
Деревянные щиты	—	—
	7,4	8,1

Примечание. Над чертой — для цокольного перекрытия, под чертой — для чердачного.

лучает производство панелей из поризованного арболита и газосиликатных блоков. Проводится реконструкция Дмитровского и Домодедовского заводов ЖБК для расширения производства конструкций из поризованного арболита и Ступинского завода ЖБК для выпуска газосиликатных блоков. После реконструкции заводов удельный вес строительства усадебных домов из более эффективных конструкций возрастет до 25% ввода общей площади. Экономический эффект от изменения структуры производства и применения стеновых конструкций домов составит около 2 млн. р. Ведутся работы по созданию новых стеновых конструкций.

Существенным фактором повышения эффективности производства и применения строительных конструкций является выбор фундаментов рационального типа. Совершенствование конструктивных решений позволило отказаться от железобетонных блоков для

устройства ленточных фундаментов. В настоящее время применяют столбчатые фундаменты, буронабивные сваи и малозаглубленный фундамент. Их стоимость в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади дома составила соответственно 15,8; 9,6 и 5,8 р.

Анализ проектов сельских домов усадебного типа и опыт их строительства в совхозах и колхозах области показали, что наиболее массовое применение получили фундаменты из буронабивных свай. Следующими по степени распространения являются малозаглубленные фундаменты. Удельный вес применения столбчатых фундаментов невелик.

Значительно расширена номенклатура конструкций для устройства перекрытий. Ранее применяемые железобетонные многopusотные плиты и деревянные щиты теперь строители могут заменять перекрытиями из плит на поризованном арболите или из железобетонных сплошных тонких плит. В табл. 2 приведена стоимость перекрытий различных видов, применяемых в области для сельского жилищного строительства.

Хотя деревянные щиты наиболее экономичны по стоимости, по трудоемкости они уступают остальным видам перекрытий. Кроме того, Московская обл. ограничена поставками леса, поэтому деревянные щиты применяют в домах определенных типов. Эффективна замена многopusотных плит сплошными меньшей толщины. При этом не нарушаются комплекты поставки конструкций для усадебных домов.

Среди конструктивных решений перегородок наиболее эффективны гипсобетонные. Если принять стоимость 1 м<sup>2</sup> перегородок за 100%, то железобетонные составят 124, деревянные — 153, кирпичные — 62%. Однако трудоемкость их возведения уступает гипсобетонным. В расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади соотношение стоимости перегородок из различных материалов не изменяется. В последнее время экспе-

риментируется возведение перегородок из монолитного бетона. Опыт строительства домов усадебного типа в сельской местности показывает, что наиболее часто применяют гипсобетонные конструкции.

В настоящее время в Московской обл. применяют скатные крыши. Из-за недостатка древесины при устройстве крыши используют железобетонные конструкции, в частности оборные железобетонные изделия для устройства стропил. Стоимость крыши и кровли в расчете на 1 м<sup>2</sup> конструкции составляет 24 р., а на 1 м<sup>2</sup> общей площади дома — 40 р. По сравнению с аналогичной крышей, выполненной по деревянным стропилам, сборные железобетонные изделия дороже, однако имеют преимущества в условиях дефицита древесины в данном регионе. При строительстве домов из керамзитобетона повышается комплектность поставок конструкций и технологичность монтажа.

Снизить стоимость сельского домостроения можно путем применения более эффективных материалов для благоустройства жилых домов. В доме усадебного типа применяют различные виды покрытия дорожек, площадок, тротуаров. При устройстве дорожек и площадок из железобетонных плит стоимость 1 м<sup>2</sup> покрытия составляет 16 р., а при использовании асфальтобетона — 12 р. При выполнении тротуаров из асфальтобетона отказ от применения бордюра позволит сэкономить 4 р. на 1 м<sup>2</sup> покрытия, а замена асфальтобетонного покрытия асфальтовым — 5 р. В целом, применение более экономичных видов покрытия дорожек, площадок, тротуаров может снизить стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади на 14 р. При устройстве ограждения усадебного дома также можно значительно уменьшить стоимость выбором более эффективных материалов. Так, при замене ограды из керамических блоков железобетонной стоимость 1 пог. м ограждения снижается в 2 раза и в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади дома — на 5 р.

## Вопросы экономики

УДК 69.002.2.003.13

Ю. М. КАРЕТНИКОВА, канд. экон. наук

### Формирование и использование фондов экономического стимулирования

Введенные на предприятиях сборного железобетона с 1 января 1987 г. новые условия хозяйствования предусматривают существенные изменения в системе формирования и использования фондов экономического стимулирования.

Фонд материального поощрения предприятиями сборного железобетона образуется на очередной год, исходя из его размера, определенного по плану базового года, и суммы прироста, исчисленной по нормативам за каждый пункт (процент) прироста прибыли по сравнению с плановой прибылью базового года. Фонд материального поощрения образуется также за счет дополнительной прибыли, фактически полученной предприятием за счет поощрительных надбавок к оптовым ценам на продукцию с государственными Знаком качества.

Для усиления зависимости материального стимулирования работников от конечных результатов деятельности трудовых коллективов по увеличению выпуска высокоэффективной продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления предприятиям разрешается создавать единый фонд материального поощрения формируемый за счет средств фонда материального поощрения и средств, предназначенных в соответствии с действующим законодательством на премирование, кроме премий, выплачиваемых из фонда заработной платы и предусмотренных нормативными документами. Конкретные размеры средств единого фонда материального поощрения по направлениям его использования определяют трудовые коллективы. Значительную часть средств фонда рекомендуется направлять на стимулирование работ по ускорению научно-технического прогресса, повышению качества изделий, выпуску продукции на современном техническом уровне.

При временном ухудшении показателей работы производственных объединений (предприятий) сборного железобетона, например при массовом

освоении новой высокоэффективной продукции, уменьшение фонда заработной платы и фонда материального поощрения компенсируется за счет соответствующих централизованных фондов и резервов строительных министерств.

Устанавливается, что для повышения ответственности производственных объединений (предприятий) за качество поставляемой строительным организациям продукции затраты на исправление дефектов возмещаются за счет фонда материального поощрения поставщиков. При возврате предприятиям сборного железобетона продукции из-за низкого ее качества отчисления в фонд материального поощрения уменьшаются до 5% за каждый 1% возвращенной некачественной продукции из общего объема ее производства. Затраты по исправлению дефектов и санкции за низкое качество продукции не могут превышать 20% планового фонда материального поощрения предприятий-поставщиков.

Фонд развития производства создается за счет: отчислений от прибыли по нормативам, установленным в процентах к ней; амортизационных отчислений, предназначенных для полного восстановления основных фондов, по нормативам, установленным в процентах к этой части амортизационных отчислений; выручки от реализации вышедшего и излишнего имущества, числящегося в составе основных фондов, за вычетом расходов, связанных с ликвидацией этого имущества.

Нормативы образования фонда развития производства устанавливаются министерствам (ведомствам) стабильными на пятилетие одновременно с утверждением пятилетнего плана экономического и социального развития страны, определяются они в зависимости от уровня использования основных производственных фондов и результатов хозяйственной деятельности. В соответствии с установленными стабильными нормативами образования фонда развития производства строи-

тельные министерства (ведомства) по согласованию с соответствующими комитетами профсоюзов разрабатывают и утверждают стабильные на пятилетие (с распределением по годам) нормы образования фонда развития производства подведомственных предприятий оборного железобетона. Установленные в пятилетнем плане строительным министерствам (ведомствам) нормы образования фонда развития производства эти министерства (ведомства) могут дифференцировать подведомственным предприятиям оборного железобетона в зависимости от предусмотренных планом заданий технического перевооружения и реконструкции, с учетом достигнутого уровня использования производственных фондов, степени их износа или других показателей, характеризующих состояние основных производственных фондов.

Для расширения возможностей предприятий оборного железобетона в обновлении основных производственных фондов за счет собственных средств и кредитов банка руководителям предоставляется право использовать средства фонда развития производства на финансирование затрат: по техническому перевооружению и реконструкции действующих предприятий; по подготовке выпуска новой техники и внедрению прогрессивных технологических процессов; по устранению узких мест в основном и вспомогательном производствах, расширению выпуска товаров народного потребления, повышению качества продукции, росту производительности труда, снижению себестоимости продукции.

Руководителям предприятий оборного железобетона разрешается перераспределять средства фонда развития производства и единого фонда развития науки и техники, выделенные в их распоряжение, между указанными фондами.

При недостатке средств фонда развития производства Стройбанк СССР может предоставлять предприятиям в пределах плана долгосрочного кредитования кредиты: на плановые затраты, связанные с техническим перевооружением и реконструкцией, при условии окупаемости капитальных вложений в пределах среднеотраслевых нормативов, а также на проведение высокоэффективных мероприятий по техническому перевооружению (потребность в которых возникает в ходе выполнения плана) сверх лимита государственных капитальных вложений при окупаемости затрат в срок до 5 лет.

Погашение кредитов банка осуще-

вляется за счет средств фонда развития производства.

Производственным объединениям (предприятиям) оборного железобетона предоставляется право за счет части амортизационных отчислений, предназначенных на капитальный ремонт, осуществлять дополнительные затраты на техническое перевооружение основных фондов сверх предусмотренных планом лимитов государственных централизованных капитальных вложений.

Средства фонда развития производства изъяты у предприятий оборного железобетона не подлежат и могут накапливаться на последующие плановые периоды. Указанные средства хранятся и используются в учреждениях банков, которые осуществляют финансирование капитального строительства. Свободные средства этого фонда могут временно использоваться банками для выдачи кредитов другим предприятиям на техническое перевооружение и реконструкцию их производства. За использование средств фонда развития производства производственных объединений (предприятий) банк выплачивает им 0,5% годовых.

Средства фонда развития производства используются предприятиями оборного железобетона самостоятельно.

Предприятия разрабатывают и утверждают планы технического перевооружения производства за счет средств указанного фонда. Они представляют министерству данные об объемах капитальных вложений (в том числе на строительномонтажные работы) на техническое перевооружение и предложения об объемах подрядных работ для его осуществления, а также сводные технико-экономические показатели, характеризующие их эффективность. Указанные капитальные вложения (в полном объеме как нецентрализованные) строительные министерства представляют в Госплан СССР вместе с проектом плана централизованных капитальных вложений для учета при подготовке проектов планов.

Для повышения самостоятельности и ответственности предприятий оборного железобетона за техническое совершенствование основных фондов устанавливается: затраты на техническое перевооружение за счет средств фонда развития производства предусматриваются в составе государственных капитальных вложений и выделяются в плане отдельно как централизованные наряду с централизованными капитальными вложениями.

При сметной стоимости мероприятий,

предусмотренных планом технического перевооружения, в размере 2,5 млн. р. и выше министерства рассматривают планы технического перевооружения производственных предприятий, оценивают их качество, эффективность, своевременность и возможность осуществления в намечаемые сроки, а также соответствие предусмотренных в них заданий общему направлению развития промышленности и принимая соответствующие решения.

Плановый размер фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства производственных объединений (предприятий) оборного железобетона на очередной год образуется, исходя из размера этого фонда, определенного по плану базового года, и суммы прироста (снижения) фонда, рассчитанной по нормативу в размере 4% за каждый 1% прироста (снижения) производительности труда, исчисленного нарастающим итогом к базовому году.

Производственным объединениям (предприятиям) предоставляется право самостоятельно решать направления использования фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства с обсуждением их в трудовых коллективах. При этом рекомендуется не менее 50% средств фонда направлять на строительство жилых домов и других объектов социального назначения. Руководителям производственных предприятий разрешается при разработке пятилетних и годовых планов направлять с согласия трудовых коллективов часть средств фонда материального поощрения в фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства для использования на финансирование строительства жилых домов и других объектов социального назначения. Материальные ресурсы и объемы подрядных работ, необходимые для осуществления мероприятий за счет этого фонда, предусматриваются в плане в полном объеме и отражаются отдельно. Капитальные вложения, финансируемые за счет средств фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства, строительными министерствами предусматриваются в составе государственных капитальных вложений и выделяются в плане отдельно, как нецентрализованные с обеспечением материальными ресурсами и лимитами подрядных работ в порядке, установленном для государственных централизованных капитальных вложений. Средства указанного фонда, накопленные предприятиями, изъяты не подлежат. При не-

достатке средств в фонде социально-культурных мероприятий и жилищного строительства у предприятий, которые наращивают выпуск продукции за счет проведения технического перевооружения и реконструкции производственных объектов, учреждениям банков разрешается выдавать им долгосрочный кредит в размере до 50% стоимости строительства жилых домов, детских дошкольных учреждений на срок до 6 лет. Погашение кредитов банков осуществляется за счет средств этого фонда.

Работы по техническому перевооружению и реконструкции действующих предприятий и по строительству жилых домов и других объектов непроизводственного назначения за счет средств фонда развития производства и фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства могут осуществляться подрядным либо хозяйственным способами.

Строительные министерства при разработке проектов планов капитального строительства обеспечивают перво-

очередное включение в них работ по техническому перевооружению и реконструкции действующих предприятий, а также строительству объектов непроизводственного назначения, осуществляемому за счет фонда развития производства, социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

Разработка планов материально-технического снабжения предприятий сборного железобетона осуществляется строительными министерствами при первоочередном рассмотрении их потребности в материально-технических ресурсах на техническое перевооружение и реконструкцию производства, а также строительство объектов непроизводственного назначения за счет средств фонда развития производства, фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства и кредитов банка. Потребности предприятий полностью обеспечиваются материально-техническими ресурсами на основании проектно-сметной документации.

Для стимулирования решения сложных технических проблем, для ускоренного выполнения работ по техническому перевооружению, осуществляемых в условиях действующего производства, а также по строительству объектов непроизводственного назначения руководителям предприятий сборного железобетона разрешено передавать с согласия трудовых коллективов часть средств фонда развития производства, фонда материального поощрения и фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства предприятиям-смежникам, строительным и научно-исследовательским организациям.

При анализе работы предприятий сборного железобетона в новых условиях хозяйствования будут выявлены направления совершенствования системы формирования и расходования фондов экономического стимулирования для усиления их заинтересованности в конечных результатах строительства.

УДК 69.003:658.53:691.014.18

В. И. СУКОВАТОВ, инж. (КузНИИшахтострой)

## Промышленности сборного железобетона — нормативную базу по затратам труда

Совершенствование организации труда с целью повышения его производительности при выпуске продукции невозможно без научно обоснованных норм времени на ее изготовление. К сожалению, в промышленности сборного железобетона нет научно обоснованных нормативов времени на изготовление железобетонных изделий.

