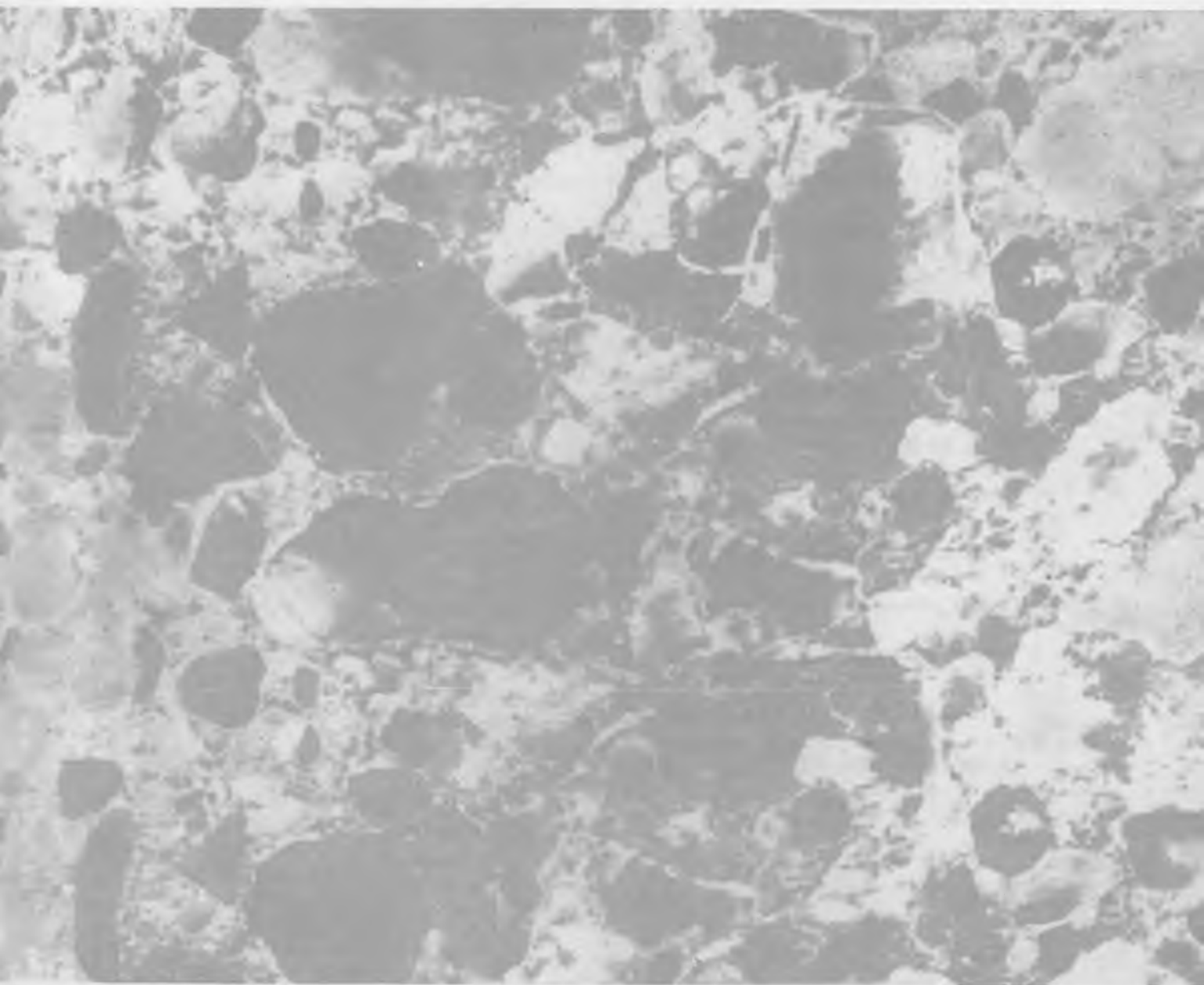


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 10

1983



Состав совета содействия журналу «Бетон и железобетон» по Узбекской ССР

- Я. А. Арадовский** — ТашЗНИИЭП, канд. техн. наук;
- Б. А. Аскарлов** — ТашПИ, канд. техн. наук;
- А. А. Ашрабов** — ТашДИ, канд. техн. наук;
- А. Б. Ашрабов** — ТашПИ, д-р техн. наук;
- Л. Д. Журбас** — РПО Стройиндустрия Минстроя УзССР, инж.;
- И. К. Касымов** (председатель) — ТашПИ, д-р техн. наук;
- С. М. Квенцель** — Гипротяжпром, инж.;
- А. Б. Кузанов** — Госстрой УзССР, канд. техн. наук;
- Р. А. Мельник** — СамГАСИ, канд. техн. наук;
- Б. И. Нудельман** — НИИСтромпроект, д-р техн. наук;
- В. М. Пунагин** — ТИИМСХ, канд. техн. наук;
- Г. И. Ступаков** (зам. председателя) — ТашИИТ, канд. техн. наук;
- М. И. Тахиров** — ТашИИТ, канд. техн. наук;
- Е. С. Темкин** — Минстрой УзССР, канд. техн. наук;
- Р. Тешабаев** — ФерПИ, канд. техн. наук;
- Т. Ш. Ширинкулов** — СамГАСИ, д-р техн. наук.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Ищенко И. И. Эффективное сотрудничество 2

Экономия ресурсов

Карчемский М. Ю., *Пацула А. Я.*, *Крамарь В. Г.* Облегченные пустотные панели перекрытий 4

Брауде Ф. Г., *Захаров Б. Н.*, *Осмаков С. А.*, *Востров Ю. С.* Виброударная установка для изготовления железобетонных колец 5

Конструкции

Ахведиани Н. В., *Даниелашвили М. А.*, *Джабуа Ш. А.*, *Лежава Г. И.*, *Шапиро А. В.*, *Гегечкори М. Н.* Оболочка-покрытие рынка в Сухуми 6

Сапожников Н. Я. О перерасходе металла вследствие замены диаметров арматуры 8

Чиненков Ю. В., *Корнев Н. А.*, *Шаймухамбетов К. Ш.* Особенности работы изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона 10

Бетоны

Малинина Л. А., *Лецинский А. М.* Сравнение прочности бетонов в образце и в конструкции 12

Людковский А. М. О влиянии размеров образца на характеристики мелкозернистого бетона 14

Арматура

Семенов А. И., *Максимовский В. А.* Свойства стабилизированной высокопрочной проволочной арматуры 15

Заводское производство

Баран В. В. Влияние технологических факторов на анкеровку арматурных канатов малого диаметра 17

Дергунов Ю. В., *Костыркин Б. В.* Электрогидравлическая очистка металлоформ от остатков бетона 18

В помощь проектировщику

Абаканов М. С., *Крылов С. М.*, *Гуца Ю. П.* Образование и раскрытие нормальных трещин неразрезных балок 19

Вопросы экономики

Рогатин Ю. А., *Глухов В. И.* Экономическая эффективность применения в стенах промзданий однослойных стеновых панелей из различных материалов 21

Долговечность

Кравченко Т. Г., *Левушкин Л. Н.*, *Кныш В. В.* Воздействие растворов солей и электрического тока на бетон подземных сооружений 23

Информация

Михайлов К. В., *Довжик В. Г.* Пути повышения эффективности и качества бетона и железобетона 25

Савенков В. П. Передовой опыт — в практику 27

Библиография

Крылов С. М. Полезная книга 28

Свинухов В. Я., *Константинов И. С.* Новый учебник для профессионально-технических училищ 29

Зарубежный опыт

Волков Ю. С. Опыт эксплуатации преднапряженных корпусов реакторов и защитных оболочек АЭС 29

10

[343]

октябрь 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА

© Стройиздат, 1983

И. И. ИЩЕНКО, зам. председателя Госстроя СССР

Эффективное сотрудничество

Одним из важнейших направлений международного социалистического разделения труда является научно-техническое сотрудничество социалистических стран. XXXII (1978 г.) и XXXIII (1979 г.) сессии Совета Экономической Взаимопомощи одобрили пять долгосрочных целевых программ такого сотрудничества в различных областях народного хозяйства. Одобренные программы содержат около 340 мероприятий, включая 117 проблем по науке и технике. Большая часть мероприятий будет планомерно осуществляться на основе многосторонних и двусторонних соглашений.

В рамках Программы интеграции и кооперирования в научно-технических и хозяйственных областях между СССР и ГДР заключен ряд межправительственных соглашений о совместном проведении научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, организации производства промышленной продукции. Заметное место в их числе занимает соглашение о сотрудничестве в области совершенствования конструкций из бетона и железобетона и технологии их изготовления.

Основной задачей этого сотрудничества является использование опыта обеих стран в деле снижения материальных, энергетических и трудовых затрат при производстве и применении бетонных и железобетонных конструкций в строительстве.

В рамках соглашения намечено: разработать однотипные для СССР и ГДР эффективные железобетонные конструкции для одноэтажных производственных зданий, технологические линии и оборудование по их изготовлению, подготовить совместные предложения по специализации и кооперированию производства и оборудования; провести отбор и экспериментальную проверку экономических химических добавок к бетонной смеси с целью выработки технических требований и предложений для организации их крупномасштабного промышленного производства; разработать высокоэффективные бетонные и железобетонные жаростойкие ограждающие конструкции тепловых агрегатов; усовершенствовать технологию возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона.

Непосредственными исполнителями предусмотренных соглашением работ с советской стороны являются Госстрой СССР, Минпромстрой СССР, Минтяжстрой СССР, Минстрой СССР, Минстройдормаш и Минхимпром. От Госстроя СССР работы, связанные с решением поставленных задач, возглавляет НИИЖБ. Значительный объем работ выполняет ЦНИИ-Промзданий, а к работам, связанным с монолитным бетоном и робототехникой, привлечен ЦНИИОМТП. От строительных министерств в работах активно участвуют специалисты Главприоккстроя и КТИ Минпромстроя СССР, ЭКБ Минтяжстроя СССР, Гипростроммаша Минстройдормаша. Со стороны ГДР основным исполнителем является Министерство строительства. Активное участие в работах принимают Институт промышленного строительства, Бетонпроект, Институт железобетона, а также Комбинат легких бетонов.

Осуществляя программу сотрудничества в рамках межправительственного соглашения, научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные организации СССР и ГДР на основе единой методики провели анализ уровня развития в обеих странах железобетонных конструкций для одноэтажных производственных зданий и отобрали для совместной разработки наиболее широко применяемые в строительстве конструкции железобетонных каркасов зданий — предварительно напряженные бесконсольные колонны высотой до 12,3 м и стропильные балки пролетом 18 м. При этом разработка преднапряженных колонн осуществляется специалистами Советского Союза, а преднапряженных железобетонных балок двутаврового сечения — специалистами ГДР по согласованным техническим требованиям.

На основе специализации и кооперирования научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ в 1981 г. была подготовлена техническая документация на указанные колонны и балки. Выпущены для практического применения альбомы рабочих чертежей по всей номенклатуре этих конструкций. В настоящее время выполняются рабочие чертежи преднапряженных колонн с консолями для зданий с мостовыми кранами. Нашими специалистами проведены испытания опытного образца таких колонн.

В целях комплексного решения поставленных проблем специалистами Советского Союза и ГДР согласованы технические решения технологических линий для изготовления бесконсольных колонн и балок. На основе тщательного производственного анализа имеющегося в СССР и ГДР технологического оборудования разработана технология их изготовления. Благодаря целенаправленной и слаженной работе уже в ноябре 1981 г. на Щекинском заводе ЖБИ треста Тулжелезобетон Минпромстроя СССР были успешно проведены испытания опытного образца силовой спаренной формы для изготовления бесконсольных колонн. Разработка силовых форм для производства преднапряженных колонн с консолями будет завершена в 1984—1985 гг. В июне 1982 г. в Институте железобетона Минстроя ГДР был испытан опытный образец силовой формы для производства балок. При испытаниях применили разработанный советскими специалистами и переданный Минстрою ГДР на коммерческих условиях вибратор с горизонтально-круговыми колебаниями, что обеспечило высокую степень уплотнения бетонной смеси.