Согласно действующим ЕНиР нормы и расценки применяются при изготовлении железобетонных изделий в подсобно-вспомогательных производствах, на полигонах и в прочих хозяйственных организациях. Но неизвестно, как использовать нормы и расценки труда на заводах сборного железобетона, находящихся на промышленном балансе.

В разработанных НИИ труда нормативах времени на производство железобетонных изделий [1] они рекомен-

дованы для применения на всех предприятиях, независимо от ведомственной принадлежности. В более позднем издании сборников [2] не оговаривается, что нормативы времени рекомендуются, но и не указывается, что они обязательны для применения на заводах сборного железобетона. В перечень руководящих документов в строительстве они не включены и, следовательно, обязательной силы не имеют [3].

В ранних изданиях сборников нормативов времени устанавливали разряд работы, но в последующих выпусках разряд работы не приводится, отсутствует методика определения расценки за работу, что затрудняет выявление уровня квалификации рабочих при выполнении той или иной операции.

В Кузбассе, на Урале и в других районах страны для определения тру-

доемкости изготовления железобетонных изделий на заводах сборного железобетона разрабатываются и применяются местные нормативы времени. Такие местные нормативы времени на выполнение технологических операций разрабатываются, как правило, с учетом фактически сложившейся организации труда, уровень которой на разных заводах различен, хотя затраты времени на выполнение технологической операции с использованием конкретного оборудования определяются в основном его параметрами. Например, производительность или затраты времени на единицу продукции правильно-отрезного станка при конкретной скорости подачи арматурной стали определенного диаметра одинакова на всех заводах, независимо от их географического местонахождения (например, в Сочи или в Воркуте). Поэтому местные нормати-



вы времени на 30...40%, а иногда и в несколько раз превышают аналогичные нормативы времени НИИ труда, что осложняет проведение сопоставительного анализа трудоемкости изделий различных заводов.

Отсутствие научно обоснованных норм и нормативов затрат труда на выполнение технологических операций при изготовлении железобетонных изделий не позволяет установить прогрессивный базовый показатель по оценке производительности труда, который служил бы надежным критерием оценки ее роста, затрудняет совершенствование организации труда на рабочих местах и технологических пределах.

Разработка научно обоснованных нормативов времени на выполнение технологических операций должна осуществляться не на основе средне-статистических данных заводов по производству сборного железобетона (хотя и лучших), а на базе типизации технологических операций. При этом имеется ввиду типизация средств технологического оснащения рабочего места для выполнения конкретной операции с различным уровнем ее механизации (ручная, механизированная, автоматизированная) и соответствующих им типовым решениям организации труда на рабочих местах (установление четких организационных форм, методов, приемов труда и др.). Следовательно, разработка типовых решений организации рабочих мест для выполнения типовых технологических операций должна или предшествовать разработке научно обоснованных нормативов времени, или проводиться одновременно и взаимосвязанно.

Такая разработка актуальна еще и потому, что без нее практически невозможно на должном уровне проводить аттестацию рабочих мест. Карты типовых решений рабочих мест наравне с технологическими картами являются и средством организационного воздействия на производство. Кроме того, одним из пяти приоритетных направлений в области совершенствования и технического перевооружения производства, установленных комплексной программой научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 года является комплексная автоматизация, главная задача которой — создание и внедрение «... систем автоматизированного проектирования технологической подготовки производства...». Важнейшая задача технологической подготовки производства есть проектирование технологических процессов.

Создание и внедрение автоматизированного проектирования технологических процессов невозможно без типизации технологических процессов и их структурных элементов. Это еще раз указывает на возможность проблемы проектирования типовых решений рабочих мест как основу для создания автоматизированной системы проектирования технологических процессов, базы для разработки научно обоснованных нормативов времени, эталонов для аттестации рабочих мест и средства организационного воздействия на производство.

В КузНИИшахтострое проделана работа по типизации, классификации и проектированию типовых технологических операций (типовых решений рабочих мест).

На основе системно-структурного подхода, позволяющего рассматривать технологические линии как совокупности рабочих мест, а технологические процессы как совокупности технологических операций, разработаны классификатор [4] и методика проектирования типовых технологических операций [5]. Основные положения последней использованы во временных указаниях по проектированию типовых решений рабочих мест [6]. Классификатор содержит около 1000 технологических операций. При децентрализации проектирования типовых технологических операций каждый завод железобетонных изделий должен с привлечением большого числа инженерно-технических работников разрабатывать несколько сот технологических карт, что потребует значительных затрат времени и средств. Кроме того, качество технологических карт будет зависеть от уровня квалификации разработчиков.

В КузНИИшахтострое разработано 89 карт типовых технологических операций в производстве сборного железобетона [7], утвержденных Минуглепромом СССР.

Проектирование пакета карт типовых решений рабочих мест в производстве сборного железобетона должно осуществляться в общесоюзном масштабе с привлечением ведущих институтов — ВНИИжелезобетона, Индустстройпроекта и др., под общим методическим руководством ВНИПИтруда в строительстве, с одновременной разработкой научно обоснованных нормативов времени на выполнение технологических операций.

#### Выводы

Карты типовых решений рабочих мест (технологических операций) являются:

эталоном при аттестации рабочих мест;

средством организационного воздействия на процесс изготовления железобетонных изделий;

базой для разработки научно обоснованных нормативов времени на выполнение технологических операций в производстве сборного железобетона; основой для перехода к автоматизированному проектированию технологических процессов, поскольку его сущность сводится к выбору из фонда информации карт типовых решений рабочих мест, входящих в конкретный технологический процесс, и организация развития процесса во времени и в пространстве.

Необходимо разработать комплексную программу по теме: «Совершенствование организации рабочих мест и научно обоснованное нормирование затрат времени на выполнение типовых технологических операций в производстве сборного железобетона».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нормативы времени на производство железобетонных изделий и конструкций касетным способом на заводах сборного железобетона. — М.: НИИ труда, 1980. — 23 с.
2. Нормативы времени на арматурные работы для производства железобетонных изделий и конструкций. — М.: НИИ труда, 1982. — 54 с.
3. Перечень нормативных документов и государственных стандартов, утвержденных Госстроем СССР, а также министерствами и ведомствами по согласованию с Госстроем СССР (по состоянию на 1 января 1983 г.). — М.: Стройиздат, 1986. — 84 с.
4. Классификатор технологических операций в производстве сборного железобетона. Кемерово, 1979. — 68 с.
5. Руководство по разработке карт типовых технологических операций в производстве сборного железобетона. Кемерово, 1978. — 23 с.
6. Временные методические указания по разработке типовых решений рабочих мест на предприятиях сборного железобетона. — М.: ВНИПИ труда, 1985. — 25 с.
7. Карты типовых технологических операций в производстве сборного железобетона. Альбомы I—IX. Кемерово, 1980. — 526 с.

## Новые изобретения

### № 10\*

А. с. 1296555 СССР, МКИ<sup>3</sup> С 04 В 40/00. **Способ приготовления строительной смеси**/Л. А. Малинина, К. М. Королев, Д. Х. Левшина и др. (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1296556 СССР, МКИ<sup>3</sup> С 04 В 40/00. **Установка для изготовления бетонных и железобетонных изделий**/А. В. Зыскин (СССР); ПТТ Оргдорстрой.

А. с. 1296696 СССР, МКИ<sup>3</sup> Е 04 В 1/38, 1/60. **Стыковое соединение трехслойных панелей**/Э. С. Михлин, В. А. Саат, П. И. Сорокин (СССР); ВПЭКТИ.

\* См: Открытия. Изобретения. — 1987.

УДК 69.024.81:539.4

В. А. КОЛТЫНЮК, канд. техн. наук (ЛенНИИпроект)

## Особенности расчета прочности по наклонным сечениям балок, расположенных под стенами

Балки, работающие на поперечный изгиб совместно с расположенными над ними стеновыми элементами, широко распространены в зданиях со свайными фундаментами (стена — балка ростверка), с каркасом нижних этажей (стена — ригель каркаса), с проемами и проездами (стена — перемычка) и др.

В настоящее время влияние стены на работу такой балки оценивают только при определении воздействий, передаваемых на балку. При этом учитывают седлообразный характер распределения поперечной нагрузки на балку с концентральной в надпорных зонах и сдвигающие усилия, возникающие вдоль верхней ее грани. Прочность сечений рассчитывают на основании действующих норм, как для обычных балок.

Однако экспериментальными и теоретическими исследованиями установлено, что стена существенно влияет на развитие предельного состояния в нормальных и наклонных сечениях балки, а также на характер разрушения. Приопорные зоны балки в системе «стена — балка» находятся в особых условиях по сравнению с отдельно работающими балками, что не учитывается при проектировании.

На основании результатов исследований [1] можно выделить несколько основных форм разрушения по наклонным сечениям балок, расположенных под стенами.

При податливом стыке между стеной и балкой ее разрушение зависит от жесткости и прочности стены. Жесткая стена воздействует на приопорную зону балки как штамп, препятствуя развитию главных растягивающих напряжений. До ослабления стены наиболее вероятно разрушение, сопровождающееся раздроблением бетона балки по сжатым наклонным полосам в надпорных зонах от действия главных сжимающих напряжений. При небольшой жесткости стены или существенном снижении ее после развития трещин это воздействие ослабевает, что в зависимости от соот-

ношения конструктивных параметров стены и балки может привести к исчерпанию прочности балки в приопорных зонах от действия главных сжимающих напряжений по сжатой наклонной полосе либо от действия изгибающего момента по наклонной трещине. Поскольку стена препятствует сдвигу частей балки, разрушение от действия поперечной силы по наклонной трещине представляется маловероятным и экспериментально не подтверждалось.

При наличии в стыке стены с балкой прочных и жестких связей, не допускающих сдвига по линии контакта, стена и балка работают как единая система, исчерпание прочности которой происходит по наклонной трещине или сжатой наклонной полосе.

Рассмотрим расчетные схемы, соответствующие возможным формам разрушения. При проектировании необходимо обеспечить прочность балки в приопорных зонах от разрушения по сжатым наклонным полосам. В стене при таком разрушении балки может не быть трещин и других повреждений. По напряженному состоянию в приопорных зонах балка, расположенная под стеной, при достаточно высокой нагрузке над опорой, когда средняя часть пролета нагружена незначительно, работает как короткая балка с небольшим плечом среза. Расчетную схему балки, по аналогии с известными предложениями для коротких изгибаемых элементов [2, 3], можно представить в виде двух наклон-

ных сжатых стоек, соединенных сверху сжатым поясом и внизу арматурной затяжкой (рис. 1). Такая схема согласуется с траекториями главных напряжений, полученных в результате теоретических исследований балок, систем «стена — балка» на ЭВМ и экспериментов [1]. Углы наклона стоек  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  образованы продольной осью балки и линиями, соединяющими точки приложения реакций опор  $R_1$  и  $R_2$  и равнодействующей нагрузки  $Q_1$  и  $Q_2$ , равных реакциям ( $Q_1 = R_1$ ;  $Q_2 = R_2$ ).

Эпюры нагрузки, передаваемой от стены на балку, и давления балки на опоры строят по результатам расчета системы «стена — стык — балка». Для нахождения точек приложения равнодействующих  $Q_i$  вычисляют опорные реакции и определяют участки вертикальной нагрузки на балку, примыкающие к левой и правой опорам, равные по величине реакциям. Методами теоретической механики находят точки приложения равнодействующих левого и правого участка нагрузки, а также реакций опор.

Эпюры давления балки на опоры можно принять треугольными с максимальными ординатами у внутренних граней опор.

Условие прочности  $i$ -й сжатой наклонной стойкой расчетной схемы балки

$$Q_i \leq m \varphi_w R_b b l_{b_i} \sin \alpha_i, \quad (1)$$

где  $m$  — коэффициент, учитывающий степень соответствия расчетной схемы фактической работе конструкции;  $m = 1$ ;  $b$  — ширина балки;  $l_{b_i} = l_{o_i} \sin \alpha_i$ ;  $\operatorname{tg} \alpha_i = h_0/a_i$ , причем  $a_i$  — плечо пары сил  $Q_i$  и  $R_i$ .

Расчетная схема системы «стена — балка», соответствующая форме разрушения с образованием пластического шарнира в нормальном сечении стены с предельным моментом  $M_c$  и пластическим шарниром в наклонном сечении балки с предельным моментом  $M_b$  [4], приведена на рис. 2. Положение нормального сечения стены характеризует-

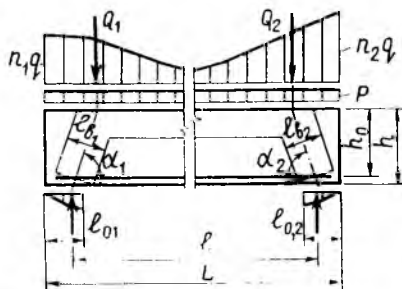


Рис. 1. Расчетная схема балки

ся параметром  $l_1$ , а наклонного сечения балки —  $c$ . К верхним граням стены и балки приложены равномерно распределенные нагрузки  $q$  и  $p$ . Нагрузку  $p$  обычно задают, а нагрузка  $q$  является искомой, определяющей несущую способность системы «стена — балка». Несущую способность системы устанавливают кинематическим методом теории предельного равновесия. Эпюра возможных перемещений системы показана на рис. 2. Эпюра перемещений стены, характеризующая параметром  $f_c$ , является частью эпюры перемещений балки с  $f_b$ . При этом на участке  $l_1$  стыка «стена — балка» контакт осуществляется только над опорой. Сдвигающие усилия на участке  $l_1$  сосредоточены в надпорной зоне, а на участке  $l-l_1$  распределены по его длине. Равнодействующие сдвигающих усилий на участках  $l_1$  и  $l-l_1$  обозначены  $T_1$  и  $T_2$ .

Работа внешней нагрузки  $q$  и  $p$

$$A_q = \frac{q l f_b}{2} + \frac{p l f_b}{2}; \quad (2)$$

работа внутренних сил  $M_c$ ,  $M_b$  и  $T$

$$A_{вн} = M_c (\varphi_1 + \varphi_2) + M_b (\varphi_3 + \varphi_2) + \omega T_1 (\Delta c_1 + \Delta \delta_1) + T_2 (\Delta c_2 + \Delta \delta_2), \quad (3)$$

где  $\omega$  — коэффициент, учитывающий особенности распределения сдвигающих усилий на участке  $l_1$ .

Учитывая, что

$$\varphi_1 = \frac{f_c}{l_1}; \quad \varphi_2 = \frac{f_c}{l-l_1}; \quad \varphi_3 = \frac{f_b}{c};$$

$$f_c = \frac{f_b (l-l_1)}{l-c};$$

$$\Delta c_1 = H_x \varphi_1; \quad \Delta c_2 = H_x \varphi_2;$$

$$\Delta \delta_1 = h_l \varphi_3; \quad \Delta \delta_2 = h_x \varphi_2,$$

после подстановки в формулу (3) и преобразований получим

$$A_{вн} = \frac{M_c l f_b}{l_1 (l-c)} + \frac{M_b l f_b}{c (l-c)} + \omega T_1 f_b \left[ \frac{H_x (l-l_1)}{l_1 (l-c)} + \frac{h_x}{c} \right] + T_2 f_b \left( \frac{H_x + h_x}{l-c} \right), \quad (4)$$

где  $H_x$ ,  $h_x$  — расстояния от нижней грани стены и верхней грани балки до нейтральных осей в стене и балке.

Из условия равенства работ внешних и внутренних сил с учетом выражений (2), (4) предельная нагрузка на систему

$$q = \frac{2 M_c}{l_1 (l-c)} + \frac{2 M_b}{c (l-c)} + \frac{2 T_1}{l} \left[ \frac{H_x (l-l_1)}{l_1 (l-c)} + \frac{h_x}{c} \right] + \frac{2 T_2}{l} \left( \frac{H_x + h_x}{l-c} \right) - p. \quad (5)$$

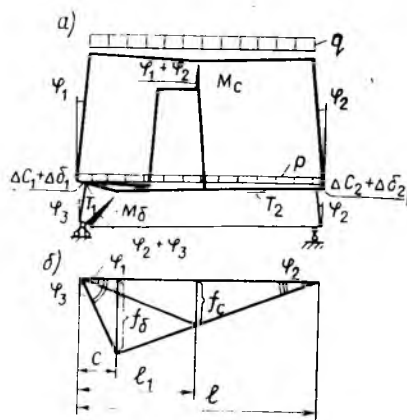


Рис. 2. Расчетная схема конструктивной системы «стена — балка»  
а — кинематическая схема; б — эпюра возможных перемещений балки и стены

Для систем с растворными швами в стыке:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \omega k q l_1; \\ T_2 &= k q (l-l_1). \end{aligned} \right\}$$

В этом случае предельная нагрузка на систему

$$q = \frac{[2 M_c c + 2 M_b l_1 - p l_1 c (l-c)] l}{[(l-c) (c l - 2 \omega k l_1 h_x) - 2 k c (l-l_1) (\omega H_x + H_x + h_x)] l_1}, \quad (6)$$

где  $k$  — коэффициент, равный отношению сдвигающих сил в стыке к поперечной нагрузке.

Испытаниями и расчетами установлено, что  $k$  зависит от податливости стыка и жесткостных характеристик элементов. Для растворных швов марок М 100, М 200 и балок с  $l/h \leq 8$   $k=0,1...0,15$ , а для балок с  $l/h > 8$   $k=0,2...0,25$ . Для систем с растворными швами  $\omega=0,5$ .

Для наиболее распространенных случаев  $0 < c \leq 0,25 l$ ;  $0 < l_1 \leq 0,5 l$ .

Предельный момент в наклонном сечении балки можно определить в соответствии с рекомендациями норм как сумму моментов от усилий в продольной арматуре, хомутах и отгибах, пересекающих растянутую зону наклонного сечения, относительно центра тяжести сжатой зоны. При этом необходимо учитывать условие достаточности анкеровки продольной арматуры. При установлении предельного момента  $M_c$  для стен с  $l/H > 1$  допустима аналогия с балками, в остальных случаях следует использовать зависимость для балок-стен

$$M_c = 0,9 A_s R_s \sqrt{H l},$$

где  $A_s R_s$  — предельное усилие в растянутой арматуре стены. Высоту стены  $H$  рекомендуется принимать не более высоты этажа здания.

Различным сечениям системы с параметрами  $l_i$  и  $c_i$  соответствуют определенные значения  $q_i$ , поэтому  $q = \min\{q_i\}$ .

Сравнение существующей и предлагаемой методик расчета показало, что применение условия (1) и зависимостей (5) или (6) позволяет реализовать при проектировании резервы прочности до 20%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колтынюк В. А. Исследование особенностей напряженного и предельного состояния наклонных сечений балок в системах стена — стык — балка — отдельные опоры // Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций. — Л. — ЛенЗНИИЭП. — 1985. — 78 с.
2. Залесов А. С., Баранова Т. И. Новый подход к расчету коротких элементов при действии поперечных сил // Бетон и железобетон. — 1979. — № 2. — С. 22—24.
3. Отсма В. Совершенствование расчетной схемы коротких элементов при действии поперечных сил // Бетон и железобетон. — 1983. — № 2. — С. 17—18.
4. Колтынюк В. А. Расчет и рациональное конструирование систем стена — балка. — Л. — ЛДНТП. — 1986. — 32 с.

## На ВДНХ СССР

### Пространственные перекрытия зданий

В объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР НИИЖБ представляет пространственные перекрытия зданий с укрупненной сеткой колонн.

Рамно-шатровое перекрытие представляет собой пространственную конструкцию, особенность статической работы которой заключается в том, что нагрузка на перекрытие через наклонные ребра плит, расположенных в диагональных направлениях ячеек, вызывает усилие распора, воспринимаемое арматурой в ребрах контурных плит.

Сборные железобетонные пространственные перекрытия рамно-шатрового типа предназначены для применения в каркасных зданиях с укрупненной сеткой колонн; их можно использовать при строительстве многоэтажных зданий производственного и складского назначения, гаражей, общественных зданий, а также при реконструкции существующих зданий.

Ячейка перекрытия размером  $18 \times 18$  м собирается из 15 железобетонных элементов пяти типоразмеров. Приведенная толщина бетона 17 см, расход стали  $35 \text{ кг/м}^2$ , максимальная масса элементов 12 т, строительная высота перекрытия 1 м.

Новизна разработки заключается в том, что перекрытие ячейки здания с сеткой колонн  $18 \times 18$  м впервые выполнено в сборном железобетоне с использованием стандартного оборудования заводов ЖБИ.

## Расчет поперечного давления на бетон в зоне анкеровки стержневой арматуры

Исследования по сцеплению и оценке прочности анкеровки стержневой арматуры периодического профиля проводили на балочных и цилиндрических образцах. Практически все образцы разрушились в результате раскалывания бетона в зоне анкеровки. Для теоретической оценки прочности зоны анкеровки на раскалывание бетона использовали известную в теории упругости задачу Ляме.

Выбор этого метода расчета обусловлен сходством нагружения и напряженного состояния бетона в зоне анкеровки арматуры и стенок толстостенной трубы, находящихся под действием внутреннего давления, а также упругим поведением бетона в широком диапазоне силовых воздействий. Кроме этого, принято, что выступы арматуры имеют угол наклона к поверхности стержней, равный  $60^\circ$ .

На рисунке представлена схема расчетной модели. Передача профилированной арматурой усилий на бетон обеспечивается в основном ее выступами. За счет наклона последних нормальное к поверхности выступов реактивное результирующее давление  $\tau_r$  раскладывается на составляющие — горизонтальную  $\tau_{rx}$  и вертикальную  $\tau_{ry}$ , которые являются причиной возникновения поперечного давления на бетон.

Расчеты, проведенные с использованием принятой модели и задачи Ляме, не дали практических результатов и не выявили различия в прочности зоны анкеровки при изменении наружного радиуса бетонного цилиндра  $R_{ext}$ .

Последующий анализ показал, что принятая модель и расчетная схема, на основе которой строится решение Ляме, имеют существенное отличие. Если в задаче Ляме внутренние стенки трубы испытывают равномерно распределенное нормальное давление, то в принятой автором модели выступы стержня оказывают сосредоточенное касательное воздействие на бетон. Последнее приводит к неупругой работе прилегающего непосредственно к арматуре слоя бетона. Лишь на некотором удалении от поверхности выступов в результате распределения давления в толще бетона стенки цилиндра будут испытывать равномерное нормальное давление. На этом расстоянии, очевидно, и будет

проходить условная граница между упругой и неупругой работой бетона. Одновременно условная граница определит условный внутренний радиус бетонного цилиндра  $R_{ad.in}$ . Его можно вычислить из выражения, полученного на основе графоаналитических построений распределения реактивного давления выступов в бетоне (см. рисунок)

$$R_{ag.in} = \frac{t \operatorname{tg}(90 - \beta)}{1 - \operatorname{tg}(90 - \beta) \operatorname{tg}(\beta - 45)} + \frac{h_{pr} + d}{2}, \quad (1)$$

где  $t, d$  — соответственно шаг выступов и диаметр стержневого сечения арматуры, принимаемые по ГОСТ 5781—82;  $\beta$  — угол наклона выступа к поверхности стержня;  $h_{pr}$  — высота выступа.

Выражение (1) можно использовать для определения условного внутреннего

радиуса бетонного цилиндра для стержней различных диаметров. При расчетах значение  $\beta$  принимали равным  $60^\circ$  для арматуры всех диаметров.

Для проверки принятых предположений составим условие прочности для опасных точек на внутренней поверхности цилиндра, используя третью классическую теорию прочности, согласно которой эквивалентное напряжение будет равно

$$\sigma_{eq} = \sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_\theta - \sigma_r, \quad (2)$$

где  $\sigma_\theta, \sigma_r$  — соответственно окружное и радиальное напряжения.

Принимая значение внутреннего радиуса  $R_{in}$  равным  $R_{ag.in}$ , а допустимое напряжение в бетоне при его работе на растяжение  $R_t$ , получим

$$\sigma_{eq} = \frac{2 \tau_y R_{ext}^2}{R_{ext}^2 - R_{ag.in}^2} \leq R_t, \quad (3)$$

где  $\tau_y$  — вертикальная составляющая результирующего напряжения в бетоне на внутренней поверхности цилиндра.

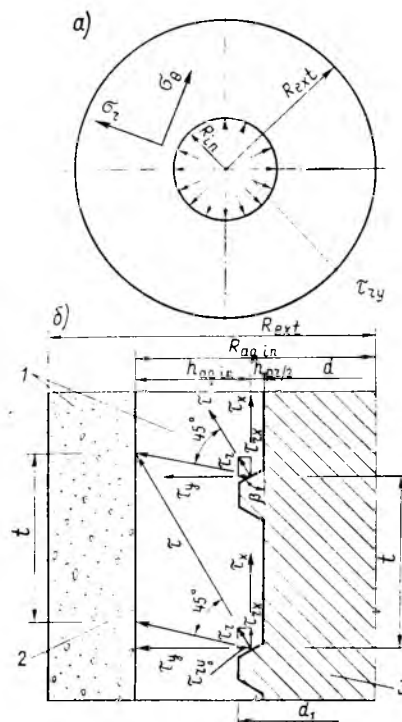
С использованием условия (3), составленного применительно к исследованным образцам, проводили сравнительную оценку прочности анкеровки стержней в цилиндрических элементах. Пример относится к схеме вытягивания центрально-забетонированных стандартных стержней периодического профиля диаметром 10 мм из стали класса А-III из цилиндров с наружным радиусом 20 и 50 мм, длиной 300 мм. Бетон образцов имел класс прочности В19..В24.

При сравнении элементов с различной прочностью бетона использовали приведенное значение  $R_t$ . Например, при  $R_{t1} > R_{t2}$  в условии (3) для сопоставления подставляли значения  $R_{t2}$  и

$$R_{t1} = \frac{R_{t1}}{R_{t2}} R_{t2}. \quad (4)$$

В процесс испытаний образцов с наружным радиусом 20 и 50 мм различие в прочности составило 25...37%. Теоретически рассчитанное различие в прочности этих образцов составило 28%.

Хорошая сходимость наблюдалась и в дальнейшем при сравнении прочности анкеровки стержней в балочных (сечением  $1200 \times 100$  мм и длиной 1300 мм, зона



Реактивное давление выступов арматуры на прилегающий бетон

$a$  — расчетная схема железобетонного цилиндра;  $b$  — схема распределения давления в бетоне; 1 — прилегающий к стержню бетон; 2 — поверхность внутренней стенки условного бетонного цилиндра; 3 — выступы арматуры

анкеровки  $\approx 300$  мм), и в коротких цилиндрических (длиной 100 м) образцах.

Положительные результаты, полученные при сопоставлении экспериментальных и расчетных данных, позволяют проводить дальнейшие теоретические исследования сцепления профилированной арматуры с бетоном. Так, из условия (3) при  $R_{ext} \rightarrow \infty$  получим

$$2\tau_y \leq R_t \text{ или } \tau_y = 0,5 R_t, \quad (5)$$

т. е. максимальное напряжение  $\tau_y$  на внутренней поверхности бетонного цилиндра при упругой работе бетона, видимо, не может быть больше половины сопротивления бетона на растяжение.

Исходя из условия (5), определим максимально допустимое реактивное давление  $\tau_{ry}$ , которое может передаваться с выступов на прилегающий к ним бетон

$$\tau_{ry} = k_{rd} \tau_y = 0,5 \cdot k_{rd} R_t, \quad (6)$$

где  $k_{rd} = A_R/A_r$  — коэффициент распределения реактивного давления выступа, равный отношению площадей проекций  $\tau_{ry}$ , соответственно на уровне внутренней поверхности условного цилиндра и выступа арматуры.

Значение площади проекции  $A_R$  на уровне внутренней поверхности условного бетонного цилиндра

$$A_R = 2\pi t R_{ag.in} \quad (7)$$

Площадь проекции на уровне выступа арматуры  $A_r$  определим по формуле, полученной исходя из графических построений распределения давления  $\tau_{ry}$ ,

$$A_r = \frac{\pi d_1 t h_{pr}}{R_{ag.in} - \frac{d}{2}}, \quad (8)$$

где  $d_1$  — диаметр арматуры с учетом высоты выступов.

Учитывая выражения (7), (8), получим

$$k_{rd} = \frac{2 R_{ag.in} \left( R_{ag.in} - \frac{d}{2} \right)}{d_1 h_{pr}} \quad (9)$$

Используя выражения (1), (6), (9), определим значения  $R_{ag.in}$ ,  $k_{rd}$ ,  $\tau_{ry}$  и  $\tau_r$  для стержней различных диаметров (для выражения значений  $\tau_r$  через сопротивление бетона сжатию принято, что  $R_t = 0,12 R_c$ ).

Данные, представленные в таблице, показывают хорошее совпадение с результатами, полученными другими авторами, или подтверждают замеченные ими тенденции и особенности. Так, в процессе испытаний призматических образцов на раскалывание по специальной методике [1] было получено предельное поперечное давление арматуры на бетон, равное  $3,6 R_t$  и  $0,5 R_c$ . Значения  $\tau_{ry}$ , приведенные в таблице, для стержней 8..20 мм, близки к результатам, полученным экспериментально в [1].