В настоящее время достигнута договоренность о специализации производства оборудования. В частности, в СССР будет организован выпуск оборудования для производства колонн, а в ГДР — для производства балок. Министерство строительства ГДР обязалось изготовить и поставить в СССР 35 комплектов форм для производства балок. В свою очередь Госстрой СССР и Минпромстрой СССР обеспечат организацию изготовления для заводов Минстроя ГДР 10 комплектов форм для производства бесконсольных колонн. В соответствии с рекомендациями IX совещания Координационного

Внимание руководителей министерств и ведомств обращено на необходимость своевременной реализации проектов, осуществляемых на основе международных соглашений, улучшения работы по использованию достижений стран — членов СЭВ в области науки и техники.

Из постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР
«О мерах по ускорению научно-технического прогресса
в народном хозяйстве»

совета Минпромстрой СССР, Минтяжстрой СССР, Минстрой СССР и Минстрой ГДР в сентябре 1982 г. внесли предложения соответствующим плановым органам по взаимным поставкам в 1983—1984 гг. опытных образцов и промышленных партий указанного выше оборудования.

Широкое применение в капитальном строительстве новых эффективных колонн и балок позволит добиться значительной экономии материалов и затрат рабочего времени на их изготовление. Так, при внедрении колонн будет обеспечено сокращение трудозатрат на 10%, расхода стали — на 20%. Внедрение совместно разработанных балок пролетом 18 м за счет выбранных оптимальных сечений позволит, по сравнению с широко применяемыми в СССР решетчатыми типовыми балками серии 1.462-3, сократить расход арматуры на одно изделие на 141 кг, бетона — на 0,9 м³, трудозатрат — на 12%. В связи с этим новые совместно разработанные балки под всю номенклатуру нагрузок в перспективе полностью заменят в строительстве менее экономичные решетчатые балки названной серии.

Только в связи с намеченным размещением на отечественных предприятиях стройиндустрии в 1984—1985 гг. указанных 35 совместно разработанных высокомеханизированных формирующих установок (Минпромстрой СССР — 20, Минтяжстрой СССР — 10, Минстрой СССР — 5) годовой экономический эффект вследствие выпуска новых экономичных стропильных балок составит 1330 тыс. р., экономия стали — 2467 т, бетона — 15 750 м³.

В последнее время проведены исследования с целью дальнейшего совершенствования конструкций плит и балок покрытия с учетом их совместной работы. На основе анализа конструктивных решений составлены рабочие чертежи опытного образца фрагмента покрытия с сопряжениями, выполненными путем замоноличивания. Указанный образец изготовлен и испытан в июле 1982 г. в Институте железобетона Минстроя ГДР. Результаты испытаний подтвердили расчетные данные о значительном повышении несущей способности стропильных балок при обеспечении их совместной работы с плитами покрытия, что позволит увеличить несущую способность балок на 20—30% и сократить расход стали на 8—12%. Учитывая это, принято решение ускорить экспериментальные исследования. В целях выбора оптимального решения намечено на базе Оргтехстроя Минстроя Литовской ССР провести испытание аналогичного фрагмента, но со сварным вариантом сопряжения.

Значительная и полезная работа проведена по программе исследования бетонов с применением суперпластификаторов производства СССР (С-3) и ГДР («Виксомент»). Специалисты обеих сторон обменялись инструктивными материалами по применению этих добавок при изготовлении труб в СССР и дорожных покрытий и полов в ГДР. В ближайшее время будут проведены совместные исследования, направленные на создание более экономичных химдобавок на основе лиг-

носульфонатов, для производства которых имеется хорошая сырьевая база как в СССР, так и в ГДР.

Закончена разработка многослойных ограждающих конструкций тепловых агрегатов с использованием железобетона и волокнистых теплоизоляционных материалов, что позволит обеспечить широкое применение сборных элементов при строительстве туннельных печей и изготовлении вагонеток в промышленности строительных материалов, повысить производительность труда при этом в 2—3 раза, сократить стоимость строительных работ на 60—80 тыс. р. на одну печь, уменьшить расход огнеупорных материалов на 30%. Экономия топлива в туннельных печах составит 10—15%, снижение трудозатрат на обслуживание вагонеток — 15—25%. В настоящее время проводится доработка технологии изготовления этих конструкций. Выпуск опытной партии многослойных панелей предусмотрен в 1983 г. на Ново-Куйбышевской базе треста Тепломонтаж Минмонтажспецстроя СССР.

Специалисты обеих стран приступили к совместным работам по совершенствованию технологии возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона. В 1983—1984 гг. намечено провести аналогичные мероприятия в отношении оборудования для изготовления, транспортирования и укладки бетона и по централизованному заводскому изготовлению арматурных изделий.

На заседании Координационного совета принято решение о проведении совместных работ по созданию роботов-манипуляторов, используемых на заводах железобетонных конструкций. Кроме того, достигнута договоренность обменяться конкретными предложениями о намечаемых в обеих странах работах в этой области и определить тематику для совместных разработок.

С учетом рекомендаций XXXV заседания сессии СЭВ по дальнейшему повышению эффективности сотрудничества и ответственности производственных, научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций за конечные результаты совместных проводимых работ стороны приступили к переводу этих работ на выполнение по контрактам и прямым договорам между организациями-исполнителями.

Все работы Координационного совета в рамках Межправительственного соглашения проводятся в соответствии с требованиями постановления Совета Министров СССР от 9 июля 1981 г. № 652 «О дальнейшем совершенствовании сотрудничества министерств и ведомств СССР, объединений, предприятий и организаций с соответствующими органами, предприятиями и организациями других стран — членов СЭВ в области науки, техники и международной специализации и кооперирования производства». Результаты совместных работ будут способствовать дальнейшему улучшению качества, снижению стоимости и трудозатрат, экономии материальных и энергетических ресурсов в строительстве, развитию взаимовыгодных экономических и научно-технических связей между СССР и ГДР.

УДК 69.022.326

М. Ю. КАРЧЕМСКИЙ, канд. техн. наук; А. Я. ПАЦУЛА, инж. (ДИСИ);
В. Г. КРАМАРЬ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Облегченные пустотные панели перекрытий

В настоящее время в перекрытиях многоэтажных зданий в большом количестве используют пустотные панели высотой 22 и шириной 149 см. Удельный расход бетона в них намного выше, чем в пустотных плитах другой ширины, так как при расположении на ширине 149 см семи пустот диаметром 159 мм крайние ребра излишне утолщены.

В Днепропетровском инженерно-строительном институте с участием НИИЖБ в 1972 г. были разработаны облегченные пустотные панели перекрытий шириной 149 см с уменьшенным на 10% расходом бетона за счет включения вместо двух круглых двух овальных пустот с небольшими прямолинейными участками (рис. 1). В 1978 г. ДИСИ совместно с НИИЖБ разработаны рабочие чертежи таких панелей перекрытий длиной 898 и 878 см, шириной 149 см для блочных, кирпичных и каркасных зданий. Овальные пустотообразователи получают путем сплющивания круглых труб диаметром 194 мм до высоты 159 мм.

Массовый выпуск облегченных панелей шириной 149 см с двумя овальными пустотами освоен с 1973 г. Коммунарским заводом ЖБК-11 ПО Ворошиловграджелезобетон.

Из-за незначительных по величине прямолинейных участков в овальных пустотах качество формования не ухудшается, обвалы верхних полок в преде-

лах горизонтальных участков не случаются.

Небольшое увеличение пустотности в поперечном сечении не снижает прочности и жесткости панелей, что кроме расчета подтверждено испытанием под нагрузкой рядовых панелей массового изготовления на Коммунарском заводе ЖБК-11.

На рис. 1 показаны два варианта поперечного сечения панелей, отличающихся между собой расположением овальных пустот. По варианту 1 следует располагать овальные пустоты, если в одних и тех же формах кроме рядовых формуют пристенные и связевые панели для каркасных зданий, в торцах которых предусмотрены вырезы и выпуски арматуры. Расположение овальных пустот по варианту 2 допускается для панелей перекрытий кирпичных, блочных зданий и рядовых панелей каркасных зданий.

применительно к расположению пустот по варианту 1, учитывая его большую универсальность. Изменения в существующей оснастке, связанные с заменой двух круглых пустот овальными, незначительны и выполнимы силами механической службы любого завода ЖБК.

Напрягаемая арматура и все арматурные элементы для облегченных панелей шириной 149 см такие же, что и для соответствующих панелей с круглыми пустотами, за исключением приопорных корытообразных сеток, которые удлиняются на 110 мм в связи со смещением крайних напрягаемых стержней ближе к наружным граням. Профиль приопорных корытообразных сеток показан на рис. 2.

Из-за малой потребности овальные пустотообразователи целесообразно изготавливать централизованно для отдельных районов или крупных городов, создав для этого специальные установки на ремонтно-механических заводах Стройиндустрии либо на заводах ЖБК.

Установка для сплющивания круглых труб была изготовлена на Комбинате производственных предприятий в Днепропетровске. Она представляет собой механизм, вращающий два вала, выточенных по профилю пустотообразователя и стола-рольганга. В 1972 г. на ней были изготовлены овальные пустотообразователи для проводившихся тогда экспериментов. Свальцовку до нужного профиля осуществляли за один пропуск трубы сквозь валки.

В некоторых случаях можно воспользоваться услугами промышленных предприятий, имеющих соответствующее прокатное оборудование. Так, для Коммунарского завода ЖБК овальные пустотообразователи прокатывает Коммунарский металлургический завод. На Кременчугском ремонтно-механическом заводе республиканского ПО Укрпромжелезобетон освоено изготовление овальных пустотообразователей с помощью имеющихся на заводе прессов.

Как видно, изготовление овальных пустотообразователей не сложно и может быть организовано любым ведомством Стройиндустрии.

Выводы

Снижение расхода бетона в пустотных панелях шириной 149 см с облегченным профилем поперечного сечения по сравнению с панелями с круглыми пустотами составляет 57 м³ на 1000 м³ панелей по внешнему обмеру. Учитывая, что в целом по стране потребление таких панелей исчисляется миллионами кубометров, переход на применение облегченных панелей позволит сэкономить большое количество бетона и денежных средств.

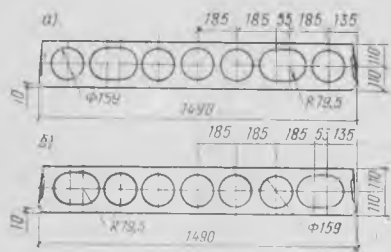


Рис. 1. Поперечные сечения панелей шириной 149 см с двумя овальными пустотами
а — вариант 1; б — вариант 2

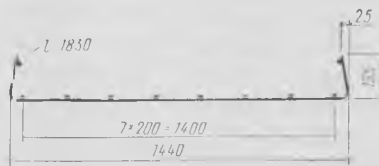


Рис. 2. Профиль опорных (корытообразных) сеток

Преимущество расположения овальных пустот по варианту 2 заключается в том, что при использовании имеющихся на заводах форм (со всеми круглыми пустотами) нужно переставить только крайние упоры для напрягаемых стержней, т. е. по два упора в каждом торце вместо четырех по варианту 1. Кроме того, при расположении овальных пустот по варианту 2 несколько расширяют только крайние отверстия торцовых бортовых элементов, придав им форму пустотообразователя, а по варианту 1 необходимо изменить положение четырех отверстий.

Новые формы следует заказывать

Ф. Г. БРАУДЕ, канд. техн. наук; Б. Н. ЗАХАРОВ, инж. (ЛИСИ);
С. А. ОСМАКОВ, канд. техн. наук (Ленинградская лесотехническая академия);
Ю. С. ВОСТРОВ, инж. (ПО Вологдаводстройконструкция)

Виброударная установка для изготовления железобетонных колец

Ленинградским инженерно-строительным институтом совместно с ПО Вологдаводстройконструкция создана виброударная установка* для формования колец колодцев канализации диаметром 1 и 1,5 м. Конструкция установки показана на рис. 1. Она состоит из подвижной рамы, на которой постоянно закреплен сердечник и установлен кольцевой поддон с наружной формой. К подвижной раме на болтах подвешен упор. Между ними размещена ударная рама с расположенными на ней четырьмя вибраторами ИВ-22. Сверху и снизу ударной рамы находятся ограничители перемещений, выполненные из технической резины. Вся установка с помощью пружин опирается на фундаментную раму.