$d_1, \text{ мм}$	$R_{ag.in}, \text{ мм}$	$k_{rd}$	Предельное реактивное давление $xR_t$		Предельное реактивное давление $xR_c$	
			$\tau_{ry}$	$\tau_r$	$\tau_{ry}$	$\tau_r$
6	6,54	16,67	8,34	16,67	1,00	2,00
8	7,54	8,47	4,24	8,47	0,51	1,02
10	9,93	9,25	4,63	9,25	0,56	1,11
12	10,91	6,98	3,49	6,98	0,42	0,84
14	11,90	6,63	3,32	6,63	0,40	0,80
16	13,71	6,31	3,20	6,31	0,38	0,76
18	14,71	6,10	3,05	6,10	0,37	0,73
20	15,71	6,91	3,46	6,91	0,42	0,83
22	16,71	5,76	2,88	5,76	0,35	0,69
25	18,21	5,57	2,79	5,57	0,33	0,67
28	20,40	4,78	2,39	4,78	0,29	0,57
32	23,08	5,26	2,63	5,26	0,32	0,63
36	26,70	5,11	2,55	5,11	0,31	0,61
40	28,70	4,99	2,50	4,99	0,30	0,60

Из таблицы видно также снижение поперечного давления по мере увеличения диаметра стержней. Наличие такой тенденции подтверждено экспериментами [2], которые показали, что поперечное давление снижается до диаметра 28 мм. Аналогичные результаты, полученные нами теоретически, приведены в таблице.

Из графических построений (см. рисунок) можно определить расстояние от середины выступа до внутренней поверхности условного бетонного цилиндра

$$h_{ag.in} = R_{ag.in} - \frac{h_{pr} + d}{2} \quad (10)$$

Это расстояние определяет толщину контактного слоя и возможную длину поперечных конических трещин в нем.

Наличие этого слоя отмечено в ряде работ, в том числе и в [2]. Одни авторы

указывают, используя различные методы измерения, что длина конических трещин равна в среднем 6 мм, другие определяют толщину слоя и длину трещин, примерно равной шагу выступов [2]. Значение толщины контактного слоя, которое можно получить из значений  $R_{ag.in}$ , приведенных в таблице для арматуры диаметров 10 и 32 мм, составит соответственно 4,8 и 6,8 мм, т. е. здесь также наблюдается совпадение данных.

Необходимо отметить, что прочность анкеровки на раскалывание и значение предельного сцепления арматуры с бетоном будут однозначно определяться классом прочности бетона: чем выше класс, тем больше эти значения.

## Выводы

Использование задачи Ляме с учетом выражений (1), (6), (9) позволяет оценить предельное поперечное давление стержневой арматуры периодического профиля на бетон в зоне анкеровки, приближенно определить прочность анкеровки стержней в бетоне на раскалывание.

В определенной мере можно улучшить профиль арматуры, изменяя шаг, высоту и наклон выступов, уменьшить поперечное давление на бетон для стержней различных диаметров.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Холмянский М. М. Закладные детали сборных железобетонных элементов. — М.: Стройиздат, 1968. — 208 с.
2. Холмянский М. М. Контакт арматуры с бетоном. — М.: Стройиздат, 1981. — 184 с.

УДК 666.97.035.55

Р. А. ЦЕСИС, инж. (НИИСП Гостроя УССР)

## Расчет толщины ограждения ямных пропарочных камер

Около 65% общего объема выпускаемой продукции сборного железобетона проходит тепловую обработку в пропарочных камерах ямного типа, потери тепла которых составляют до 70% общего его расхода. Одним из путей сокращения энергоемкости тепловой обработки (ТО) бетонных изделий является совершенствование теплофизических характеристик ограждений камер. В последние годы здесь достигнуты определенные успехи<sup>1</sup>.

Выбору оптимальной с точки зрения расхода тепла толщине ограждения было уделено недостаточно внимания. Настоящая работа посвящена построению расчетных соотношений для определения этой величины и выявлению условий ее существования. Функцию цели указанной задачи можно представить в виде:

$$Q = c_0 \gamma_0 F_0 \delta_0 (t_0 - t_n) + \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_0}{\lambda_0}} \times \times F_0 \cdot \tau_n (t_n - t_b) + c_6 \gamma_6 V_6 (t_n - t_6), \quad (1)$$

где  $c_0$ ,  $\gamma_0$ ,  $\lambda_0$ ,  $\delta_0$ ,  $F_0$  — теплоемкость, сред-

<sup>1</sup> Ленский С. Е., Демидов О. А. Тепловая эффективность и экономичность новых пропарочных камер ямного типа // Пути снижения энергетических затрат в промышленности сборного железобетона. — М.: МДНТП, 1981. — С. 76—84.

няя плотность, коэффициент теплопроводности, толщина и поверхность ограждений камеры соответственно;  $t_0, t_n$  — конечная и начальная средние температуры ограждений;  $\alpha_1, \alpha_2$  — коэффициенты теплоотдачи внутренней и внешней стороне ограждения камеры;  $\tau_n$  — длительность изотермического прогресса;  $t_n, t_b, t_s$  — температуры изотермии, окружающей камеру среды, изделий до ТО;  $c_0, \gamma_0, V_0$  — теплоемкость, средняя плотность, объем бетона изделий в камере.

Первое слагаемое суммы представляет собой затраты тепла на нагрев ограждающих конструкций камер, второе — на теплопередачу в окружающую среду и третье — на нагрев бетонных изделий.

После элементарных преобразований формула (1) может быть приведена к виду

$$\frac{Q}{F_0} = K (t_n - t_b) \times \left[ \frac{c_0 \gamma_0 \delta_0}{2} \left( \frac{1}{\alpha_2} - \frac{1}{\alpha_1} \right) + \tau_n \right] + c_0 \gamma_0 \delta_0 \left[ \frac{t_n + t_b}{2} - t_n \right] + c_0 \gamma_0 \frac{V_0}{F_0} (t_n - t_0), \quad (2)$$

где

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_0}{\lambda_0}}.$$

Будем определять минимум указанной суммы по толщине ограждения камеры  $\delta_0$ . Продифференцировав выражение (2) по  $\delta_0$  и приравняв результат нулю, после некоторых тождественных преобразований решаем полученное квадратное (относительно  $\delta_0$ ) уравнение и находим

$$\delta_0^* = -\lambda_0 \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right) + \sqrt{\frac{t_n - t_b}{t_n + t_b} \cdot \frac{\lambda_0}{c_0 \gamma_0} \times \left[ \tau_n - \frac{c_0 \gamma_0 \lambda_0}{2} \left( \frac{1}{\alpha_2^2} - \frac{1}{\alpha_1^2} \right) \right]}. \quad (3)$$

Исследуя функцию цели, при помощи второй производной найдем достаточное условие существования минимума (2) в точке  $\delta_0^* > 0$

$$\tau_n > \frac{c_0 \gamma_0 \lambda_0}{2} \left( \frac{1}{\alpha_2^2} - \frac{1}{\alpha_1^2} \right). \quad (4)$$

Для анализа наибольшую сложность представляет величина  $(t_n + t_b)/2 - t_n$ , поскольку процесс остывания камер с изделиями не исследован, а определение величины  $t_n$  представляет значительные трудности. Заметим в этой связи, что

уравнение (4) является трансцендентным, так как в его правой части в неявной форме содержится величина  $\delta_0$  (скорость остывания  $n$ , следовательно,  $t_n$  зависит от толщины ограждения и его теплофизических свойств).

В приближенном анализе мы исходим из того, что наблюдаемые на практике длительные режимы остывания камер с закрытой, а затем открытой крышкой приводят к полному остыванию ограждений. В еще более полной мере это относится к работе камер в выходные и праздничные дни, а также к камерам на предприятиях с одно- и двухсменным графиком работы.

Поэтому рекомендуем выбирать  $t_n = t_b + (10...15)^\circ\text{C}$ , а для уточнения полученного из формулы (3) значения  $\delta_0$  провести расчет остывания ограждений, из которого определить  $t_n$ . При значительном различии полученного значения  $t_n$  от принятого следует вновь определить  $\delta_0$ .

Ниже приведен пример расчета камеры из керамзитобетона ( $\gamma_0 = 1500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_0 = 0,865 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;  $c_0 = 0,256 \text{ Вт}\cdot\text{ч/кг}\cdot^\circ\text{C}$ ). Исходные данные:  $\alpha_1 = 23,2 \text{ Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$ ;  $\alpha_2 = 11,6 \text{ Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$ ;  $t_n = 75^\circ\text{C}$ ;  $t_b = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_n = 30^\circ\text{C}$ ;  $\tau_n = 12 \text{ ч}$ . Длительность остывания камеры с закрытой крышкой 6 ч, с открытой — 4 ч.

Проверяем правильность неравенства (4)

$$12 > \frac{0,256 \cdot 1500 \cdot 0,865}{2} \times \left[ \frac{1}{(11,6)^2} - \frac{1}{(23,2)^2} \right] = 0,925 \text{ ч.}$$

Следовательно, при выбранных условиях существует оптимальное значение  $\delta_0^* > 0$ :

$$\delta_0^* = -0,865 \left( \frac{1}{23,2} + \frac{1}{11,6} \right) + \sqrt{\frac{75-20}{75+20} \cdot \frac{0,865}{2} \cdot 0,256 \cdot 1500 \times \left[ 12 - \frac{0,256 \cdot 1500 \cdot 0,865}{2} \times \left( \frac{1}{(11,6)^2} - \frac{1}{(23,2)^2} \right) \right]} = -0,1 + 0,279 \approx 0,18 \text{ м.}$$

Формула (3) может быть использована при проектировании новых камер, а также позволяет подходить к проблеме оптимизации расхода тепла с технологической точки зрения. Суть ее состоит в том, что действующие камеры, являющиеся неоптимальными, могут стать оптимальными при изменении режимных факторов ( $t_n, \tau_n$ ).

Легко показать, что для широко распространенных режимов ( $\tau_n = 8...12 \text{ ч}$ ,

$t_n = 80...95^\circ\text{C}$ ) и применяемых материалов ограждения оптимальные значения меньше распространенных на практике значений 250...400 мм. Чтобы указанные значения  $\delta_0$  были оптимальными,  $t_n$  должны составлять 40...70 $^\circ\text{C}$  при соответствующем  $\tau_n$ .

Проведенные нами расчеты показали, что применение выбранных на основе оптимального соотношения по формуле (3) режимов обеспечит экономию в размере 15...20% общего количества тепла, расходуемого на тепловую обработку железобетонных изделий.

## На ВДНХ СССР

### Поризованный арболит

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» представлен разработанный НИИЖБ поризованный арболит для жилых и промышленных зданий с самонесущими конструкциями стен.

Это эффективный легкий бетон на органических заполнителях, состоящий из минерального вяжущего, органических заполнителей (отходы промышленности и сельского хозяйства), химических добавок, воды, технической пены или воздухововлекающих добавок.

Из поризованной арболитовой смеси можно изготавливать конструкции и изделия на обычном формовочном оборудовании действующих предприятий сборного железобетона без нарушения основного технологического процесса, а также значительно улучшить качество арболита.

Поризация арболитовой смеси позволяет по сравнению с виброгидропрессованием снизить удельную металлоемкость, трудоемкость изготовления, стоимость изделий и конструкций без ухудшения теплофизических свойств и прочностных характеристик.

Поризованный арболит предназначен для панелей, плит перекрытий и блоков наружных стен сельских домов усадебного типа, гражданских и промышленных зданий малой этажности.

Впервые производство изделий и конструкций из поризованного арболита по поточной агрегатной технологии осуществлено на Домодедовском заводе строительных материалов и конструкций Главмосблстройматериалов при Мосблсполком.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6. НИИЖБ.



УДК 666.941:620.1

Р. А. ФИШЕР, инж. (Завод ячеистых бетонов ПО Камгэсэнергострой)

## Определение активности цемента ускоренным методом

Основная часть производимого в стране цемента используется при производстве сборных железобетонных конструкций в условиях тепловлажностной обработки, поэтому его качество, активность при пропаривании играют первоочередную роль.

Ускоренный метод пропаривания по ГОСТ 310.4—81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии» предусматривает для определения прочности цемента изготавливать образцы из цементно-песчаного раствора с соотношением Ц:П=1:3. Форму с образцами закрывают крышкой и помещают в пропарочную камеру с выдержкой в течение 2 ч при 20°C. Режим пропаривания 3+6+2 ч при 85°C. Через 24 ч с момента изготовления образцы расформовывают и сразу испытывают.

После пропаривания прочность образцов имеет не марочные значения, а ориентировочные. Судить о соответствии марки по этим значениям прочности нельзя, так как ГОСТ 10178—76 не нормирует данную величину и предусматривает методику определения предела прочности через 28 сут. Соответственно претензии по результатам ускоренных испытаний предъявлять невозможно.

Существуют различные методики ускоренных испытаний, но надежного способа оперативного контроля качества цемента до сих пор не создано.

Предлагаемая методика основана на работах НИИ цемента, выполненных в 60-е годы и опробована на некоторых цементных заводах страны, в частности, на Катав-Ивановском цементном заводе, где использовали нижеприведенную методику до внедрения ГОСТ 310.4—76 для портландцемента марки 400. В дальнейшем был подобран режим термообработки на заводе ячеистых бетонов для шлакопортландцемента марки 400.

Методика ускоренных испытаний позволяет получить марочную прочность через 4...5 ч после начала испытаний. Для определения активности цемента ускоренным методом изготавливают образцы — балочки размером 4×4×16 см из цементно-песчаного раствора. отвешива-

ют 1000 г нормального песка по ГОСТ 6139—78 и 1000 г цемента, высыпают их в предварительно протертую мокрой тканью сферическую чашу и перемешивают в течение 1 мин. Температура помещения должна соответствовать требованиям ГОСТ 310.1—76.

Количество воды рассчитывают по формуле

$$\left(\frac{P}{2} - 8\right) \times 20,$$

где  $P$  — количество воды, в % массы цемента. Примерный расчет воды для приготовления образцов при  $V/C=0,4$ :

$$\left(\frac{40}{2} - 8\right) \times 20 = 240 \text{ г.}$$

Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее 240 г воды, дают ей впитаться в течение 0,5 мин и перемешивают смесь 1 мин. Раствор переносят в предварительно протертую мокрой тканью чашу мешалки и перемешивают в течение 2,5 мин (20 оборотов чаши).

В форму, закрепленную на вибрационной площадке с амплитудой колебания  $0,35 \pm 0,03$  мм и частотой 3000 в минуту, заливают раствор и вибрируют 3 мин, затем влажным ножом снимают остаток. Далее форму закрывают сверху металлическим листом размером  $200 \times 200 \times 8$  мм, устанавливают в пропарочную камеру, обеспечивающую температуру насыщенного пара 100°C (над кипящей водой) теплоэлектронагревателями и пропаривают по режиму 2+2 ч для портландцемента марки 400 и 2+3 ч для шлакопортландцемента марки 400 (где 2 ч — равномерный подъем температуры в камере до кипения воды, 2(3) ч — изотермический прогрев при температуре кипения воды).

Образцы распалубливают через 10 мин после отключения пропарочной камеры и снятия с нее крышки, затем сразу испытывают на изгиб и сжатие.

Средняя активность цемента, испытанного в лаборатории завода ячеистых бетонов предложенным ускоренным методом, за 1986 г. составила для портландцемента марки 400—42,7; для шлакопортландцемента марки 400—42,4 МПа;

ускоренным методом по ГОСТ 310.4—81 соответственно 25,9 и 25,7 МПа.

Испытания цемента в возрасте 28 сут практически не требуется, так как через месяц он уже вырабатывается или смешивается с другими партиями.

Использование ускоренного метода определения активности цемента на заводе ячеистых бетонов позволяет быстро откорректировать расход цемента и его использование при пониженной или повышенной активности. Внедрение данной методики на материалах с Вольского и Коркинского цементных заводов не оправдано, так как режим ТВО для других цементов следует подбирать индивидуально.

Подобную методику ускоренного испытания цемента необходимо включить в ГОСТ 310.4—81 для получения марочной прочности после пропаривания. Это позволит своевременно корректировать составы на заводах ЖБИ, КПД, ДСК и при необходимости предъявлять претензии в месячный срок с момента получения материала. Учитывая, что основную часть производимого цемента используют в условиях тепловлажностной обработки, необходимо также изменить пункт 2.12 в ГОСТ 10178—76: изготовитель должен определять активность цемента при пропаривании для 100% отгруженных партий с указанием результатов в паспортах.

## Новые изобретения

А. с. 1296698 СССР, МКИ<sup>3</sup> E 04 B 1/82. Способ изготовления железобетонной плиты междуэтажного перекрытия/Ф. Е. Гитман, С. А. Костарев, Л. П. Борисов (СССР); НИИСФ.

А. с. 1296702 СССР, МКИ<sup>3</sup> E 04 C 5/03. Арматурный стержень периодического профиля/Г. М. Кацнельсон (СССР); Донецкий НИИ черной металлургии.

А. с. 1296703 СССР, МКИ<sup>3</sup> E 04 C 5/06. Арматурный каркас/В. А. Чудновский, Г. М. Грейз, В. С. Плеханов (СССР); Челябинский ПромстройНИИ-проект.

А. с. 1296704 СССР, МКИ<sup>3</sup> E 04 C 5/16. Способ стыкового соединения арматурных стержней/А. П. Кусякин, Н. Р. Жук, В. А. Везомский, Ю. А. Кусякин (СССР); Макеевский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1296708 СССР, МКИ<sup>3</sup> E 04 H 9/02. Каркас многоэтажного сейсмостойкого здания/Л. Н. Семишев (СССР); Хабаровский политехнический ин-т.

\* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

## Стойкость против коррозионного растрескивания термически упрочненных стыков

До недавнего времени термически упрочненную арматуру класса Ат-V в железобетонных конструкциях применяли только в виде мерных стержней, так как при сварочном нагреве она значительно разупрочняется.

В последние годы разработана новая технология контактной стыковой сварки, которая обеспечивает стыкование термически упрочненной арматуры с незначительной степенью разупрочнения металла. Особенность технологии заключается в том, что сварное соединение охлаждают водой сразу же после сварки [1, 2].

Внедрение контактной стыковой сварки термически упрочненной арматуры имеет большое практическое значение, так как позволяет исключить отходы при заготовке, использовать стержни немерных длин, которые поставляются на заводы, а также применить ее для армирования большепролетных конструкций.

Одним из основных недостатков термически упрочненной арматуры является ее склонность к коррозионному растрескиванию, которое проявляется в виде внезапного хрупкого разрушения при совместном воздействии на сталь растягивающих напряжений и агрессивных сред. Это является основанием для ограничения областей применения такой арматуры и предъявления более жестких требований к проектированию конструкций с арматурой классов Ат-V, Ат-VI по СНиП 2.03.11—85.

Известно, что сварные соединения могут проявлять склонность к коррозионному растрескиванию [3], поэтому важно, чтобы стыки по стойкости были близки основному металлу.

В НИИЖБе исследовали склонность к коррозионному растрескиванию сварных

стыков термически упрочненной арматуры класса Ат-V диаметром 12 мм. Стыки изготовлялись на автоматизированной линии для контактной стыковой сварки, термической обработки и мерной резки типа 782 на Щекинском опытно-экспериментальном заводе Главприокстроя.

Исследуемая арматурная сталь (по сертификату класса Ат-V) имела следующие механические свойства:  $\sigma_b = 1290 \dots 1180$  МПа;  $\sigma_{0,2} = 1070 \dots 1060$  МПа;  $\sigma_s = 11 \dots 13\%$ . Влияние отдельных технологических этапов сварки и термообработки термически упрочненной арматуры на ее склонность к коррозионному растрескиванию изучали в четырех вариантах: 1 — в состоянии поставки, 2 — после контактной сварки, 3 — после контактной сварки и закалки, 4 — после контактной сварки, закалки и последующего отпуска электронагревом при температуре 450°C. Температура электронагрева соответствовала режиму нагрева арматуры в процессе электротермонапряжения. По каждому варианту испытывали три образца-близнеца.

Испытания арматуры и сварных стыков производили по ГОСТ 10884—81 в коррозионном растворе при напряжении 0,9  $\sigma_{0,2}$ , что для класса Ат-V соответствует 720 МПа.

В качестве коррозионной среды применяли раствор, состоящий из 600 мас. ч азотнокислого кальция, 50 мас. ч азотнокислого аммония и 350 мас. ч воды при температуре 98...100°C.

Напряжение в стержнях, создаваемое изгибом на рычажной установке, было практически постоянно во времени. О стойкости образцов против коррозионного растрескивания судили по времени

до их разрушения. Длина образцов арматуры составляла 500 мм; стыки располагались на расстоянии 100 мм от торца стержня и подвергались воздействию коррозионного раствора. Момент разрушения фиксировался автоматически самописцем. Кроме того, часть образцов испытывали на 40-тонной рычажной установке при постоянном напряжении, создаваемом центральным растяжением. Усилие натяжения составляло 7,5 т (примерно 0,8 разрывного усилия образцов со сварным стыком). Было принято две коррозионные среды: нитратный раствор того же состава и температуры, что при испытании на изгиб и 20%-ный раствор роданистого аммония при 50°C (в соответствии с рекомендациями ФИП). Механические характеристики образцов со сварными стыками и результаты коррозионных испытаний приведены в таблице.

В состоянии поставки исследуемая арматура показала относительно высокую стойкость против коррозионного растрескивания: образцы разрушались после 134...264 ч. Контактной стыковой сварка понизила стойкость против коррозионного растрескивания до 42...153 ч, а прочность сварного стыка при этом соответствовала арматуре класса Ат-IV. Термическое упрочнение сварного стыка увеличило его прочностные свойства до класса Ат-V, что способствовало снижению относительного уровня действующих напряжений в процессе испытания и увеличению стойкости до 84...195 ч. После контактной сварки, закалки и последующего электронагрева до температуры 450°C разрушение произошло через 96...219 ч.

Испытания в нитратах при центральном растяжении сварных стыков без дополнительного отпуска свидетельствует о возможности их преждевременного хрупкого разрушения. Образцы стыков, испытанные в среде роданистого аммония, не разрушались в течение 300 ч.

Визуальный осмотр изломов после коррозионных испытаний показал, что характер разрушений во всех случаях был хрупким, т. е. типичным для коррозионного растрескивания (см. рисунок). Об-

№ варианта	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_s$ , %	$\frac{\sigma_0}{\sigma_b}$	Время до разрушения, ч, при	
					изгибе	центральном растяжении
1	1180—1290	1070—1060	11—13	0,56	134—264	—
2	840—940	—	1—1,5	0,81	42—153	20—160
3	1010—1110	—	1,5—4	0,68	84—195	26—240
4	1040—1100	—	2—6	0,67	96—219	—

а)



в)



б)



#### Характер коррозионного разрушения образцов арматуры класса Ат-V со сварными стыками

а — без дополнительной обработки, время до разрушения 42 ч; б — подвергнутый термообработке, время до разрушения 26 ч; в — подвергнутый термообработке и электронагреву на 450°C, время до разрушения 96 ч

разцы, показавшие время до разрушения 42 ч, разрушились по сварному стыку или по зоне термического влияния.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии последующего термического упрочнения и отпуска на коррозионную стойкость под напряжением сварных стыков арматуры.

Для получения требуемых механических

и эксплуатационных характеристик сварных стыков режимы сварки следует устанавливать дифференцированно в зависимости от класса арматуры, ее диаметра и марки стали. Целесообразно шире развешивать исследования в этом направлении для ускорения промышленного внедрения нового метода сварки «несвариваемых» термически упрочненных сталей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудновский В. А., Грейз Г. М. Безотходная заготовка термически упрочненной арматуры из стали 20ГС, 20ГС2, 20ХГС2 // Новые виды арматуры и ее сварка. — М., 1982. — С. 205—208.
2. Временная инструкция по контактной стыковой сварке термически упрочненной арматуры классов Ат-IV, Ат-V, ВСН-67-245-83 / Минтяжстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1983. — 9 с.
3. Стеклов О. И. Прочность сварных конструкций в агрессивных средах. — М.: Машиностроение, 1986. — 200 с.

УДК 691.87:691.714:691.327

Ю. К. ДЬЯЧЕНКО, канд. техн. наук (Ростовский ПромстройНИИпроект);  
С. Г. ЕНИШЕРЛОВА, канд. хим. наук, Г. Д. КУЧЕРЯЕВА, инж., В. Б. РАТИНОВ,  
д-р хим. наук, С. Д. СЕМЕНОВА, инж. (МАДИ)

## Стойкость преднапряженной арматуры в бетоне с добавками

Известно, что использование добавок нитрит-нитрата кальция (ННК), нитрит-нитрат-хлорида кальция (ННХК) и их сочетаний с органическими пластификаторами и суперпластификаторами улучшает качество изделий, снижает их энергоемкость, экономит расход цемента и повышает производительность заводов и сборного железобетона, в том числе легкого\*. По данным длительных лабораторных испытаний применение этих добавок может быть эффективно в конструктивном керамзитобетоне, однако в преднапряженных конструкциях оно запрещено.

\* Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях / С. Н. Алексеев, В. Б. Ратинов, Н. К. Розенталь, Н. М. Кашурников. — М.: Стройиздат, 1985. — 272 с.

В Ростовском ПромстройНИИпроекте и МАДИ испытывали керамзитобетонные балки размером 100×100×800 мм, армированные двумя струнами из высокопрочной проволоки В-II диаметром 3 мм Харцызского сталепроволочно-канатного завода. Толщина защитного слоя бетона над арматурой составляла 15 мм. При изготовлении балок варьировали количество добавки, вводимой в бетонную смесь с водой затворения. Состав керамзитобетона: цемент — 310, песок — 460, керамзит фракции 5...10 — 431 кг, В/Ц = 0,468, вяжущее — портландцемент завода «Октябрь» марки 500.

Балки изготовляли в специальных жестких металлических формах. На концевые участки арматурных стержней в бе-

тоне предварительно запрессовывали втулки для их лучшей анкеровки и обеспечения заданного напряжения. Последнее создавали путем натяжения стержней на упоры при помощи болтов; контроль осуществляли специальным устройством по изменению деформаций. Напряжение было принято 0,65...0,7  $R_a^H$ . После бетонирования образцы пропаривали по режиму 2+3+8+2 ч при температуре изотермы 82±2°C.

Напряжения на бетон передавали через 4 ч после тепловлажностной обработки с последующим выдерживанием в течение месяца в камере нормального твердения, затем балки устанавливали на испытательном стенде в Ростове на открытом воздухе выше поверхности земли

Т а б л и ц а 1

Вид арматуры	Количество добавки	$E_n$ , %	$\sigma_{в}$ , %	$\sigma_{0,2}$ , %	$\sigma_{0,02}$ , %	$\delta_3$ , %	$\delta_p$ , %
Проволока $\varnothing 3$ мм из стали В-II	2,5% $CaCl_2$ 2,5% ННХ	96	58,0	—*	—*	4,2	—*
Стержни $\varnothing 14$ мм из стали Ат-V	2% $CaCl_2$ 3% ННХ	101 95 100	100,0 90,5 98,0	99,0 93,5 99,0	99,0 93,5 99,0	116,0 50,0 104,0	118 36 100

\* Произошел разрыв проволоки.

и в условиях, исключающих скопление влаги.

После испытаний в течение 7,5 лет балки осматривали, разрушали, и арматуру испытывали по ГОСТ 12004—81. При этом были определены следующие характеристики: относительное удлинение после разрыва  $\delta_3$ , относительное равномерное удлинение  $\delta_p$ , временное сопротивление разрыву  $\delta_b$ , условные пределы упругости  $\sigma_{0,02}$  и текучести  $\sigma_{0,2}$  (оба показателя на базе 300 мм), модуль упругости  $E_n$ .

Относительные удлинения после разрыва определяли по изменению расстояний между рисками, нанесенными по всей рабочей длине образцов через 5 мм.

Для оценки чувствительности выбранных показателей и коррозии арматуры в часть балок вводили 2,5%  $CaCl_2$  к массе цемента. Эталонами служили те же показатели арматуры в керамзитобетоне без добавок, принятые за 100%, и с 2,5% ННХ. Аналогично оценивали поведение стержневой преднапряженной арматуры диаметром 14 мм из стали класса Ат-V после 9 лет натурных испытаний на том же стенде в тяжелом бетоне без добавок (100%), с 2%  $CaCl_2$  и 3% ННХ.

Из табл. 1 видно, что преднапряженная тонкая проволочная арматура более чувствительна к действию хлорид-ионов, чем стержневая. При коррозии стали в этих условиях наиболее сильно изменяются значения  $\delta_3$  и  $\delta_p$ , слабее по чувствительности к коррозии  $\sigma_{в}$ . Эти показатели использовали при изучении коррозии преднапряженной арматуры в бетоне. Соответственно были обработаны результаты испытаний керамзитобетона с ННХК в различной дозировке и при разном соотношении хлорида кальция к нитриту кальция в добавке.

Из табл. 1 и 2 следует, что коррозия арматуры в керамзитобетоне с добавкой 1,5...3,5% ННХК при любом исходном соотношении в ней  $CaCl_2$  к  $Ca(NO_2)_2$  ниже, чем в присутствии хлорида кальция без ННХ.