Техническая характеристика установки

Частота колебаний, Гц	46,6
Амплитуда колебаний, мм	0,8
Момент дебалансов вибратора, Н·м	1,82
Число вибраторов	4
Масса вибрирующих частей установки, кг	2400
Масса изделия, кг	1200

Общий вид установки показан на рис. 2.

Формование колец осуществляется следующим образом. На подвижную раму с сердечником устанавливают и крепят кольцевой поддон с наружной формой, в которую предварительно укладывают арматурный каркас. Включают вибраторы и одновременно в форму загружают бетонную смесь. Поскольку установка обеспечивает самосинхронизацию вращения дебалансных валов вибраторов, создаются вертикально направленные колебания ударной рамы, которая последовательно ударяет о верхний и нижний резиновые ограничители. При этом удары передаются форме и бетонная смесь интенсивно уплотняется. Время уплотнения составляет 2—3 мин.

Сразу после формования снимают наружную форму, затем кольцевой поддон с изделием, который перемещается к месту термообработки. При переходе на изготовление колец другого диаметра

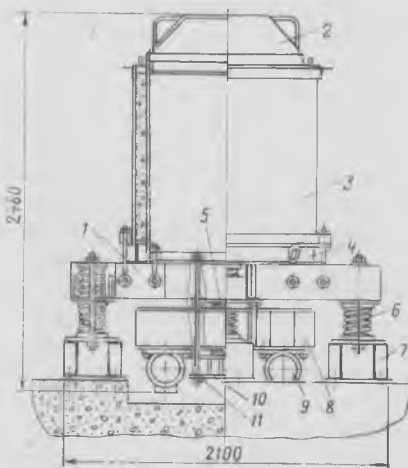


Рис. 1. Конструкция установки

1 — подвижная рама; 2 — сердечник; 3 — наружная форма; 4 — кольцевой поддон; 5 — ограничители перемещений; 6 — пружины; 7 — фундаментная рама; 8 — ударная рама; 9 — вибраторы ИВ-22; 10 — упор; 11 — болты

Рис. 2. Общий вид установки



производят замену сердечника.

Кольца изготовляют из песчаных особо жестких бетонных смесей с расходом цемента марки 400 — 280 кг/м³. Прочность бетона после термообработки превышает 20 Н·м. На установке изготовлено более 3 тыс. колец.

В результате обследования работы формовочной машины установлено, что самосинхронизация вибраторов и устойчивые периодические колебания рабочего органа обеспечиваются при следующих параметрах: $m_1/m_2=0,3-0,4$; $C_B/C_H=1,5-2$; $e=0$; $\xi=1,1-1,5$, где m_1 , m_2 — масса ударной и подвижной рам; C_B , C_H — коэффициенты жесткости верхнего и нижнего резиновых ограничителей; e — зазор между ограничителем и ударной рамой;

$$\xi = \frac{\lambda}{\omega}; \quad \lambda = \sqrt{\frac{C_0}{m_1} + \frac{C_0}{m_2}};$$

$$C_0 = \frac{4C_B}{(1 + \sqrt{C_B/C_H})^2};$$

ω — угловая частота вибрирования.

Опыт работы установки показал ее преимущества. Применение самосинхронизации серийных вибраторов позволяет избавиться от механических синхронизаторов, соединительных валов и муфт, которые часто выходят из строя и создают повышенный уровень шума; устройство виброударной установки по двухмассной схеме и ее «мягкое» опирание снижают динамическое воздействие на фундамент и рабочие места; благодаря виброударному режиму работы установки можно изготавливать кольца из особо жестких песчаных бетонных смесей с немедленной полной распулкой без перерасхода цемента по сравнению с бетонами на щебне при изготовлении аналогичных изделий на существующих видах формовочных машин.

Использование виброударной установки на ПО Вологдаводстройконструкция позволило в результате уменьшения расхода цемента, времени термообработки, замены дорогостоящего щебня дешевым местным песком снизить себестоимость 1 м³ бетона на 5 р. 88 к.

* А. с. № 568543. Виброплощадка для уплотнения изделий из бетонных смесей. С. А. Осмаков, Ф. Г. Брауде, Б. Н. Захаров. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1977, № 30.

Н. В. АХВЛЕДИАНИ, М. А. ДАНИЕЛАШВИЛИ, Ш. А. ДЖАБУА, Г. И. ЛЕЖАВА, кандидаты техн. наук (Ин-т строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР); А. В. ШАПИРО, инж. (ПИ-1); М. Н. ГЕГЕЧКОРИ, инж. (Грузинский филиал Гипроторга)

Оболочка-покрытие рынка в Сухуми

В Сухуми возведена сборно-монолитная сферическая железобетонная оболочка, перекрывающая центральный зал нового рынка (рис. 1). Проект оболочки разработан ИСМиС АН ГССР, ПИ-1, Грузинским филиалом Гипроторга. В связи с сейсмичностью района строительные мероприятия для увеличения степени замоноличенности с целью большего приближения к условиям работы монолитной конструкции и повышения жесткости контура. Размеры оболочки в плане 40×40 м, поверхность сферическая, стрела подъема 7,6 м (рис. 2). Основная часть покрытия, ограниченная в плане окружностью диаметром 40 м, собрана из двух рядов сборных железобетонных ребристых плит с переломами у кольцевых ребер с последующим замоноличиванием швов между ними (рис. 3). Продольные и крайние поперечные ребра высотой 30 см и переменной шириной на наружной поверхности имеют пазы размером 10×20 см, глубиной 1,5 см. Толщина полок плит 4 и 5 см. Ребра плит армированы одинарными каркасами, полки — одинарными сетками. Фонарное кольцо диаметром 6 м с усиливающими радиальными балками, угловые зоны и контурная обвязка из монолитного железобетона (см. рис.

3). Контурные диафрагмы выполнены из стальных раскосных ферм, передающих нагрузки на монолитные железобетонные колонны высотой 9,5 м, сечением 90×90 см. Угловые зоны усилены меридиональными ребрами и армированы двойными сетками, стержни которых направлены под углом 45° к контурной обвязке и приварены к верхнему поясу контурных диафрагм. Толщина плиты монолитного участка у обвязки 10 см, у сборных плит — 8 см, высота ребер плит 30 см. Контурная обвязка высотой 35 см армирована непрерывным пространственным каркасом по всему контуру оболочки, чем образуется замкнутый пояс для оболочки, и связана приваркой коротышей с верхними поясами контурных ферм, опорные части которых также соединены сваркой.

Для создания в оболочке единого меридионально-кольцевого каркаса в кольцевых и радиальных швах между плитами уложены непрерывные арматурные каркасы, а арматура кольцевых и меридиональных ребер соединена приваркой металлических коротышей. Каркасы меридиональных ребер плит связаны также и с каркасами ребер монолитной части угловых зон. Таким образом, в оболочке создан единый железобетонный меридионально-кольцевой каркас, сое-

диненный с контурными диафрагмами. Проектная марка бетона сборных плит, монолитных участков, заполнения швов между плитами и колонн М300. Продольная арматура каркасов ребер, контурной обвязки и уложенных в швах между сборными плитами и сеток угловых зон из стержней диаметром 8—20 мм стали класса А-III, поперечная и монтажная арматура диаметром 6—10 мм из стали класса А-I, арматура сеток полок сборных плит диаметром 4 и 5 мм из проволоки класса В-I, продольная арматура колонн диаметром 40 мм из стали класса А-III. Для кровли оболочки использована оцинкованная кровельная сталь.

Оболочка смонтирована трестом № 6 Минстроя ГССР. Покрытие запроектировано на основе расчета по безмоментной теории с учетом краевого эффекта в соответствии с Руководством [1] на расчетную нагрузку 40 МПа. Критическая нагрузка по устойчивости, определенная согласно [1], — 60 МПа, а предельная нагрузка по теории предельного равновесия в соответствии с [2] составляет 54 МПа. Расчетные усилия в оболочке от особого сочетания нагрузок с учетом семибалльного сейсмического воздействия с применением коэффициентов сочетаний $\eta_c = 0,9$ для постоянных нагрузок и $\eta_c = 0,5$ для снеговой нагрузки, как и в [3], не являются лимитирующими. Оболочка-покрытие характеризуется следующими технико-экономическими показателями: расход бетона 160 м³, арматурной стали на оболочку 21,2 т (на 1 м² перекрываемого плана соответственно 0,1 м³ бетона и 13,4 кг стали), профилированной стали на четыре контурные фермы-диафрагмы — 44 т.

Сборные плиты изготовлены в двух металлических формах вибрированием из бетона марки М300 с применением портландцемента марки 500 на щебне с максимальной фракцией 10 мм. Формы снабжены ячейками для пропаривания. Плиты оболочки в проектное положение устанавливали на металлических инвентарных лесах ригельно-стоечного типа башенным краном, смонтированным предварительно в центре оболочки.

Рис. 1. Оболочка в процессе строительства



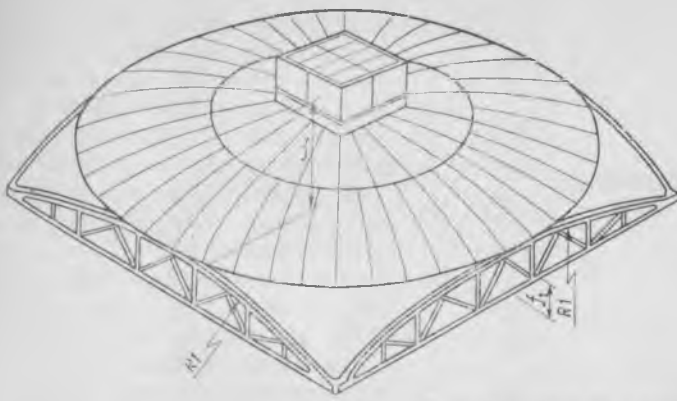


Рис. 2. Поверхность оболочки

Стойки инвентарных лесов опирались на песчаницы. После укладки на одной половине оболочки плит двух рядов возвели опалубку под монолитные участки в двух угловых зонах, между сборными плитами под швами подвесили опалубку, уложили соответствующую арматуру и бетон такого же состава, что и в сборных плитах. Бетонирование осуществляли непрерывно вибрированием. После этого башенный кран был выведен из зоны оболочки, и аналогично возвели вторую половину оболочки. По истечении 28 сут после бетонирования второй очереди стойки инвентарных лесов поэтапно (5 этапов) были опущены удалением песка из песчаниц. К моменту освобождения оболочки от лесов прочность бетона сборных плит, определенная испытанием кубиков и эталонным молотком, колебалась в пределах 30—40 МПа, монолитного участка, залитого в первую очередь, приближалась к 40 МПа, а во вторую очередь — к 30 МПа. Прочность бетона колонн составляла 40 МПа.

В процессе раскручивания изменяли прогибы оболочки и контурных ферм-диафрагм [4], а также горизонтальные и вертикальные перемещения опорных узлов ферм-диафрагм. Расположение прогибомеров позволяло контролировать равномерность вступления в работу всех частей оболочки. Максимальный прогиб от собственной массы в центре оболочки составлял 27 мм, по середине пролета фермы-диафрагмы — 20 мм. Относительные величины этих прогибов (1/1480 и 1/2000) свидетельствуют о достаточной жесткости оболочки. Вертикальные перемещения опорных узлов ферм-диафрагм достигли 1 мм, а расхождение опорных узлов в плоскости фермы-диафрагмы — 13,65 мм, чему соответствует растягивающее напряжение в нижнем поясе 72 МПа. Эта величина близка к расчетному напряжению от собственной массы оболочки, определенному по [1] и равному 94 МПа. Трещины и других местных дефектов после снятия поддерживающих лесов в оболочке не было обнаружено.

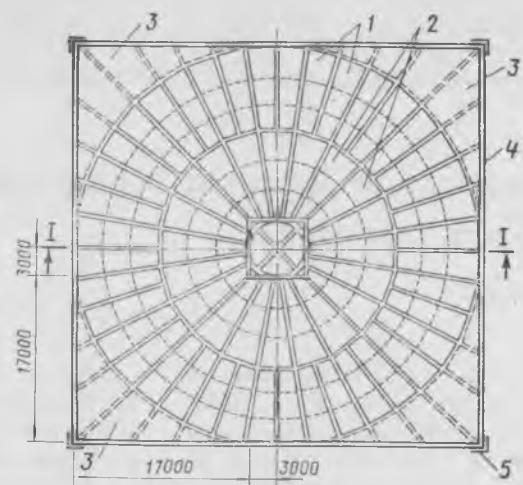


Рис. 3. Членение оболочки на сборные элементы и монолитные участки

1 — плиты покрытия первого ряда; 2 — плиты покрытия второго ряда; 3 — угловые зоны; 4 — контурная обвязка; 5 — железобетонная колонна; 6 — контурная ферма



Экспериментально исследовали динамические характеристики оболочки [4]. Колебания возбуждались вертикальными и горизонтальными импульсами, сосредоточенными в центре оболочки (внезапное удаление груза массой 500 кг). При этом записывали вертикальные свободные колебания оболочки с помощью самописца НЗ38-6П и вибродатчиков ВЭГИК, установленных на ее поверхности. Анализом осциллограмм установлена трехполуволновая форма низшего тона свободных колебаний по диагональному сечению оболочки, частота $f=8$ Гц и логарифмический декремент $\lambda=0,15$. Полученное значение частоты близко к теоретическому ($f=9,8$ Гц), определенному согласно [5] для монолитных оболочек. Вместе с тем оно превышает в среднем на 30% экспериментальные значения f , приведенные в [3] для аналогичных сборных оболочек.

В результате испытаний установлено, что степень замоноличенности сборно-монолитной оболочки достаточно высока, что существенно с точки зрения ее сейсмостойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. М., Стройиздат, 1979.
2. Ахвледиани Н. В. О несущей способности пологих железобетонных оболочек-покрытий двойной кривизны. Исследования по теории сооружений, вып. XI, М., Госстройиздат, 1962.
3. Бобров Ф. В., Быховский В. А., Гасанов А. Н. Сейсмические нагрузки на оболочки и висячие покрытия. М., Стройиздат, 1974.
4. Натурные испытания сборно-монолитной железобетонной оболочки двойной кривизны/Н. В. Ахвледиани, М. А. Даниелашвили, Ш. А. Джабуа и др. — Сообщения АН ГССР, Тбилиси, Мецниреба, т. 111, 1983, № 3.
5. Ониашвили О. Д. Некоторые динамические задачи теории оболочек. М., изд-во АН СССР, 1957.

Вниманию читателей

С 7 по 16 февраля 1984 г. в Москве, в Выставочном комплексе на Красной Пресне состоится Международная специализированная выставка «Экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов в строительстве и промышленности строительных материалов» («Стройэкономика-84»).

Приглашаем посетить эту выставку.

О перерасходе металла вследствие замены диаметров арматуры

При анализе надежности железобетонных конструкций, проведенном ЦНИИПромзданий по результатам испытаний 2500 натуральных изгибаемых изделий заводского изготовления, установлено, что фактический уровень их надежности выше расчетного.

Для выяснения причин такого положения был проведен статистический анализ прочностных свойств арматуры и бетона. Установлено, что надежность нормативных сопротивлений арматуры классов А-III и А-II ниже уровня, принятого в СНиП II-21-75, а классов А-IV и Ат-V — близка к этому уровню. Таким образом, повышенная надежность конструкций не является следствием повышенной надежности расчетных и нормативных сопротивлений арматуры. Надежность нормативных сопротивлений бетона оказалась выше принятого в СНиП II-21-75 уровня. Однако влияние этого показателя на общий уровень надежности изгибаемых железобетонных конструкций невелико.

При анализе надежности различных групп конструкций оказалось, что повышенная надежность характерна для конструкций без предварительного напряжения с малыми диаметрами рабочей арматуры (дорожные плиты, короткие многопустотные панели, перемычки). По мере увеличения диаметров рабочей арматуры повышенная надежность конструкций уменьшается — для балок и особенно для ригелей она незначительна. Для преднапряженных конструкций имеет место та же тенденция, что и для ненапряженных, но выражена она слабее.

Было высказано предположение о том, что основной причиной излишних ресурсов надежности является замена проектной арматуры другой, преимущественно большего диаметра. Замена арматуры дефицитных малых диаметров (до 10—12 мм) более часта, замена средних и больших диаметров производится реже, замена преднапряженной арматуры — достаточно редкое явление.

Гипотезу об источниках повышенной надежности конструкций проверили путем исследования выборки результатов испытаний 59 многопустотных панелей пролетом до 4 м без предварительного

напряжения арматуры. Панели серии ИЖ 218-77, разработанной КТБ Мосоргстройматериалы были изготовлены на московских заводах и испытаны на стечде этой организации. Рабочая арматура плит назначалась из расчета прочности. Для сопоставления теоретической несущей способности с опытной были вычислены соответствующие характеристики этих панелей с использованием фактической кривой распределения предела текучести рабочей арматуры класса А-III (по диаметрам).

Теоретическое среднее значение величины «С» для различных типов панелей находится в интервале 1,32—1,52, а среднее опытное значение выборки равно 2,55. Поскольку такое положение ничем, кроме перерасхода арматуры при заменах диаметров, не может быть объяснено, этот фактор потребовал специального исследования. Оно было проведено ЦНИИПромзданий на заводах объединения Харьковжелезобетон № 5, 1, 13 и ДСК № 1 (Харьков) Минпромстроя УССР по материалам работы предприятий за 1981 г.

ЖБК № 5 — завод с номенклатурой для промышленного строительства (колонны, сваи, плиты покрытий и перекрытий промзданий, дорожные плиты) производительностью около 100 тыс. м³ сборного железобетона в год. ЖБК № 1 — завод со смешанной номенклатурой для промышленно-гражданского строительства (фермы, колонны, дорожные плиты, многопустотные настилы) производительностью 160 тыс. м³ сборного железобетона. ЖБК № 13 — завод с номенклатурой для промышленного строительства (наружные стеновые панели, диафрагмы жесткости, колонны) производительностью 50 тыс. м³ сборного железобетона. Для того, чтобы исследование продукции предприятий региона было более полным, в него включен ДСК № 1 производительностью свыше 500 тыс. м³ сборного железобетона в год.

На всех предприятиях ведется тщательный учет перерасхода арматуры вследствие замены ее диаметров.

На ЖБК № 5 перерасход арматуры вследствие замены диаметров составил

5,1% общего расхода металла (включая закладные детали). На рис. 1 представлена структура перерасхода арматуры, показано, какой процент перерасхода связан с заменой каждого применяемого на заводе диаметра и класса стали. Перерасход арматуры из-за замены диаметра 6 мм класса А-III составляет 8,77% общего перерасхода, диаметра 8 мм класса А-III — 22,1%, диаметра 12 мм класса А-III — 17,2%, диаметра 10 мм класса А-II — 11,75%. Перерасход арматуры из-за замены диаметра 12 мм класса А-III, которой поступило почти на 60% больше запланированного, связан со спецификой снабжения: арматуру диаметров 6 и 8 мм класса А-III заменяют диаметрами 10 мм А-II и А-III, которые, в свою очередь, заменяются диаметром 12 мм класса А-III.

Итак, на заводе с номенклатурой для промышленного строительства с преобладающим расходом средних и больших диаметров перерасход арматуры почти на 60% вызван заменами $\varnothing 6$ — $\varnothing 12$ А-III и $\varnothing 10$ А-II. Фактической же причиной перерасхода является дефицит арматуры малых диаметров — 6 и 8 мм классов А-III.

В течение 1981 г. на завод вообще не поступало арматуры диаметра 6 мм класса А-III, диаметра 8 мм класса А-III поступило на 1/3 меньше планируемого, диаметром 32 мм — 36 мм А-III для колонн — в 2—3 раза меньше планируемого, проволоки класса В-I — 58% планируемого. Кроме недопоставок арматуры серьезным фактором, определяющим потери металла вследствие замены диаметров, является неравномерность поставок. Как показывает анализ, поставки арматуры производятся крайне нерегулярно по кварталам и особенно по месяцам. Между тем завод с постоянным парком форм — предприятие стационарного режима, требующее стационарного снабжения.

Нормальная работа завода определяется наличием арматуры нужных диаметров и классов. В арматурном цехе ЖБК № 5 ежедневно отмечается наличие или отсутствие арматуры каждого класса или диаметра. По этим данным составляются экраны ее наличия за каждый месяц. Для каждого диаметра и класса было определено отношение числа дней, когда данный диаметр был в наличии, к общему числу рабочих дней. По этим данным построен график значений этого отношения для всех диаметров арматуры класса А-II (рис. 2). Кроме того, отмечен плановый и фактический процент расхода каждого диаметра в общем потреблении металла.

Как видно из графика, только арма-

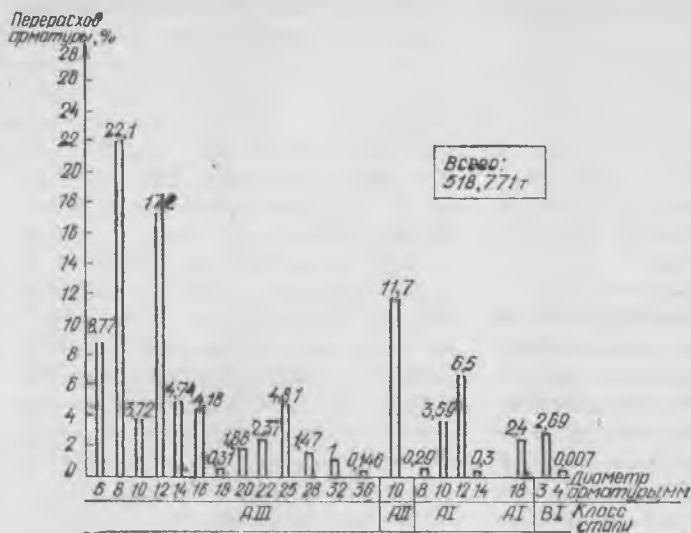


Рис. 1. Структура перерасхода арматуры из-за замен диаметров на ЖБК № 5 (г. Харьков)

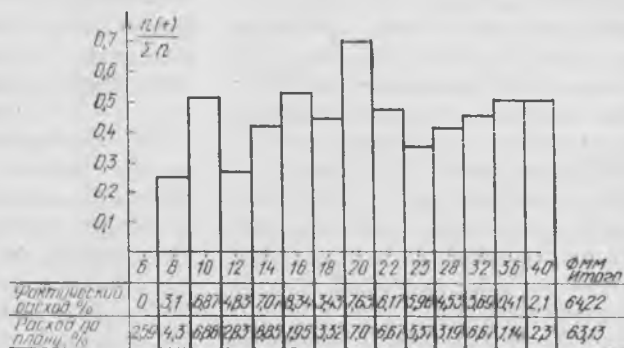


Рис. 2. Отношение числа рабочих дней когда арматура была в наличии n (+), к общему числу рабочих дней (Σn) для всех диаметров класса А-III за 1981 г.

тура Ø20 А-III имела в 70% общего числа рабочих дней, остальные диаметры были на заводе меньше число рабочих дней. Арматуры Ø16 А-III на завод поступило почти в 4 раза больше, чем было запланировано, однако она была в наличии всего в 53% всех рабочих дней, в том числе только один месяц целиком (рис. 3). Это объясняется отсутствием в каждый текущий момент каких-либо диаметров (хотя по средним диаметрам за год в целом имеется баланс между потребностью и поставкой) и вытекающей отсюда необходимостью пустить на замены весь имеющийся металл. В результате арматура 16 А-III не всегда была в наличии: перерасход ее из-за замены составил свыше 4% общего перерасхода.