Однако этого недостаточно для долгосрочного прогноза сохранности арматуры, который зависит от изменения во времени соотношения в поровой жидкости между агрессивными хлорид-ионами и нитрит-

Т а б л и ц а 2

Количество добавки	Отношение $CaCl_2 : Ca(NO_2)_2$	$\delta_p$ , %	
		максимальное	минимальное
2,5% $CaCl_2$	—	Разрыв проволоки	
2,5% ННХ	—	138	98
2,5% ННХК	2,00	138	18
3,5% ННХК	6,00	113	18
1,5% ННХК	6,00	127	18
1,5% ННХК	0,66	135	33
2,5% ННХК	0,66	109	51
3,5% ННХК	1,00	138	58

Т а б л и ц а 3

Добавка ННХК, % к массе цемента	Исходное отношение $CaCl_2 : Ca(NO_2)_2$ *	Содержание $CaCl_2$ , мг/г	Содержание $Ca(NO_2)_2$ , мг/г	Отношение $CaCl_2 : Ca(NO_2)_2$ после испытаний
1,5	6,00	1,0	0,4	2,5
3,5	6,00	3,2	0,8	3,6
2,5	2,00	1,7	1,2	1,4
2,5	1,00	0,9	1,7	0,5
1,5	0,66	0,4	1,0	0,4
3,5	0,66	0,9	2,4	0,4

\* Такое же отношение в ННХК  $CaCl_2$  к  $Ca(NO_2)_2$ .

ионами, обладающими ингибирующим действием.

Пробы керамзитобетона из балок после 7,5 лет испытаний измельчали и анализировали известными методами на содержание хлорид- и нитрит-ионов в поровой жидкости. Полученные данные (среднее не менее трех анализов каждой пробы) свидетельствуют о том, что при любом соотношении между хлорид- и нитрит-ионами в ННХК через 7,5 лет оно уменьшается в 1,5...2 раза (табл. 3). Следовательно, хлорид кальция, взаимодействуя с  $C_3A$  цемента, полнее связывается в труднорастворимый гидрохлоралюминат кальция, чем нитрит кальция в гидронитриалюминат, причем ННХ усиливает эту реакцию.

Полученные данные носят закономерный характер и позволяют прогнозировать длительность ингибирующего действия нитрита кальция в ННХК. Вместе с тем, детальный анализ показывает, что, хотя добавка ННХК менее агрессивна в отношении арматуры, чем чистый хлорид кальция в той же дозировке, при введении в керамзитобетон с проволочной преднапряженной арматурой возрастает

разброс данных между максимальными и минимальными значениями  $\delta_p$ ,  $\delta_3$  и  $\sigma_{в}$ . Это свидетельствует о тенденции к местному характеру коррозии стали.

Проведенные в атмосферных условиях натурные испытания балок из конструктивного керамзитобетона с ННХК не могут служить основанием для того, чтобы рекомендовать эту добавку в бетоны, армированные тонкой (диаметром 3 мм) высокопрочной преднапряженной проволокой из стали класса В-II и других классов, склонных к хрупкому разрушению.

Введение добавки ННХ при соотношении в ней нитрита к нитрату кальция не ниже 1:1 по массе в дозировке, близкой к оптимальной по технологическим возможностям и по ингибирующей способности (2,5%), не оказывает отрицательного влияния на состояние преднапряженной арматуры: ни один из показателей за 7,5 лет испытаний не ухудшился (см. табл. 1). Не изменилась и дисперсия по сравнению с бетоном без добавок. Эти данные согласуются с результатами 9-летних испытаний преднапряженной арматуры класса Ат-V диаметром 14 мм в тяжелом бетоне нормально-влажностного твердения в присутствии 3% ННХ (1,5% нитрита кальция).

Анализ на содержание нитрит-ионов поровой жидкости и твердой фазы керамзитобетона с ННХ установил, что за 7,5 лет в поровой жидкости керамзитобетона сохранилось 44% всего нитрита кальция.

Таким образом, добавку ННХ с содержанием в ней не менее 50% нитрита кальция можно рекомендовать к применению в преднапряженных железобетонных конструкциях из тяжелого бетона и керамзитобетона независимо от условий твердения при использовании стержневой арматуры класса Ат-V и проволочной класса В-II (или аналогичных им по коррозионной стойкости и склонности к коррозионному растрескиванию). При этом должна быть обеспечена проектная толщина защитного слоя и исключено проникание в бетон агрессивных ионов.

Добавки ННХ и ННХК хорошо сочетаются с пластификаторами на основе лигносульфонатов (СДБ) и с суперпластификаторами нафталин-формальдегидного типа (С-3), причем эти органические добавки не способствуют усилению или локализации коррозии арматуры. Сделанные выводы можно распространить и на комплексные добавки.

В Северодонецком ПО «Азот» в 1988 г. будет организовано производство технического нитрита кальция, а на Лисичанском содовом заводе — добавки типа ННХК, обогащенной нитритом кальция.



## «Стройиндустрия-87»

В период с 27 мая по 5 июня в московских выставочных комплексах «Красная Пресня» и «Сокольники» состоялась вторая международная выставка «Стройиндустрия — 87» с участием более 400 зарубежных фирм из 23 стран и широким представительством организаций строительного комплекса СССР.

Промышленность сборного железобетона, являющегося основой индустриальной базы строительства у нас в стране, нашла свое отражение на стендах практически всех стран-участниц выставки.

Заводское изготовление конструкций с помощью современных кассетно-конвейерных и роторно-конвейерных линий, позволяющих существенно снизить трудозатраты и металлоемкость производства, было представлено в советском разделе выставки. Здесь же были экспонированы гелиополигон производительностью 21 тыс. м<sup>3</sup>/год, дающий снижение расхода условного топлива до 70 кг на 1 м<sup>3</sup> изделий, линия литьевой технологии производства бетона, линия отделки фасадной поверхности стеновых панелей и другие разработки, освоенные некоторыми передовыми предприятиями страны.

Из зарубежных фирм обратила на себя внимание фирма «Кестинг» (ФРГ), специализирующая на проектировании и строительстве заводов по изготовлению крупных панелей для жилых, общественных и производственных зданий с применением различных технологий, в том числе конвейерной и кассетной. Серьезное внимание фирма уделяет качеству изделий, их внешнему виду. При помощи специальных резиновых вкладышей фирма производит широкий ассортимент панелей с рельефной поверхностью, добиваясь их максимальной архитектурной выразительности. В случае применения панелей с плоским фасадом фирма рекомендует производить их окончательную окраску только в смонтированном виде.

Концерн «Серипрефа» (Франция) накопил значительный опыт в проектировании и изготовлении крупнопанельных железобетонных конструкций на стендах, в кассетно-формовочных машинах и на

поточных линиях с использованием робототехники и вычислительных машин.

В настоящее время во Франции ведутся работы по созданию единой автоматизированной системы, в которой будут заложены данные о наличии различных типов готовых конструкций. В созданном при помощи ЭВМ архитектурном прототипе производится разложение спроектированного сооружения на составные элементы, соответствующие этим типам конструкций. Затем с помощью ЭВМ производится оценка прочности и стоимости сооружения, составление чертежей и планирование изготовления недостающих конструкций. Использование достижений в области информатики и технологии позволило недавно в одном из районов Парижа построить 81-квартирный дом за 50 дней.

Экструзионная система формования сборных преднапряженных железобетонных панелей была представлена финской фирмой «Нарма Инжиниринг». Система позволяет изготавливать обычные и утепленные панели многоцелевого назначения шириной 1,2 м и длиной до 20 м под разные нагрузки. Обращает на себя внимание высокая степень автоматизации всех процессов проектирования и изготовления плит, управление которыми осуществляется с помощью ЭВМ.

Объединение «Легкие строительные материалы» (ЧССР) представило технологическую линию по укрупнительной сборке ячеистобетонных панелей производительностью 15 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год при двухсменной работе. Панели, предназначенные для ограждения жилых, гражданских и промышленных зданий, собираются с помощью стальных болтовых соединений. Представлены были, кроме того, изделия из ячеистого бетона в виде стеновых камней, вертикальных и горизонтальных стеновых панелей и перегородочных плит.

В советском разделе выставки был представлен комплекс машин и оборудования для изготовления изделий из сланцевого ячеистого бетона включая линию укрупнительной сборки и отделки

панелей производительностью 27 тыс. м<sup>3</sup> изделий в год.

Подтверждением интереса к применению в современном строительстве легких материалов с высокими теплоизолирующими свойствами является представленная австрийским объединением «Сикабрик» технологическая линия по производству стеновых блоков из ячеистого бетона плотностью от 500 до 800 кг/м<sup>3</sup> при средней прочности от 5 до 15 МПа.

Об этом же свидетельствуют изделия в виде трехслойных стеновых панелей с эффективной теплоизоляцией из пенопластов, технология которых экспонировали голландская фирма «Эльтен инжиниринг» и французская «Линдустриель де префабрикасион», причем тонкие наружные бетонные слои в этих изделиях предусмотрены из стеклофибробетона.

Заводское производство изделий из полимербетона было представлено фирмами ФРГ «АДМ» и «Респекта».

Фирмы эти достаточно хорошо известны, и некоторые образцы их оборудования уже работают на предприятиях нашей страны. Здесь, видимо, следует отметить новую тенденцию — применение бетонов при изготовлении изделий для станкостроения, особенно с появлением в конструкциях литьевых машин насадок для нарезки и введения в смесь для армирования изделий стекловолокна.

Фирма «Айрих» (ФРГ) показала свой смеситель интенсивного типа, который может успешно использовать для приготовления сталефибробетонных и полимербетонных смесей, а также для серых бетонов. Причем в последнем случае обогрев смесителя осуществляется экономичным газовым теплогенератором.

Существующий в мире интерес к фибровому армированию нашел отражение и на выставке. К уже упомянутым фирмам, применяющим стеклофибробетон, можно добавить итальянскую фирму «Ретифлекс» (группа Монтэдисон), представившую объемное сетчатое фибровое армирование из полипропиленового волокна, обладающего способностью к смачиванию водой, бельгийскую фирму «Беккарт», изготавливающую стальные во-

локна с концевыми анкерами типа «Драммикс» и финскую фирму «Акотек», предлагающую бетон с древесноволокнистым армированием. Следует отметить, однако, что широкого практического применения в строительстве фибровое армирование пока не нашло.

Весьма широко на выставке были представлены машины, отличающиеся высокой степенью автоматизации, производительностью и номенклатурой изделий, предназначенные для изготовления бетонных элементов мощения, бордюрных камней и стеновых блоков. В их числе западногерманские фирмы «Бессер», «Хесс», «Кнауэр» и «Хенке», итальянская «Розакомета», финская «Мека», отечественные машины ВИП-9 и ВИП-13. Появление машин типа «Оптимас» для профилирования основания и укладки брусчатки способствует все более широкому развитию работ этого направления.

Механизация арматурных работ была представлена на стендах фирм «БСГ» (ФРГ) и «Шлаттер» (Швейцария), специализирующихся на скоростных сварочных многоточечных машинах для изготовления арматурных сеток, их гнутья и резки. Машина МГ-901 (Шлаттер) с программным управлением позволяет, например, приварить до 120 поперечных стержней в минуту, в то время как машины «БСГ» способны сваривать сетки с продольной арматурой диаметром до 32 мм.

Отечественная промышленность была представлена автоматизированными линиями по стыковой сварке арматурных стержней и по заготовке и натяжению арматуры электротермическим способом (машина ДМ-2).

Отражением достижений в тепловой обработке бетона являются отечественные теплоизолированные и «пузырьковые» камеры и эффективные газовые теплогенераторы. Интерес вызвала система обработки бетона «холодным туманом», разработанная американской фирмой «Конкюр». По утверждению авторов, предложенная система дает до 90% экономии энергии теплоносителя, но пока широкого распространения не нашла в связи с определенной сложностью управления ею при помощи компьютера.

Не было обойдено вниманием производство железобетонных труб. Фирма «Цюблин» (ФРГ) располагает полным комплектом оборудования по изготовлению бетонных, железобетонных и предварительно напряженных труб диаметром до 4,7 м и пустотелых свай длиной до 50 м. В него входят и автоматические сварочные машины по изготовлению каркасов, оборудование по испытанию труб

гидравлическим давлением и т. д. Фирма «Касагранде» (Италия) также выставила свое оборудование по изготовлению труб длиной 5,5 м и диаметром 1,6 м методом центрифугирования.

В советском павильоне были выставлены технологические линии по производству железобетонных труб, в том числе напорных со стальным сердечником, виброгидропрессованных со спирально-пеллекрестным армированием и многослойных для транспортировки агрессивных жидкостей и газов.

Вызвало интерес участие в выставке специализированной организации «ГБС» (ФРГ), занимающейся анализом повреждений разного рода железобетонных конструкций и восстановлением их эксплуатационных качеств.

Не снижается интерес в мире к строительству из монолитного бетона. Ряд фирм ФРГ представил семейство бетононасосов и бетоносмесителей поршневого и роторного типов в стационарном и передвижном исполнении, а также на автомобильном ходу. Среди экспонатов бетоносмеситель «Путцмайстер» с бетонопораспределительной стрелой до 62 м, смеситель роторного типа фирмы «Вибау» производительностью до 84 м<sup>3</sup>/ч, пригодный для перекачки легкобетонных смесей, бетоносмесительная установка М-1 в зимнем исполнении (совместное производство «Штеттер» (ФРГ) и Минуралсбостроя СССР).

Американская фирма «Ротек» представила свои системы непрерывной подачи бетона конвейерным способом. Скорость ленты конвейера достигает 5 м/с, угол подъема — до 30°, желобчатость формы ленты — до 60°. С помощью виброходов падение бетонной смеси может достигать 30 м. Наборы телескопических конвейеров из легких сплавов монтируются на самоходных шасси и могут быть доставлены в любые труднодоступные места для укладки бетона.

Обратило на себя внимание широкое применение в монолитном строительстве арматуры, покрытой пластиком. В таких случаях вместо сварки применяются оригинальные устройства для вязки каркасов.

Несколько фирм показали образцы своей опалубки для бетона. Среди них известные фирмы «Утинор» (Франция) с различными вариантами объемно-переставной опалубки, западногерманская «Ное», которая наряду с различными типами опалубки и инвентарных лесов специализируется на изготовлении матриц для получения архитектурного бетона. Фирма «Энсо-гуттейт» (Финляндия) представила образцы водостойкой фане-

ры для опалубки, а шведская «Пери» — наборы щитовой опалубки с запатентованными узлами крепления элементов. Организации ГДР демонстрировали интересный комплект оборудования для непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки для сооружений башенного типа.

Отечественная промышленность была представлена разборно-переставной опалубкой «Монолитстрой» для промзданий, переставной деревянной опалубкой «Белсельстрой» для возведения 1...2-этажных жилых домов и термоактивной опалубкой Минюгостроя для производства бетонных работ в зимних условиях.

Можно отметить механическую установку, представленную ГДР, для переработки некондиционного бетона в щебень производительностью до 50 т/ч.