На ЖБК № 1 перерасход из-за замены арматуры составил 5,1% общего расхода. Основная часть потерь металла связана с заменой Ø8 А-III и Ø3 В-1 (каждый диаметр на 22%). Дефицит стали Ø8 А-III носил постоянный характер. Арматура Ø3 В-1 для сеток многпустотного настила отсутствовала первые четыре месяца и заменялась Ø5 В-1. Отсутствие этой проволоки носило, по-видимому, конъюнктурный характер. Насколько дефицитен этот диаметр, можно установить из анализа замены арматуры на заводах, выпускающих многпустотный настил. Систематический характер носят замены арматуры класса А-1 для петель (свыше 10% общего перерасхода). Перерасход арматуры вследствие замены средних диа-

метров (Ø12—Ø18 А-III) составило около 30% общего перерасхода. Между тем поставки этой арматуры за год в целом соответствуют плановым. Перерасход арматуры вызван в основном также неравномерностью ее поставок.

На ЖБК № 13 перерасход арматуры составил 8,1% общего расхода. Для этого завода наиболее ходовыми являются арматура Ø6 и Ø8 А-III. Почти 50% всего перерасхода связано с заменой Ø6 А-III, свыше 30% — с заменой Ø8 А-III.

На ДСК № 1 с превалирующим потреблением малых диаметров арматуры перерасход вследствие замены составляет 3305, т, или 21% общего расхода. Как видно из рис. 4, перерасход, связанный с заменой арматуры Ø8 А-III, состав-

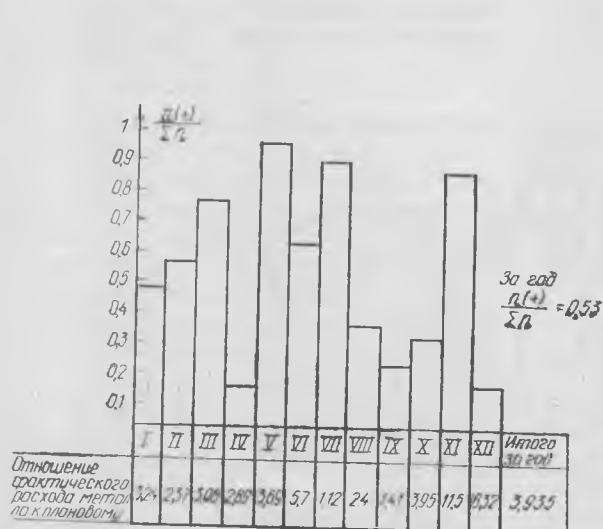


Рис. 3. Отношение числа рабочих дней, когда арматура Ø 16 мм класса А-III была в наличии n (+) к общему числу рабочих дней за 1981 г.

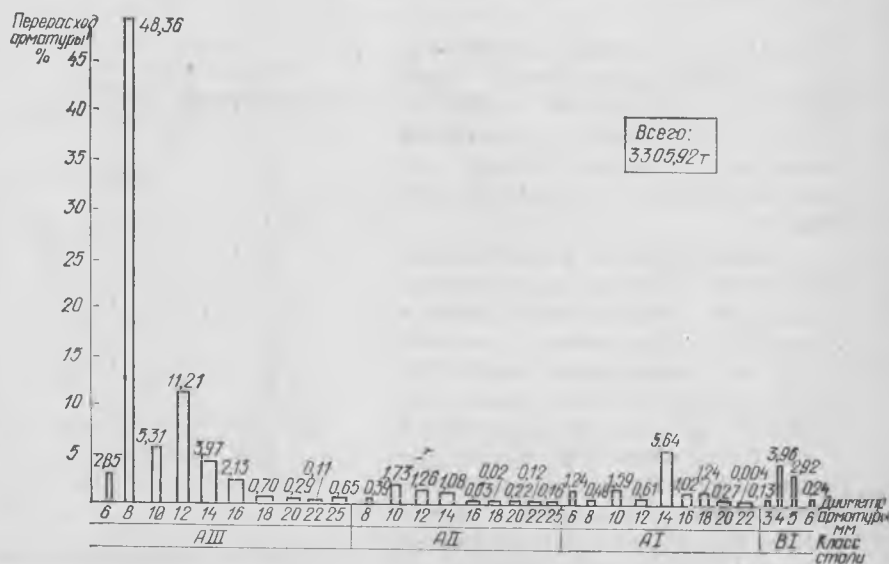


Рис. 4. Структура перерасхода арматуры из-за замен диаметров на ДСК № 1 (г. Харьков)

ляет 1598 т или 48,36% общего перерасхода металла.

Все приведенные данные относились к 1981 г. В 1982 г. дефицит малых диаметров на ЖБК № 5 и ЖБК № 13 был несколько смягчен. На ЖБК № 13 в результате поставок Ø6 А-III перерасход вследствие замен уменьшился почти вдвое. На ЖБК № 5 Ø6 А-III поставлено 70% планируемого (в 1981 г. вообще не было поставок арматуры этого диаметра), а Ø8 А-III — на 10% больше планируемого. Но в связи с нерегулярностью поставок, а также из-за дефицита арматуры большого диаметра для производства колонн потери арматуры от замен диаметров остались неизменными.

На ДСК № 1 в 1982 г. полностью сохранилась та же ситуация, что и в 1981 г. За 1982 г. перерасход за счет замен диаметров по основным арматурным цехам (кроме цеха закладных деталей) составил 3555 т.

Необходимо отметить существенно превышающую потребность заводов поставки арматуры класса А-I вместо арматуры класса А-III. Например, на ДСК № 1 в I квартале 1982 г. при потребности арматуры 10—12 мм класса А-I 256 т поставки ее составили 696 т, в III квартале при той же потребности они составили 745 т. В условиях дефицита арматуры класса А-III со значи-

тельным перерасходом применяется арматура класса А-I.

Наличие на заводах арматуры класса А-I не снимает проблемы стали для петель, поскольку на заводы поступает в основном кипящая сталь, а для петель необходима спокойная или полуспокойная. В результате перерасход из-за замен диаметров для петель достигает 10% общего перерасхода.

Выводы

При изготовлении конструкций в заводских условиях имеет место систематический перерасход металла вследствие замен диаметров. В 1981 г. на ЖБК № 5 и ЖБК № 1 он составил свыше 5% общего расхода металла, на ЖБК № 3 — 8,1% общего расхода арматуры, на ДСК № 1 — 21% общего расхода арматуры.

В 1982 г. на ЖБК № 13 перерасход арматуры уменьшился почти в 2 раза в связи с поступлением на завод Ø6 А-III, на других обследованных предприятиях положение не изменилось, а на ДСК № 1 перерасход вследствие замен увеличился.

На обследованных заводах от 24 до 80% общего перерасхода связано с заменами малых диаметров — 6—8 мм класса А-III. На ДСК № 1 вследствие замены Ø8 мм класса А-III перерасход арматуры за 1981 г. составил 1598 т, или почти 50% общего перерасхода.

Другим фактором, определяющим перерасход арматуры вследствие замен диаметров, является неравномерность ее поставок. Нормальная работа завода определяется наличием всех необходимых диаметров. Между тем на ЖБК № 5 только арматура Ø20 А-III имела в 70% всех рабочих дней 1981 г., другие диаметры были в наличии меньшее количество рабочих дней.

Для уменьшения потерь в производственных условиях из-за замен арматуры представляется целесообразным перейти к вариантному проектированию арматурных изделий типовых конструкций с использованием различных диаметров арматуры при сохранении необходимой площади сечения.

При проектировании уже сейчас можно рекомендовать минимальное использование в проектах Ø6—8 А-III и, напротив, максимальное использование проволоки Ø5 В-I, Вр-I. Эффект вариантного армирования мог бы быть изучен на примере какого-либо региона.

На обследованные предприятия поступает излишнее количество стали класса А-I при дефиците стали класса А-III, что приводит к перерасходу арматуры. Необходимо изучение баланса потребности и поставок арматуры по классам (и диаметрам) с тем, чтобы использовать эти данные для корректировки производства и поставок стали.

УДК 624.072.2/3

Ю. В. ЧИНЕНКОВ, д-р техн. наук, проф.; Н. А. КОРНЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ); К. Ш. ШАЙМУХАМБЕТОВ, канд. техн. наук (Рудненский индустриальный ин-т)

Особенности работы изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона

Разработаны составы конструкционного керамзитоперлитобетона марок М200—М400 с плотностью в сухом состоянии до 1400 кг/м³ [1]. Применение бетона такой плотности улучшает технико-экономические показатели конструкций.

Изгибаемые элементы изучали на балках сечением 30×15 см, пролетом 360 см. Варьировали прочность бетона (250 и 350 кгс/см²), армирование ($\mu=0,49—1,10\%$) и преднапряжение ($\sigma_{01}=0,450, 700$ МПа). Всего было изготовлено и испытано 16 балок из бетона марки М250 и 9 — из бетона марки М350 (рис.1). Для бетона марки М250 использовали керамзитовый гравий с прочностью в цилиндре 3,25—4,15 МПа и насыпной плотностью около 600 кг/м³ и перлитовый песок со

средней насыпной плотностью 300 кг/м³, вспученный во вращающейся печи. Для бетона марки М350 — соответственно керамзит с $R_d=3,9—5,0$ МПа, $\gamma_n=545—615$ кг/м³ и песок с $\gamma_n \approx 500$ кг/м³, вспученный в печи «кипящего слоя». Для армирования применяли стержни диаметром 12 и 16 мм из стали класса А-V с условным пределом текучести $\sigma_{0,2}=905—960$ МПа и временным сопротив-

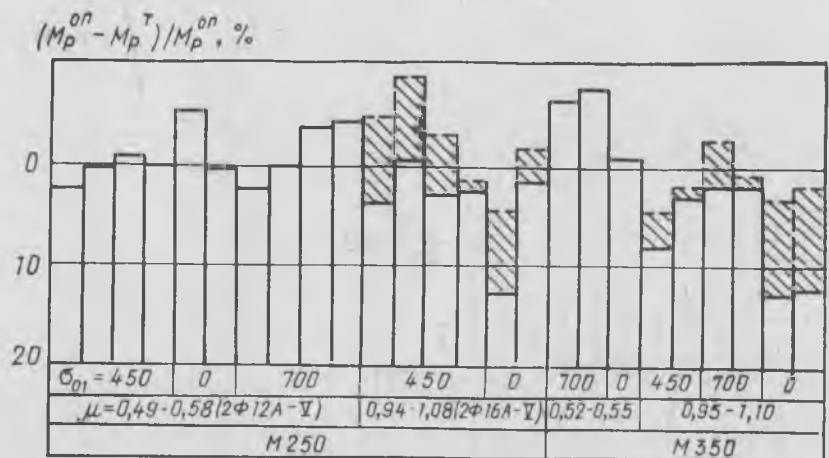


Рис. 1. Сопоставление опытных и теоретических разрушающих моментов по СНиП II-21-75; — — — то же, при $\xi = \omega_2$

Характеристики	M250	M350
Коэффициент призмочной прочности	0,73—1,05	0,75—0,90
Модуль упругости $E_c \cdot 10^{-2}$, МПа	105—134	105—130
Предельная сжимаемость $\varepsilon_{c,s}$, ‰	2,3—2,9	2,3—2,9
Поперечные деформации $\varepsilon_{c,поп}$, ‰	0,44—1,12	0,60—1,03
Коэффициент упругости $\nu = \varepsilon_{c,y} / \varepsilon_{c,s}$	0,78—0,93	0,88—0,91
Параметрические уровни $R_T^0 / R_{пр}$	0,51—0,89	0,64—0,80
$R_T^y / R_{пр}$	0,81—1,00	0,90—0,98
Коэффициент полноты эпюры сжимающих напряжений ω_2	0,59—0,67	0,60—0,65
Прочность на растяжение R_p , МПа	1,05—1,55	1,38—1,76

лением разрыву $\sigma_b = 1165—1245$ МПа. Балки загружали в третях пролета.

Опытные $M_p^{оп}$ и теоретические M_p^T разрушающие моменты удовлетворительно совпадали для балок с относительно низким процентом армирования. Для балок с $\mu \approx 1\%$ опытные разрушающие моменты ниже теоретических.

Сближение модулей упругости и общей пористости составляющих керамзитоперлитобетона (растворной части и керамзита) и прочная их контактная зона повышают однородность поля напряжений в микроструктуре и приводят к более позднему образованию микротрещин и развитию пластических деформаций (см. таблицу и рис. 2). Меньшая способность к перераспределению напряжений в сечениях обуславливает более раннее перearмирование. При ξ_0 , численно равном ω_2 [2], опытные и теоретические разрушающие моменты отличаются незначительно.

До образования трещин в растянутой зоне балки деформировались как упругие элементы и прогибы их были значительно меньше теоретических. При расчете приведенной жесткости сечений с коэффициентом $k_n = 1$ достигалась хорошая сходимость опытных и теоретических прогибов.

При работе балок с трещинами в растянутой зоне также наблюдалось расхождение опытных и теоретических прогибов. Анализ экспериментальных значений коэффициентов ν , ψ_a и ψ_b , определяющих кривизну элементов, показывает, что вследствие более упругой работы керамзитоперлитобетона и меньшей способности его к выравниванию деформаций по длине участка с трещинами коэффициент ν больше (0,5 вместо 0,45), а коэффициент ψ_b меньше (0,8 вместо 0,9), чем принято в нормах. При этих значениях коэффициентов опытные и теоретические прогибы удовлетвори-

тельно совпадают.

Исследование процессов микроразрушений в сжатой зоне балок (рис. 3) показывает, что относительная нагрузка, при которой достигаются уровни R_T^b и R_T^y , для элементов из керамзитоперлитобетона выше, чем для равнопрочных элементов из тяжелого бетона [3] и шлакопемзобетона [4]. При нагрузках, соответствующих эксплуатационным, граница микротрещинообразования R_T^0 не достигалась.

Вследствие этого прогибы балок, находившихся под действием длительной нагрузки, возросли незначительно (в 1,25—1,35 раза) и оказались намного ниже теоретических, подсчитанных по нормам. При расчете конструкций из бетонов на вспученном перлитовом песке коэффициент ν , учитывающий упругопластическое состояние бетона сжатой зоны, при длительном действии нагрузки по нормам предлагается принимать 0,07 вместо 0,15 для других видов бетона. Однако в опытах такого снижения коэффициента ν не наблюдалось. При $\nu = 0,15$ достигается хорошая сходимость между длительными опытными и теоретическими прогибами.

Конструкционный керамзитоперлитобетон обладает достаточно хорошим сцеплением с арматурой и не уступает равнопрочному тяжелому бетону. Однако податливость стержней периодического профиля при одинаковой нагрузке в тяжелом бетоне выше. Длина зоны передачи напряжений с арматуры на керамзитоперлитобетон не выше, чем на тяжелый бетон и с достаточным запасом определяется по нормам без учета коэффициента 1,2, рекомендуемого для элементов, изготовленных на пористом мелком заполнителе. Лучшее сцепление объясняется, видимо, более прочной растворной частью. На рис. 4 показана зависимость ширины раскрытия трещин в балках из керамзитоперлитобетона, тяжелого бетона [3] и шлакопемзобетона [4] от приращений напряжений в рас-

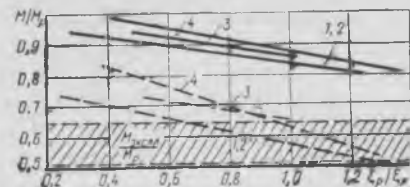


Рис. 3. Зависимость параметрических уровней R_T^0 (---) и R_T^y (—) от относительной степени армирования сечений $\varepsilon_p / \varepsilon_R$
1 — тяжелый бетон, $R_{пр} = 20—31$ МПа; 2 — шлакопемзобетон, $R_{пр} = 20,9—26,5$ МПа; 3 — керамзитоперлитобетон, $R_{пр} = 22—26,7$ МПа; 4 — тяжелый бетон, $R_{пр} = 62,5—86$ МПа

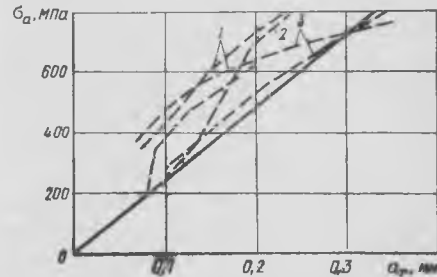


Рис. 4. Зависимость ширины раскрытия трещин от напряжений в арматуре
1 — балки из керамзитоперлитобетона; 2 — то же, из тяжелого бетона; 3 — то же, из шлакопемзобетона; — средняя ширина раскрытия трещин по СНиП

стянутой арматуре. Балки из бетона разных видов имели одинаковые геометрические размеры и схему нагружения. Для сравнения использовали балки, армированные в нижней зоне двумя стержнями диаметром 12 мм и изготовленные из бетонов примерно равной прочности. Средняя опытная ширина раскрытия трещин в элементах из конструкционного керамзитоперлитобетона почти в 2 раза ниже теоретической. Причем изменчивость ширины раскрытия трещин (отношение ее максимального значения к среднему) была ниже средней, принятой в нормах. Расчет с понижающим коэффициентом 0,67 хорошо аппроксимирует опытные значения ширины раскрытия трещин.

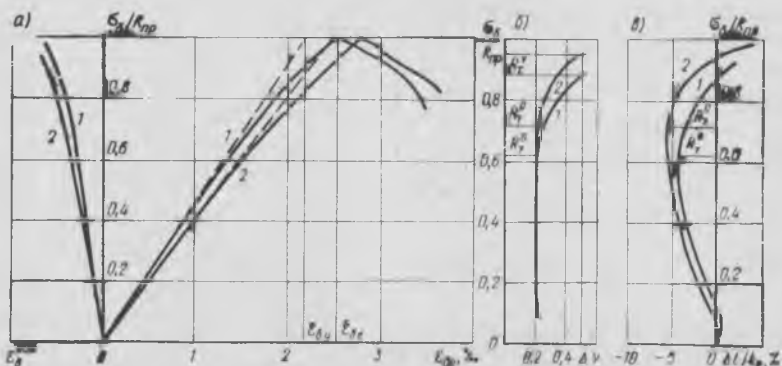


Рис. 2. Изменение полных продольных и поперечных деформаций (а), дифференциального коэффициента поперечных деформаций (б) и относительного времени прохождения ультразвука (в) для керамзитоперлитобетона марок М250 (1) и М350 (2)

Эксперименты подтвердили надежность требований норм по обеспечению закрытия трещин в изгибаемых элементах 2-й категории трещиностойкости из конструкционного керамзитоперлитобетона.

Исследуемый бетон обладает важным преимуществом по сравнению с другими — при одинаковой прочности имеет значительно меньшую плотность. Целеобразной областью применения керамзитоперлитобетона являются большепролетные плитные конструкции, снижение собственной массы которых позволяет уменьшить изгибающие моменты в сечениях. Проведено сопоставление технико-экономических показателей плит длиной 12 м для покрытий промышленных зданий (серия 1.465-3), плит на пролет типа «П» размерами 3×18 м (шифр 230—75) и плит длиной 12 м для перекрытий общественных зданий (серия 1.241-1), выполненных из тяжелого бетона, керамзитобетона на плотном песке и керамзитоперлитобетона. Благодаря снижению нагрузки от собственной массы конструкций расход арматуры в плитах из керамзитоперлитобетона меньше на 5,6—10,2%, чем в плитах из тяжелого бетона, и на 1,5—8,3% меньше, чем в конструкциях из керамзитобетона. Затраты на транспортирование снижаются соответственно на 36—40 и 15—20%, а на монтаж — 18—27 и до 8%. Для некоторых районов страны уменьшается также себестоимость конструкций «в деле» на 2,3—12,6%. При расчете цены на вспученный перлит принимались по действующим прейскурантам и данным НИИЭС в зависимости от насыпной плотности песка и дальности перевозки.

Совместно с ЦНИИПромзданий были разработаны и испытаны облегченные плиты покрытий промышленных зданий длиной 6 м с опалубочными размерами по серии 1.865-4. Исследования показали, что они удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к опытным конструкциям по прочности, жесткости и трещиностойкости. Плиты внедряются во Львове. Благодаря увеличению шага несущих конструкций с 4,5 до 6 м без усиления армирования экономический эффект составляет 3,39 р/м².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макеева Л. А. Влияние свойств и расхода заполнителей на прочность при сжатии и объемную массу конструкционного керамзитоперлитобетона. — В кн.: Новое в технологии и свойствах легких бетонов. М., НИИЖБ, 1980.
2. Беликов В. А., Русанова Л. П., Пазюк Ю. В. Методика оценки неупругих свойств бетона. — Бетон и железобетон, 1978, № 7.
3. Новое о прочности железобетона. Под ред. К. В. Михайлова. М., Стройиздат, 1977.
4. Чиненков Ю. В., Волков И. В., Селютин Л. Ф. Использование высокопрочной арматуры в несущих конструкциях из шлакоцементобетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 10.

Бетоны

УДК 691.327:539.4

Л. А. МАЛИНИНА, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ);
А. М. ЛЕЩИНСКИЙ, канд. техн. наук (НИИСК)

Сравнение прочности бетона в образце и в конструкции

В последнее время в нашей стране и за рубежом все большее внимание уделяют совершенствованию методики по оценке результатов испытаний прочности бетона. Пересмотр ее положений позволил в некоторых случаях снизить расход цемента и пара. Этому способствовали введение статистического контроля, оценка прочности бетона в серии по двум образцам с максимальной прочностью.

При оценке результатов испытаний прочности бетона необходимо учитывать соотношение прочности бетона в образце и в конструкции. Так как получаемые при испытаниях значения прочности бетона всегда случайно различны, авторы на основании анализа данных различных исследователей и результатов своих опытов попытались определить целесообразность использования переводного коэффициента ($K_c = R_{\text{констр}}/R_{\text{обр}}$) от прочности бетона образца $R_{\text{обр}}$ к прочности бетона конструкции $R_{\text{констр}}$, т. е. выявить систематическое различие между прочностью бетона образца и конструкции. Анализ проведен применительно к обычным конструкциям, тяжелый бетон которых твердеет при положительной температуре.

Причинами систематического различия $R_{\text{констр}}$ и $R_{\text{обр}}$ могут быть неодинаковые условия уплотнения или (и) твердения бетона в образце и в конструкции. Проанализируем эти причины.

Первый случай. Условия уплотнения бетонной смеси в образце и в конструкции различны, что вызвано главным образом влиянием трех основных факторов: различным коэффициентом уплотнения смеси при использовании разных способов ее формирования в образце и в конструкции (например, при уплотнении жесткой смеси в конструкции вибропрессованием, а в образце — на виброплотщадке, $R_{\text{констр}} > R_{\text{обр}}$);

изменением исходного состава смеси при использовании для формирования конструкций центрифугирования или вакуумирования. В этом случае также $R_{\text{констр}} > R_{\text{обр}}$. Применительно к железобетонным опорным центрифугированным трубам ГОСТ 16953—78 устанавли-

вает переводной коэффициент K_c для приведения прочности вибрированного бетона к прочности центрифугированного. Указанный коэффициент $K_c \neq 1$ учитывает систематическое различие. По данным работы [1], при однослойном центрифугировании $R_{\text{констр}}/R_{\text{обр}}$ равно 1,37, а при трехслойном — 1,58;

нарушением структуры уплотненной смеси в процессе выполнения некоторых технологических операций (например, при извлечении вибровкладышей [2] в результате немедленной распалубки конструкции или ее части). При этом $R_{\text{констр}} < R_{\text{обр}}$.

Второй случай. Условия твердения бетона образцов и конструкций различны. Обычно при твердении бетона образцов в стандартных нормальных условиях, а бетона конструкций — в естественных условиях $R_{\text{констр}} < R_{\text{обр}}$.

Следует учесть, что систематическое различие между $R_{\text{обр}}$ и $R_{\text{констр}}$ при твердении бетона образца и конструкции в неодинаковых условиях не постоянно и может меняться во времени.

В большинстве случаев $R_{\text{констр}}$ определяли по результатам испытания на прессе высверленных кернов. Различие между $R_{\text{обр}}$ и $R_{\text{констр}}$ может быть вызвано дополнительно повреждениями при высверливании и торцовке кернов, а также различной ориентацией осей керна и образца при испытании на сжатие по отношению к направлению укладки смеси, т. е. влиянием анизотропии бетона.