Особое место на выставке занимали фирмы-изготовители испытательного оборудования. Среди них «Эле Интернейшнл» (Англия) с широким выбором приборов и машин по определению механических свойств бетона и его составляющих, в том числе и реологических свойств, итальянские «Текнотест» с автоматизированными компрессионными установками и «Контролс» — изготовитель контрольно-измерительной аппаратуры.

Польское объединение промышленно-сти бетонов ЦЕБЕТ представило приборы по определению реологических свойств бетонных смесей «Вебе» и «Вика», которые могут быть поставлены в течение 6 мес после заказа.

Институт строительства из Братиславы (ЧССР) демонстрировал пластмассовые формы для изготовления бетонных контрольных кубов и магнитоупругий динамометр, которые могут найти широкое применение в практике экспериментальных работ, включая заводские лаборатории.

Характерной особенностью выставки явилось участие в ней институтов и объединений социалистических стран, которые, как например, проектно-исследовательский центр БИСТЫП (ПНР), предлагают свои услуги для выполнения широкого круга проектных, изыскательских и исследовательских работ в международном плане, в том числе и на кооперационной основе.

Подводя итоги выставки, следует отметить, что дальнейшее развитие железобетона идет в направлении совершенствования автоматизированных технологических процессов изготовления с применением современных средств информатики, увеличением доли композитных конструкций высокого качества.

ДЕМЯНЮК П. А.  
В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ



## Читательские конференции

Для обсуждения работы редакции журнала «Бетон и железобетон», а также выбора нового Совета содействия журналу по Западной Сибири (см. 3-ю стр. обложки этого номера) в январе нынешнего года в Новосибирске была проведена читательская конференция строительного научно-технической общественности этого региона.

Участники ее отметили, что наибольший интерес для них представляет публикуемая в журнале информация о новых видах железобетонных конструкций, арматуры, тонкостенных пространственных конструкций. Положительно оценены статьи рубрик «Заводское производство», «В помощь проектировщику», «Долговечность», материалы о теоретических исследованиях напряженно-деформированного состояния конструкций.

Одновременно было обращено внимание на недостаточность освещения в журнале таких проблем, как реконструкция, усиление железобетонных конструкций, защита их от агрессивных воздействий. Следует увеличить число публикаций, содержащих анализ случаев аварий, сведения об использовании в отрасли ЭВМ. Специалистам не хватает информации о предполагаемых изменениях норм расчета и находящихся в разработке типовых конструкциях.

Участники конференции выразили мнение о том, что публикуемые в журнале статьи производственного характера зачастую малоинформативны ввиду того, что в них излагается сугубо «местный» опыт и, как правило, отсутствуют обобщающие выводы и рекомендации. Высказывалось предложение разработать единую форму представления данных по результатам испытания конструкций. Такие данные, по мнению авторов этого предложения, должны содержать сведения о типах и марках конструкций, способах их изготовления, характеристиках материалов. В журнале такие данные по единому образцу должны занимать 2...3 строки в табличной форме и не иметь дополнительных разъяснений. Такая форма подачи информации позволит существенно экономить площадь бумажных полос. Ряд выступавших предлагал усилить теоретический аспект журнала с более четким разделением его на теоретическую и производственную части. Высказанные участниками читательской

конференции замечания и рекомендации будут использованы редакцией и редколлегией для выработки мероприятий по дальнейшему улучшению журнала в свете нынешних больших задач, поставленных перед всеми участниками строительного комплекса страны.

В мае 1987 г. в Киеве состоялась читательская конференция редакции журнала «Бетон и железобетон» с представителями инженерно-технической общности Украины. На конференции присутствовали также участники ежегодной сессии Украинского филиала национального комитета ФИП, проходившей в это время в Киеве. Всего в конференции участвовало около 100 специалистов.

С докладом о работе редакции за последние годы и об основных задачах журнала на ближайшую перспективу, вытекающих из решений XXVII съезда КПСС, выступил главный редактор журнала д-р техн. наук, проф. К. В. Михайлов.

Он, в частности, отметил, что основное внимание редакция уделяет публикации статей и материалов, освещающих передовой опыт предприятий сборного железобетона по повышению качества производства конструкций, а также статей по теории железобетона, современным методам проектирования конструкций, бетонам, арматуре, экономике, монолитному железобетону. В течение двенадцатой пятилетки планируется подготовить 5...6 тематических номеров журнала по актуальным вопросам отрасли. В ближайших тематических номерах будут опубликованы статьи по добавкам в бетон и экономии металла. Докладчик обратил внимание на то, что вклад научно-технической общественности Украины в деятельность журнала еще не достаточен: необходим приток статей с результатами опытного применения конструкций, материалов, новых технологий, следует шире освещать ход перестройки на предприятиях и в организациях Украины, связанных с производством и применением бетона и сборного железобетона.

Далее выступил член редколлегии журнала «Бетон и железобетон», директор НИИ строительных конструкций Госстроя СССР А. И. Буракас, отметивший хорошие контакты ученых института с журналом. За последние пять лет журнал опубликовал около 40 статей сотрудников института. Немалую роль в этом сыграла группа содействия журналу «Бетон и железобетон» при НИИСК.

Выступившие на читательской конференции ведущие специалисты строительных, проектных и научно-исследовательских организаций отметили высокий уровень, современность и полезность публикаций журнала, освещающего не только

передовой отечественный, но и зарубежный опыт. Это помогает ориентироваться как в различных направлениях теоретических исследований, так и в практических вопросах конструирования и технологии производства железобетонных изделий.

Вместе с тем участники конференции высказали ряд пожеланий и замечаний в адрес редакции, учет которых, по их мнению, будет способствовать повышению интереса специалистов-строителей к тематике журнала.

Старший научный сотрудник НИИСК В. И. Скатынский сказал, что для оказания практической помощи производству целесообразно ввести в журнале постоянную рубрику «Перестройка», в которой следует отражать накопленный опыт и встречающиеся трудности в этом деле.

Заместитель директора по научной работе института КрымНИИпроект В. Г. Плетминцев рекомендовал усилить работу по ускорению внедрения теоретических разработок в практику строительства, публиковать больше материалов по экономике железобетонных конструкций, в том числе инструктивных материалов и статистических данных, позволяющих обоснованно определять экономическую эффективность новых железобетонных конструкций и технологий их производства.

Заведующий Центральной научно-исследовательской лабораторией Главкиевгорстроя М. Ю. Лещинский подчеркнул необходимость шире комментировать и разъяснять ГОСТы, предложил публиковать материалы о наиболее характерных ошибках при строительстве различных объектов, что, по его мнению, поможет избежать их в дальнейшем. Старший научный сотрудник НИИСК А. Н. Бамбура считает целесообразным увеличить в журнале число статей дискуссионного характера.

Читательская конференция рекомендовала: создать группы содействия журналу «Бетон и железобетон» во всех научно-исследовательских и проектных организациях строительного профиля Украины; публиковать на страницах журнала материалы о перестройке в строительстве, по вопросам практического использования прогрессивных теоретических разработок, обзорные статьи, материалы о характерных ошибках, допущенных при строительстве объектов, статьи дискуссионного характера, информировать читателей о подготовке очередных тематических номеров, комментировать ГОСТы и другие нормативные документы; создать при журнале информационный отдел, освещающий уровень типовых конструкций в СССР и за рубежом.

## Новые рубежи строительства

Лепский В. И., Паньшин Л. Л., Кац Г. Л. **Полноборные конструкции общественных зданий.** — М.: Стройиздат, 1986.

Перестройка народного хозяйства страны связана с увеличением объемов жилищно-гражданского строительства. Поставленные партией задачи нацеливают работников отрасли на беспрецедентные темпы роста жилой застройки при одновременном повышении ее архитектурных и социальных характеристик. При этом должно быть ликвидировано хроническое отставание сферы культурно-бытового обслуживания населения. Уже к 1990 г. суммарная площадь возводимых общественных зданий — школ, детских садов, яслей, поликлиник, объектов бытового обслуживания должна быть удвоена. В свете этих задач рецензируемая книга чрезвычайно актуальна.

В ней обобщены важнейшие результаты многолетних работ по созданию индустриальных конструктивных систем для массового строительства общественных зданий. Высокие показатели снижения материалоемкости и трудовых затрат этих систем позволяют рассматривать их внедрение в качестве важнейшего направления технического прогресса в двенадцатой пятилетке и на последующий период.

Авторы знакомят читателя со структурой Единого общесоюзного каталога унифицированных железобетонных изделий гражданского строительства, который состоит из двух разделов, включающих соответственно крупнопанельные и каркасно-панельные конструкции.

Бескаркасные общественные здания характеризуют принципиально новую ступень индустриализации. Серия 1.0901-1 крупнопанельных конструкций представляет собой открытую унифицированную систему и позволяет возводить массовые объекты соцкультбыта в городах и сельской местности, полностью решая проблему комплексной застройки на основе поточного высокопродуктивного заводского производства. Опыт проектирования подтвердил универсальность конструктивной системы и ее практические неограниченные архитектурно-планировочные возможности. Серия обеспечивает экономии металла, трудозатрат — на 15, сметной стоимости строительства — на 3%.

Каркасно-панельный раздел Единого

каталога представлен серией 1.020-1/83, в которой впервые реализована идея межвидовой унификации. Система типовых конструкций серии включает изделия для этажей высотой 3,3...7,2 м, пролетов 3...12 м, с нагрузками на перекрытия до 2000 кгс/м<sup>2</sup> (в перспективе до 3000 кгс/м<sup>2</sup> и более). С ее использованием можно возводить любые многоэтажные общественные здания и подавляющее большинство промышленных, резко сокращая номенклатуру изделий, осваиваемых предприятиями сборного железобетона, и создавая предпосылки значительного роста производительности труда в стройиндустрии.

В книге приведены сведения о конструктивных решениях элементов и узлов обеих серий. Рассмотрен расчет несущих

## Легкие бетоны с применением зол электростанций

Иванов И. А. **Легкие бетоны с применением зол электростанций.** — М.: Стройиздат, 1986. — 132 с.

Выход в свет книги профессора И. А. Иванова своевременен и имеет большое значение для развития технического прогресса в строительстве.

В книге рассматриваются научные обоснования и практические направления использования зол электростанций и развитие на их основе прогрессивных строительных материалов, особенно легкого бетона. Это решает комплексную проблему по строительству жилых зданий со снижением материальных ресурсов (цемента, стали), уменьшением расхода топлива на обогрев зданий, использованием отходов — зол электростанций и др.

Значительное место уделяется классификации и улавливанию золы, влиянию этого передела на однородность продукта, что очень важно в процессе приготовления бетонов заданного состава и свойств. Рассмотрены также тех-

систем зданий по предельным состояниям с использованием вычислительной техники.

Крупным достоинством рецензируемой монографии является широкое освещение проблем технологии заводского изготовления изделий. Подробные рекомендации по выбору оборудования и оптимальной организации производства способствуют непосредственному внедрению прогрессивных конструктивных систем.

В качестве замечания следует отметить недостаточно полную оценку перспективы развития прогрессивных полноборных конструктивных систем с учетом применения новых технологических принципов и эффективных строительных материалов. Не все аспекты проектирования полноборных общественных зданий освещены с необходимой полнотой — в частности, расчет крупнопанельных несущих систем и их элементов изложен излишне схематично.

Книга заинтересует проектировщика, производственника, научного работника. Она построена на материале, непосредственно связанном с перспективами развития строительства.

Н. Н. СКЛАДНЕВ, д-р техн. наук, проф.

нология приготовления бетонов с золой и их рациональное использование в условиях коррозии арматуры, для повышения физико-механических свойств, сцепления с арматурой, снижения влажности готовых изделий и др. В книге приведены практические рекомендации для производственных организаций.

Следует пожелать автору при переиздании книги более полно показать методы подбора состава бетона с использованием химических добавок.

Достоинством книги является наличие в ней обширной библиографии по использованию зол на русском и иностранных языках. Она хорошо подготовлена и издана. Книга будет ценным пособием для научных работников, инженерно-технического персонала строек и студентов.

П. Ф. ШУБЕНКИН, проф.

УДК 693.56:614.2

Чечелев В. В., Галикян К. А., Зайцев А. Ф. Применение напрягающего бетона при строительстве лечебно-оздоровительного комплекса // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 8—10

Описаны конструкция и технология выполнения жесткой паро- и гидроизоляции полов и стен помещений с мокрым и влажным режимами из растворов и бетонов на НЦ при возведении лечебно-оздоровительного комплекса. Приведены данные о снижении стоимости и повышении эффективности гидроизоляции полов и стен мокрых и влажных помещений. — Табл. 1.

УДК 69.057.2:691.54

Зурабян А. С., Черепнев Б. А. Напрягающий бетон в объемно-блочном домостроении // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 10—11

Показано, что решение ряда задач, связанных с совершенствованием объемно-блочного домостроения, позволяет повысить эффективность этого метода строительства. Приведены результаты комплексных исследований объемных блок-комнат на НЦ, включая экспериментальные исследования трещиностойкости моделей блоков. Описан промышленный опыт применения НЦ и суперпластификатора С-3 на заводах объемно-блочного домостроения страны. — Ил. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 69.024:699.82

Исламов Д. Ш. Безрулонная крыша из напрягающего бетона в условиях сухого и жаркого климата // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 12—13

Предложены составы и режимы твердения бетонов на НЦ для применения в элементах безрулонной кровли в условиях сухого и жаркого климата, показана их высокая атмосферостойкость, морозостойкость и водонепроницаемость, определены технологические параметры изготовления панелей безрулонной кровли. — Ил. 2, табл. 2.

УДК 666.9.055:666.974.6

Литвер С. Л., Рагольский А. С. Технологические особенности напрягающего бетона при формировании методом напорного нагнетания // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 14—15

Рассмотрена разработка и опытное внедрение безвибрационной технологии возведения сборных и монолитных железобетонных самонапряженных конструкций методом напорного нагнетания с последующей гидродинамической опрессовкой литой пластифицированной напрягающей бетонной смеси. Приведены данные по изучению перекачиваемости бетонных смесей различной подвижности, а также физико-механические свойства напрягающего бетона, подвергнутого при формировании действию опрессовочных усилий различной интенсивности и продолжительности. — Ил. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691—412:624.193

Цельносекционные обделки из напрягающего бетона в метростроении / В. И. Петренко, В. И. Корешков, В. А. Лысяк, Г. М. Мартиросов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 17—18

Описан опыт сооружения железобетонной обделки перегонных тоннелей, изготовленной из напрягающего бетона, которая эксплуатируется в обводненных грунтах без специальной гидроизоляции. — Ил. 2.