Процессы сверления и торцовки кернов иногда приводят к образованию трещин. Это, как и нарушение перпендикулярности плоскости торцов к оси керна, снижает прочность бетона кернов и уменьшает однородность получаемых результатов по сравнению с результатами испытания стандартных образцов [3]. Такое снижение увеличивается при повышении прочности бетона до 40 МПа и более [4].

Анализируя влияние анизотропии бетона на результаты испытаний, следует учитывать соотношение прочностей бетона на сжатие образцов (отдельно фор-

муемых или высверленных кернов), испытываемых при направлении сжимающего усилия, параллельном R_{\parallel} (по ГОСТ 10180—78) и перпендикулярном R_{\perp} слоям укладки бетонной смеси: $k_a = R_{\parallel} / R_{\perp}$. Считают, что всегда $k_a > 1$ и уменьшение прочности бетона при направлении сжимающего усилия параллельно слоям укладки бетонной смеси связано со слабым контактом нижней поверхности зерен заполнителя с раствором и повышенной пористостью этой зоны. Анализ результатов, полученных различными исследователями, показал, что значения k_a находятся в пределах 0,96—1,12. В большинстве случаев они определены по достаточно большому числу результатов.

То, что некоторыми специалистами получено $k_a \leq 1$, можно объяснить следующими причинами. При формировании образцов и конструкций бетонная смесь расслаивается, что приводит к систематической неоднородности прочности бетона по высоте элемента, степень которой определяется методом уплотнения и удобоукладываемостью смеси [5]. При формировании, например, на виброплощадке минимальной будет прочность в верхней части образца и конструкции. Если вертикальные оси образца при испытании на сжатие и формировании совпадают, то его прочность будет определяться прочностью бетона верхней, наиболее слабой части образца. В том случае, когда снижение прочности бетона из-за систематической неоднородности прочности бетона образца будет больше, чем из-за ослабления контакта нижней поверхности заполнителя с раствором, $k_a < 1$, если снижение будет меньше — $k_a > 1$. В связи с этим недостаточно обоснованно принятие для всех случаев $k_a = \text{const} = 1,08$ [6].

При необходимости контроля прочности бетона по кернам, при испытании которых получают значение R_{\perp} , прочность бетона R_{\parallel} следует вычислять ($R_{\parallel} = R_{\perp} / k_a$), используя экспериментально установленный коэффициент k_a . Методику его определения рекомендуется принять по прил. 2 к ГОСТ 10180—78.

Можно сравнивать значения прочности по высоте конструкции, так как процесс бетона образца и бетона в средней зоне сы, проходящие главным образом при формировании, приводят к тому, что составы бетона верхней и нижней частей отличаются от исходного, соответствующего составу бетона образца [5].

Анализируя факторы, приводящие к различию прочности бетона в образцах и конструкциях (или кернах, высверленных из конструкций), рассмотрим соотношение $R_{\text{констр}}/R_{\text{обр}}$ (см. рисунок). Так как в некоторых случаях исследова-

тели сравнивали прочность образцов и кернов разных размеров, для получения сопоставимых результатов использовали масштабные коэффициенты по ГОСТ 10180—78. Большинство исследователей вычисляли среднюю прочность бетона не более чем по четырем результатам ($n = 4$), и коэффициенты вариаций прочности бетона (V) составляли не менее 5%. Для определения области изменения коэффициента K_c , в пределах которой его колебания следует считать случайными, воспользуемся методикой выявления систематического различия с помощью t -критерия. Для уровня значимости 5% при числе степеней свободы $f = 2(n-1) = 6$ определяем $t = 2,447$. Решая уравнение

$$t = \frac{|R_{\text{констр}} - R_{\text{обр}}|}{\sqrt{S_{\text{констр}}^2 + S_{\text{обр}}^2}} \sqrt{h} = \frac{|K_c - 1| \sqrt{n}}{V \sqrt{K_c^2 + 1}}$$

относительно K_c , получаем границы искомой области — 0,92 и 1,09 (на рисунке они нанесены пунктирными линиями).

Из представленных данных видно, что при одинаковых условиях уплотнения и твердения, а также возрасте бетона образца и конструкции к моменту испытания большинство результатов полностью попадает в область от 0,92 до 1,09, т. е. систематическое различие между $R_{\text{констр}}$ и $R_{\text{обр}}$ отсутствует. Среднее значение $R_{\text{констр}}/R_{\text{обр}}$, по данным 19 источников, равно 0,98 (при вычислении среднего интервальные результаты были заменены точечными — средними по интервалу).

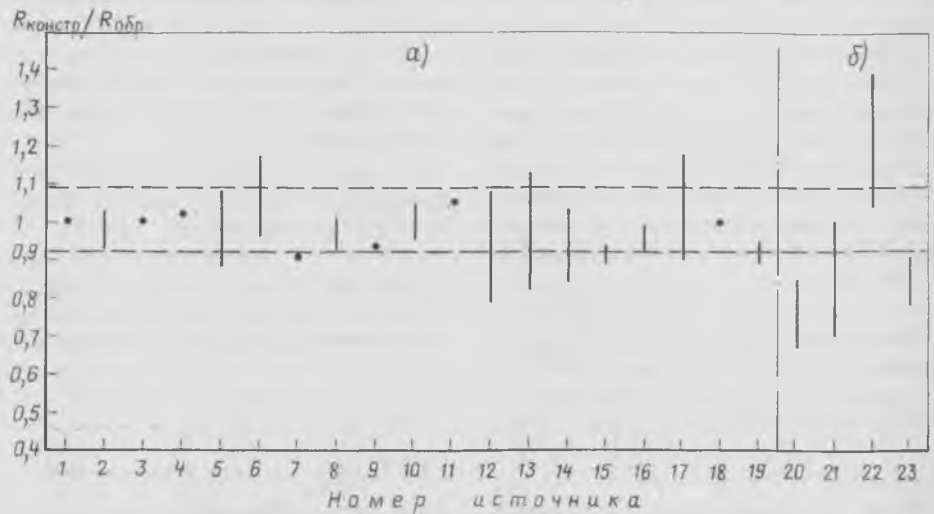
Поскольку для определения прочности бетона (передаточной, распалубочной и отпускной) образцы должны твердеть по одинаковому с контролируемым конструкциями режиму (для сборных конструкций согласно ГОСТ 18105.1—80 и для монолитных конструкций согласно ГОСТ 18105.2—80), можно считать, что в большинстве случаев условия изготовления образцов и конструкций не отличаются друг от друга.

При значительном различии условий твердения и возраста бетона образца и конструкции наблюдается систематическое различие между $R_{\text{констр}}$ и $R_{\text{обр}}$. В большинстве случаев (номера источников 20—23, см. рисунок) образцы хранили в нормальных условиях в лаборатории, а конструкции находились в естественных условиях на стройплощадке при существенных колебаниях температуры и влажности среды.

Выводы

Для рассматриваемой группы конструкций при близких условиях уплотнения и твердения бетона в образце и в конструкции систематическое различие между $R_{\text{обр}}$ и $R_{\text{констр}}$ (применительно к бетону средней зоны по высоте конструкции) отсутствует. Для большинства сборных и многих немассивных монолитных конструкций условия их уплотнения практически не отличаются от условий уплотнения образцов. Для этих случаев можно принять $K_c = 1$.

Если условия уплотнения или (и) твердения резко различны, может наблюдаться систематическое различие между $R_{\text{обр}}$ и $R_{\text{констр}}$, которое целесообразно учиты-



Соотношение прочности бетона в конструкции и в образце

a — условия уплотнения и твердения и возраст к моменту испытания близки для бетона образца и конструкции; *б* — условия твердения и возраст к моменту испытания резко различны для бетона образца и конструкции

По данным: 1 — О. Берндта и Е. Преусса; 2 — Б. Мэзера и В. Тайниса; 3 — М. А. Новгородского; 4 — Е. Спитзнера; 5 — А. Хэфсоа; 6 — Дж. Бхэргавы; 7 — К. П. Кашкарова; 8 — Р. Кэмпбелла и Р. Тобина; 9 — Д. Блоэма; 10 — Т. Ричардта и Х. Поярви; 11 — Г. Козва; 12 — В. Мэлхотры; 13 — У. Беллендера; 14 — Х. Шмида; 15 — Р. Джохэнсона и Е. Дэл-Джёрдженсона; 16 — Л. А. Малинной и А. М. Лещинского; 17 — Л. П. Перскопского; 18 — Е. Касаи и И. Мэйту; 19 — П. Мейненка и А. Кэймэрина; 20 — В. Вегнера; 21 — Н. Питерсона; 22 — В. В. Володина; 23 — Р. Левендовски

вать введением переводного коэффициента аналогично тому, как это предусмотрено ГОСТ 10180—78 для способов уплотнения, вызывающих изменение состава бетона.

При контроле прочности бетона по кернам, испытываемым при направлении сжимающего усилия, перпендикулярном слоям укладки смеси, необходимо устанавливать переводной коэффициент к

прочности бетона образцов, изготовленных и испытанных по методике ГОСТ 10180—78.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахвердов И. Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. М., Стройиздат, 1967.
2. Клевцов В. А., Сизов Г. В. Характер распределения прочности бетона в многопустотных настилах. — Бетон и железобетон, 1975, № 6.
3. Штерн О. Н. Определение прочности бетона при обследовании состояния конст-

рукций. — В кн.: Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. М., Стройиздат, 1964.

4. Ma ynard G. P., Davis S. G. The strength of situ concrete. — The Structural Engineer, 1974, 52, № 10.
5. Лещинский А. М. Систематическая неоднородность прочности тяжелого бетона в сборных железобетонных изделиях, формируемых на виброплощадках. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1981.
6. Johnston C. D. Anisotropy of concrete and its practical implications. — Highway Research Record, 1974, No. 423.

УДК 691.327:666.9—128

А. М. ЛЮДКОВСКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

О влиянии размеров образца на характеристики мелкозернистого бетона

Исследования моделей железобетонных оболочек из мелкозернистого бетона с толщиной поля, не превышающей, как правило, 6—8 мм, показали, что соотношения прочности бетона на растяжение с кубиковой или призмной прочностью отличаются от известных зависимостей. Были проведены исследования по выявлению масштабного эффекта и получению соотношений между основными прочностными характеристиками мелкозернистого бетона для тонкостенных конструкций.

Прочность бетона на осевое сжатие определяли при испытании различных образцов: кубов с размером ребра 10 см, сплошных призм сечением 10×10 см, пустотелых призм коробчатого сечения 10×10 см с толщиной стенки 1 см. Прочность бетона на растяжение при изгибе определяли при испытании балок различной высоты (от 1 до 7 см), длиной 30 см. Из балочек сечением 7×7 см выпиливали образцы с высотой сечения 2—4,5 см. Все образцы изготавливали из одного замеса и испытывали по методике ГОСТ 10180—78. Мелкозернистый бетон изготавливали из песка с $M_{кр} = 1,8—1,9$ при $Ц:П = 2,5$ и $В:Ц = 0,5$.

Результаты испытаний образцов на сжатие не противоречат известным. Соотношение призмной и кубиковой прочности равно 0,84, что хорошо согласуется с данными производственных испытаний [1]. Прочность бетона при испытании пустотелых и сплошных призм практически одна и та же [2].

Прочность кубов с размером ребра 10 см составляет 50,8 МПа, призмная прочность по испытаниям призм сечением 10×10 см — 42,5 МПа, пустотелых призм, скленных из плиточек размером 1×9×30 см, — 41,9 МПа.

Число образцов в серии n , шт.	Средняя высота поперечного сечения h , см	Предел прочности на растяжение при изгибе $R_{р,и}$, МПа	Среднеквадратичное отклонение σ , МПа	Коэффициент вариации λ , %
14	7,06	3,42	0,770	23,0
17	4,41	4,29	0,745	17,4
10	3,29	5,47	1,032	18,9
44	2,74	5,67	0,962	17,0
33	1,95	5,86	0,991	16,9
22	0,99	6,66	1,541	23,1

Начальный модуль упругости мелкозернистого бетона в среднем на 30% ниже, чем у обычного бетона той же прочности с крупным заполнителем. Сопоставление прочности бетона, полученной при испытании призм и образцов, выпиленных из моделей оболочек, показало ее соответствие. При этом предельная деформативность железобетонных образцов значительно выше, чем неармированных.