УДК 624.953.012.35

Цилиндрические сборные резервуары с применением напрягающего бетона / В. Д. Будюк, А. А. Кондратчик, В. В. Тур и др. // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 19—20

Описано конструктивное решение сборных цилиндрических резервуаров и канализационных насосных станций с применением в стыках напрягающего бетона. Даны результаты обследования построенных сооружений, показавшие хорошие эксплуатационные качества. Приведены технико-экономические показатели разработанных конструкций по сравнению с типовыми решениями. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 666.9.055:666.974.6:691.147

Обухов А. Н., Руденко И. Ф., Селиванова С. А. Повышение прочности стаффибробетона на НЦ при роликовом формировании // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 20—21.

Изложены преимущества использования напрягающего цемента в фибробетонах роликового формирования. — Табл. 3. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 624.075.23

Маилян Д. Р. Способы изготовления колонн с высокопрочной предварительно сжатой арматурой // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 25—26

Показана эффективность применения в сжатых железобетонных колоннах предварительно сжатой высокопрочной арматуры. Предложены способы, обеспечивающие устойчивость арматурных стержней при их предварительном сжатии до бетонирования элемента. — Ил. 2. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 624.156:624.042.5

Николаевский М. Ю. Влияние температурного режима свайных ростверков на их напряженное состояние // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 26—28

Приведены результаты экспериментальных и расчетных исследований осевых усилий в сваях, напряжений в арматуре и бетоне ростверка, возникающих при изменении температурного состояния. Рассмотрены причины появления напряжений. Разработаны технологические мероприятия, позволяющие снизить негативные последствия (появление напряжений, трещин) температурных воздействий строительного периода. Показана необходимость учета температурного фактора при проектировании свайных фундаментов с массивными железобетонными ростверками. — Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 69.003:658.53:691.014.18

Скуватов В. И. Промышленности сборного железобетона — нормативную базу по затратам труда // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 32—33

Обосновывается необходимость разработки общесоюзных нормативов времени на выполнение технологических операций в производстве сборного железобетона. Предлагается разработать фонд карт типовых решений организации рабочих мест для выполнения типовых технологических операций, которые должны составить основу для разработки научно обоснованных нормативов времени на выполнение технологических операций. — Библиогр.: 7 назв.

УДК 69.024.81:539.4

Колтынюк В. А. Особенности расчета прочности по наклонным сечениям балок, расположенных под стенами // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 34—35

Рассмотрены особенности предельного состояния, возможные формы разрушения балок, расположенных под стенами, в приопорных зонах. Предложена методика расчета прочности балок по наклонным сечениям с учетом влияния стены. Даны практические рекомендации по расчету. — Ил. 2. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.328:620.191.33

Нехотин В. П. Расчет поперечного давления на бетон в зоне анкеровки стержневой арматуры // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 36—37

Определены условия применения задачи Ляме к расчету прочности бетона на раскалывание в зоне анкеровки профилированной арматуры. Приведены расчетные значения предельного поперечного давления, передаваемого выступами арматуры на бетон, для стержней разных диаметров. Указана возможность оптимизации профиля стержней, уменьшения поперечного давления на бетон. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 666.97.035.55

Цесис Р. А. Расчет толщины ограждения ямных пропарочных камер // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 37—38.

Предложена и обоснована методика расчета толщины ограждений ямных пропарочных камер по критерию минимума расхода тепловой энергии. Приведен пример расчета. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 69.057.13:691.87:620.193

Красовская Г. М. Стойкость против коррозионного растрескивания термически упрочненных стыков // Бетон и железобетон. — 1987. — № 9. — С. 40—41

Изложены результаты исследования склонности к коррозионному растрескиванию сварных стыков термически упрочненной арматуры класса Ат-V диаметром 12 мм, изготовленных на автоматизированной линии для контактно-стыковой сварки с последующей термической обработкой. Показано, что при оптимальных технологических режимах сварные стыки термически упрочненной арматуры практически не увеличивают ее склонность к коррозионному растрескиванию. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 3 назв.

## CONTENTS

## CONTENU

## INHALTSVERZEICHNIS

Zaitsev V. F., Ivanov V. I., Mikhailov V. V., Karakovsky A. K., Khodzhaev S. A., Mikhailov I. V., Ossokine P. K., Khanamov N. Tsch. Selfstressed pressure piping with diameter of 4...7 m

Mikhailov I. V., Bejlina M. I. Stressing cement for prestressed structures

Tchetcheleu V. V., Galikjan K. A., Zaitsev A. F. Application of stressing concrete in construction of medical sanitation complex

Zourabjan A. S., Tcherepnew B. A. Stressing concrete in volumetric-pulleys building construction

Islamov D. Sh. Non-rouleaus roof from stressing concrete in conditions of dry and torrid climate

Litver S. L., Ragolsky A. S. Technological peculiarities of stressing concrete during moulding by the method of pressure forcing

Shirokov V. S., Gogolev Yu. A. Radial pressing of non-pressure self-stressed pipes

Petrenko V. I., Koreshkov V. I., Lysjak V. A., Martirossov G. M. Safesectional planking from stressing concrete in metro construction

Budjuk V. D., Kondratichik A. A., Tur V. V., Gashko V. I., Nitsky Yu. A., Denisov S. F., Kondratjuk V. K. Cylindrical precast reservoirs with application of stressing concrete

Obukhov A. N., Rudenko I. F., Selivanova S. A. Increase of resistance of steel-fibre-concrete on NTs during roller moulding

Pankina S. F., Dellos K. P., Obukhov B. V., Titov Yu. N. Laying of levelling layer from stressing concrete on bridges-autoroads

Ajrapetov G. A., Pantchenko A. I., Nesvetaev G. V. Frost-resistance of stressing concretes after steaming

Mailjan D. R. Modes of production of columns with high-strong pre-compressed steel framework

Nikolaevsky M. Yu. Influence of temperature regime of pile grillages on their stressed state

Koltynuk V. A. Peculiarities of calculation of strength according to inclined sections of beams placed under walls

Nekhotin V. P. Calculation of transversal pressure on concrete in zone of pivotal steel framework anchorage

Tsesis R. A. Calculation of thickness of hole steaming cells barriers

Krasovskaja G. M. Corrosion cracking resistance of joints strengthened by thermal treatment

Zaitsev V. Ph., Ivanov V. I., Mikhailov V. V., Karakovsky A. K., Khodzhaev S. A., Mikhailov I. V., Ossokine P. K., Khanamov N. Tsch. La conduite forcée auto-contrainte avec le diamètre égal a 4...7,5 m

Mikhailov I. V., Bejlina M. I. Le ciment contraint pour les structures pré-contraintes

Tchecheleu V. V., Galkine K. A., Zaitsev A. Ph. L'application du béton contraint dans la construction de l'ensemble d'assainissement médical

Zourabjan A. S., Tcherepnew B. A. Le béton contraint dans la construction des bâtiments en blocs volumétriques

Islamov D. Ch. Le toit sans-rouleaux en béton contraint dans les conditions du climat sec et torride

Litver S. L., Ragolsky A. S. Les particularités technologiques du béton contraint dans le formage par la méthode d'injection forcée

Chirokov V. S., Gogolev Yu. A. Le pressage radial des conduites contraintes non-forcées

Petrenko V. I., Korechkov V. I., Lysjak V. A., Martirossov G. M. Les coffrages d'une seule section en béton contraint dans la construction du métro

Bouduk V. D., Kondratichik A. A., Tour V. V., Gashko V. I., Nitsky Yu. A., Denisov S. Ph., Kondratjuk V. K. Les réservoirs cylindriques préfabriqués avec l'application du béton contraint

Oboukhov A. N., Roudenko I. Ph., Selivanova S. A. L'augmentation de la résistance d'acier-fibro-béton sur NTs dans le formage par rouleaux

Pankina S. Ph., Dellos K. P., Oboukhov B. V., Titov Yu. N. La coulée de la couche aplanissante en béton contraint sur les ponts-routes

Ajrapetov G. A., Pantchenko A. I., Nesvetaev G. V. La résistance au gel des bétons contraints après l'étuvage

Mailjan D. R. Les procédés de la fabrication des colonnes avec des armatures à haute résistance précomprimées

Nikolaevsky M. Yu. L'influence du régime de la température des radiers-sur-pilotis sur leur état contraint

Koltynuk V. A. Les particularités de calcul de la résistance d'après les sections obliques des poutres situées sous les murs

Nekhotine V. P. Le calcul de la pression transversale sur le béton dans la zone d'ancrage des armatures en barres

Sajzew W. F., Iwanow W. I., Michajlow W. W., Karakowskij A. K., Chodshajew S. A., Michajlow I. W., Ossokin P. K., Chanamow N. Tsch. Selbstgespannte Druckrohrleitung mit dem Durchmesser von 4...7,5 m

Michajlow I. W., Bejlina M. I. Expansivzement für vorgespannte Konstruktionen

Tschetschelew W. W., Galikjan K. A., Zajzew A. F. Anwendung des Expansivbetons beim Bauen des Heilgenesungskomplexes

Sarubjan A. S., Tcherepnew B. A. Expansivbeton für Raumzellenhausbauweise

Islamow D. Sch. Gerolltloses Dach aus Expansivbeton in Verhältnissen des trockenen und heißen Klimas

Litver S. L., Ragolskij A. S. Technologische Besonderheiten des Expansivbetons für Formgebung durch Methode des Druckeninjektion

Shirokow W. S., Gogolew Ju. A. Radiales Pressen von drucklosen Rohren aus selbstvorspannendem Beton

Petrenko W. I., Koreschkow W. I., Lysjack W. A., Martirossov G. M. Ganzsektionsauskleidungen aus Expansivbeton im Untergrundbahnbau

Budjück W. D., Kondratichik A. A., Tur W. W., Gaschko W. I., Nizkij Ju. A., Denissov S. F., Kondratjuk W. K. Vorgefertigte zylindrische Behälter unter Anwendung des Expansivbetons

Obuchow A. N., Rudenko I. F., Selivanowa S. A. Erhöhung der Festigkeit des Stahlfaserbetons unter Anwendung des Expansivzements bei Rollenformgebung

Pankina S. F., Dellos K. P., Obuchow B. W., Titov Ju. N. Ausbildung der Ausgleichschicht aus Expansivbeton in Autobahnbrücken

Ajrapetow G. A., Panschenko A. I., Neswetajew G. W. Frostbeständigkeit von Expansivbetonen nach der Dampfbehandlung

Mailjan D. R. Herstellungsverfahren von Stützen mit hochfester Vordruckbewehrung

Nikolajewskij M. Ju. Einfluss der Temperaturverhältnisse von Pfahlgerüsten auf ihren Spannungszustand

Koltynjück W. A. Besonderheiten der Festigkeitsberechnung nach schrägen Querschnitten der unter Wänden liegenden Träger

Nechotin W. P. Berechnung des Querdrukkes auf Beton im Verankerungsbereich der Stabbewehrung

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

Технический редактор Е. Л. Сангурова

Корректор Т. Г. Бросалина

Сдано в набор 13.07.87.

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>

Тираж 14 378 экз.

Печать высокая.

Подписано в печать 06.08.87.

Усл. печ. л. 6,0

Усл. кр.-отт. 6,75

Т-16224

Уч.-изд. л. 8,46

Зак. № 201

Почтовый адрес редакции 101442, ГСП, Москва, Каляевская, 23а  
Тел. 292-41-34, 292-62-05

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Вологодская областная универсальная научная библиотека

## Состав Совета содействия журналу «Бетон и железобетон» по Западной Сибири

- А. М. Болдышев** — зав. кафедрой строительных конструкций Томского ИСИ, канд. техн. наук
- Г. М. Власов** — зав. кафедрой мостов Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки и техники РСФСР (председатель)
- В. В. Габрусенко** — начальник отдела СКТБ стройиндустрии Минуралсибстроя СССР
- В. Н. Гаманюк** — директор Сибирского филиала КТБ НИИЖБ
- Я. И. Денисов** — зам. начальника Сибкадемстроя
- Л. В. Енджиевский** — зав. кафедрой строительных конструкций Красноярского ИСИ, д-р техн. наук, проф.
- В. Г. Коровин** — начальник отдела института СибЗНИИЭП
- В. М. Круглов** — доцент кафедры мостов Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, канд. техн. наук (секретарь)
- Е. К. Маевский** — зав. кафедрой железобетонных конструкций Новосибирского ИСИ, канд. техн. наук (зам. председателя)
- В. М. Митасов** — доцент кафедры железобетонных конструкций Новосибирского ИСИ, канд. техн. наук
- В. В. Напалков** — гл. инженер треста Алтайстройиндустрия
- Г. И. Пирожков** — доцент кафедры строительных конструкций Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта, канд. техн. наук
- Г. И. Рацкевич** — зам. начальника Главновосибирскстроя
- Ю. М. Седельницкий** — управляющий трестом Стройиндустрия Главкузбасстроя
- В. А. Селиванов** — доцент кафедры строительных конструкций Сибирского автомобильно-дорожного института, канд. техн. наук
- В. М. Титов** — главный технолог Красноярского комбината железобетонных и металлических конструкций
- В. М. Хрулев** — зав. кафедрой полимеров и технологии бетонов Новосибирского ИСИ, д-р техн. наук, проф.

# ВНИМАНИЮ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

Во ВНИИЭСМе Минстройматериалов СССР функционирует отраслевая автоматизированная система научно-технической информации (АСНТИ-СМ) по тематике «Производство строительных материалов и изделий».

Обслуживание производится в режимах избирательного распространения информации (ИРИ) — по перечню стандартных постоянно действующих запросов, ретроспективного поиска (РП) с ретроспективой 2—3 года и копиями базы данных на магнитных лентах.

Информационная база АСНТИ-СМ формируется из вторичных документов в формате БКР (библиографическое описание, ключевые слова, реферат) и охватывает все вопросы производства строительных материалов и изделий.

По видовому составу информационная база АСНТИ-СМ охватывает следующие виды источников: отечественные и зарубежные журналы, издания ВНИИЭСМа, труды институтов, нормативно-техническая документация, депонированные рукописи, информационные карты на рационализаторские предложения, информационные, пристендовые и каталожные листки, книги, материалы конференций, отчеты о внедрении новой техники.

В 1988 г. будут использоваться информационные базы НПО «ПОИСК», ВНИИцентра и ВНИИИСа по указанной тематике.

Система обеспечивает копиями зарубежных периодических научно-технических изданий на микрофишах согласно «Каталогу оперативной сигнальной информации по иностранным журналам». Журнал копируется полностью по мере его поступления. Наряду с этим потребители обслуживаются копиями депонированных рукописей и нормативно-технической документации на микрофишах по системе ИРИ.

*Обслуживание проводится в соответствии с платным договором (по абонементу), заключенным организациями и предприятиями с ВНИИЭСМом. Желающие встать на обслуживание должны не позднее 1 ноября 1987 г. прислать заявку (по адресу: 125171, Москва, Ленинградское шоссе, 16, ВНИИЭСМ отдел АСНТИ), на основании которой будет выслан договор.*

*Справки по телефону 923-97-73*