Характер зависимости бетона при растяжении от высоты сечения образцов выявляли испытанием балочек высотой 1—7 см. Результаты испытаний (см. таблицу) имеют большой разброс, но средние значения можно связать линейной зависимостью. С уменьшением

высоты сечения балочек среднеквадратичные отклонения увеличиваются в 2 раза. Различие коэффициентов вариации для балочек наибольшей (7 см) и наименьшей (1 см) высоты, по сравнению с промежуточными, можно объяснить тем, что их поверхностные слои имели различную структуру.

Зависимость прочности бетона на растяжение при изгибе от высоты сечения балок h можно представить в виде линейной регрессии, справедливой для бетонных сечений высотой 0,5—7 см:

$$R_{р,и} = 70 - 5,4h. \quad (1)$$

При отсутствии результатов прямых испытаний образцов для определения прочности мелкозернистого бетона при осевом растяжении на основании полученных данных можно пользоваться следующими формулами. Прочность бетона на осевое растяжение определяется по [3] с поправочным коэффициентом 0,7:

$$R_p = 3,5 R / (45 + R). \quad (2)$$

Здесь принята кубиковая прочность для стандартного куба со стороной 15 см.

Сопоставление соотношений предела прочности бетона на растяжение при изгибе и предела прочности бетона на осевое растяжение при изменении высоты поперечного сечения образцов проведено в [4]. В рассматриваемом диапазоне сечений получена нелинейная зависимость, представленная на рисунке.

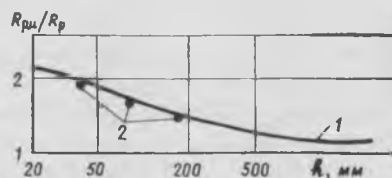
Пользуясь этой зависимостью, можно перейти к прочности образца на растяжение при изгибе при помощи переводного коэффициента K_1 :

$$R_{р,и} = K_1 R_p. \quad (3)$$

Для балочек сечением 10×10 см получаем $K_1 = 1,69$, сечением 7×7 см — $K_1 = 1,79$. Используя соотношения (1) и (3), можно найти прочность на растяжение при изгибе для сечений высотой 0,5—7 см:

$$R_{р,и}^h = 1,79 R_p + K(7 - h). \quad (4)$$

При анализе результатов экспериментов на тонкостенных конструкциях, по данным испытаний кубов или призм, коэф-



Зависимость отношения прочности на растяжение при изгибе к прочности на осевое растяжение ($R_{р,и}/R_p$) от высоты сечения образца
1 — теоретические данные; 2 — опытные данные

коэффициент K в (4) следует принимать равным 0,542. При расчете конструкций для определения нормативной прочности бетона на растяжение $K=0,33$.

Испытания разномасштабных образцов из мелкозернистого бетона на раскалывание [5] показали, что зависимость прочности бетона при раскалывании от размеров образца тоже линейна.

Использование зависимости (4) при анализе экспериментов дало хорошие результаты. Однако полученную зависимость (4) и соответственно значение коэффициента K необходимо проверить и уточнить для бетонов различных составов, так как для образцов бетона, испытываемых на растяжение, имеющиеся данные еще недостаточно систематизированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Ю. А., Симоненков Д. С. Товарный мелкозернистый бетон на обогащенном песке. — Бетон и железобетон, 1973, № 5.
2. Хайдуков Г. К., Краковский М. Б., Тукенов М. Т. Характеристики прочности и деформативности бетона в тонкостенных моделях и конструкциях. — В кн.: Исследования железобетонных пространственных конструкций на моделях. — Труды НИИЖБ, вып. 9. М., Стройиздат, 1974.
3. Прочность, структурные изменения и деформации бетона / Под ред. А. А. Гвоздева. Труды НИИЖБ. М., Стройиздат, 1978.
4. Peterson P. E. Direct tensile tests on prismatic concrete specimens. — Cement and concrete research, 1981, V. 11, No. 1.
5. Коган Е. А., Шаббаева Н. Е., Филиппова Н. И. Влияние масштабного фактора на прочность бетона при раскалывании. — Бетон и железобетон, 1982, № 6.

Авторские свидетельства

№ 22*

№ 1022813. Г. И. Григоренко, В. И. Стояров, С. И. Шер и Ф. З. Долкарт. Грузоподъемное устройство для расклубки железобетонных изделий.

№ 1022956. А. Ю. Яницкас, Р. Жилинскас и А. К. Гармуте. Каунасский политехнический ин-т. Сырьевая смесь для изготовления теплоизоляционного бетона.

№ 1022958. В. А. Мадьт, Н. Г. Месковский, Д. И. Пономаренко и Т. И. Марченко. ВНИИОМШС. Композиция для нанесения защитного покрытия на бетон.

№ 23

№ 1024279. В. Г. Старостин и Т. К. Купберген. Целиноградский филиал ГПКТИ Индустройпроект. Кассетная установка для изготовления изделий из бетонной смеси.

№ 1024426. Л. С. Мартыненко, И. Д. Киселева, А. Л. Компанец и В. П. Удовиченко. ГосдорНИИ. Комплексная добавка для цементобетонной смеси.

№ 1024434. М. В. Чарнов, В. И. Судаков и В. Ф. Бугай. Хабаровский политехнический ин-т. Комплексная добавка.

№ 1024435. С. Н. Юмшанов, А. И. Киприанов, С. С. Сметанина и др. Ленинградская лесотехническая академия. Способ приготовления пластифицирующей добавки для бетонной смеси.

№ 1024444. В. М. Хрулев, А. А. Тинников и В. М. Селиванов. Абаканский филиал Красноярского политехнического ин-та. Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона.

* См.: Открытия, изобретения, 1983.

Арматура

УДК 691.87:693.554:624.131.412

А. И. СЕМЕНОВ, д-р техн. наук, проф. (Ростовский инженерно-строительный ин-т); В. А. МАКСИМОВСКИЙ, канд. техн. наук (Ростовский Промстройинипроект)

Свойства стабилизированной высокопрочной проволочной арматуры

В Ростовском Промстройинипроекте исследовано влияние различных режимов стабилизации на физико-механические свойства и релаксацию напряжений канатов К-7 и высокопрочной проволоки [1]. Стабилизации подвергали отрезки арматуры длиной 4 м на специально сконструированной установке [2]. При этом варьировали усилие вытяжки (0,4—0,7 P_b), температуру нагрева (200—450°C), длительность нагрева при стабилизации (5—60 с), способ охлаждения (на воздухе, в воде, в ненапряженном и напряженном состоянии).

Арматуру через 5—10 сут после стабилизации испытывали при кратковременном растяжении до разрыва по ГОСТ 12004—66. Релаксацию напряжений исследовали на универсальной рычажной установке [3, 4] при начальных напряжениях 0,75, 0,8 и 0,85 σ_b в течение 120 и 264 ч, у некоторых образцов релаксацию фиксировали в течение 1128 ч.

Для исключения влияния разности температур образца, измерителя деформаций и отдельных деталей установки на показатели релаксации напряжений образцы хранили в том же помещении, где производили испытания, а за 15—20 ч до начала нагружения помещали их в релаксационную установку. С помощью автоматического терморегулирующего устройства в помещении поддерживали температуру $(21 \pm 0,5^\circ\text{C})$.

В результате стабилизации существенно изменяется диаграмма растяжения (рис. 1). Временное сопротивление σ_b у стабилизированной по рекомендуемому режиму [5] арматуры было практически таким же, как и у нестабилизированной, и колебалось в пределах $\pm 1-2\%$ аналогичной характеристики исходных образцов.

В результате стабилизации существенно и примерно одинаково возросли упругие характеристики канатов К-7 и высокопрочной проволоки. Так, у канатов различных диаметров, стабилизированных при 275—350°C и усилиях вытяжки 0,6 и 0,65 P_b , условные пределы упругости $\sigma_{0,01}$ и текучести $\sigma_{0,2}$ были равны соответственно 81—86 и 95—97 % σ_b при удлинении 4,5—7 %. На 2—5 % возросли

и их модули упругости, видимо вследствие уменьшения конструктивных деформаций в процессе стабилизации.

У стабилизированной высокопрочной проволоки условные пределы упругости $\sigma_{0,01}$ и текучести $\sigma_{0,2}$ увеличились соответственно до 84—88 и 95—96 % σ_b при удлинении не менее 4 %. Причем соот-

ношение $\frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_b}$ оказалось довольно стабиль-

ным независимо от вида арматуры (канат, проволока) и ее исходной прочности в широком интервале изменения температуры (275—322°C) и усилия вытяжки (50—60 % P_b) при стабилизации. Это позволило составить выборку из результатов испытания стабилизированных канатов $\varnothing 6,2$ мм (10 опытов), $\varnothing 9,3$ мм (11 опытов) и высокопрочной проволоки $\varnothing 5$ мм (12 опытов). Среднее арифметическое значение $\frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_b}$ выборки $\bar{a}=0,961$

(0,973—0,948), стандарт выборки $S_{\bar{a}}=$

$=0,0082$, коэффициент вариации $V_{\bar{a}}=$

$=0,85\%$. Таким образом, минимальное значение отношения $\frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_b}$ для данной вы-

борки с надежностью 0,95 при одностороннем доверительном интервале будет равно

$$\bar{a}(1 - 1,64 V_{\bar{a}}) = 0,961(1 - 1,64 \times 0,0085) = 0,948.$$

Учитывая, что образцы имели разную конструкцию, диаметр, химический состав, а основные параметры режима стабили-

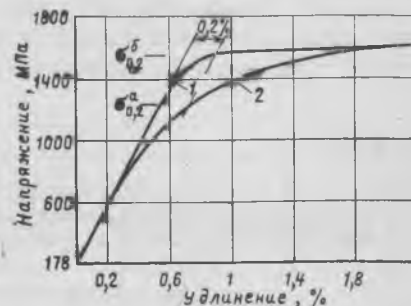


Рис. 1. Диаграмма растяжения необработанного (1) и стабилизированного (2) канатов $\varnothing 15,5$ мм

зации изменялись в широких пределах, можно полагать, что при промышленном производстве стабилизированной арматуры удастся получить высокие значения $\sigma_{0,2}$ с большей надежностью. Поэтому для стабилизированной арматуры временное сопротивление σ_b может быть принято таким же, как для отпущенной, а $\sigma_{0,2}$ — с достаточной надежностью на уровне $0,95 \sigma_b$. Для назначения коэффициента надежности k_a и соответственно расчетного сопротивления R_a для первой группы предельных состояний необходимо исследовать различные железобетонные конструкции, армированные стабилизированной арматурой заводского изготовления со значениями $\sigma_{0,2}$ и σ_b , близкими к гарантируемым.

В результате испытаний на релаксацию напряжений канатов К-7 установлено, что при прочих равных условиях релаксация напряжений у стабилизированных канатов значительно ниже, чем у нестабилизированных (рис. 2). Так, у исходных канатов диаметром 6,2 мм через 264 ч при начальном напряжении σ_0 , равном 75 и 80 % σ_b , потери напряжения от релаксации составляли 125 и 148 МПа, а у стабилизированных при $t=300^\circ\text{C}$ и напряжении вытяжки $P_b=0,6 \sigma_b$ (см. рис. 2) — соответственно 15,7 и 10,5 МПа, т. е. в 8—14 раз меньше. С увеличением температуры нагрева при стабилизации от 300 до 350°C возрастают потери напряжения от релаксации в 2—2,5 раза. Примерно так же изменяются потери от релаксации с уменьшением усилия вытяжки при стабилизации канатов от 0,6 до 0,4 P_b . Однако с увеличением усилия вытяжки при стабилизации до 0,7 P_b повышаются потери и напряжения от релаксации и становятся такими же, как у канатов, стабилизированных при усилии вытяжки 0,5 P_b (рис. 3).

Следовательно, напряжение вытяжки 70 % σ_b при принятом режиме обработки отрицательно сказалось не только на механических характеристиках канатов, но на их релаксационной стойкости.

Испытания также свидетельствуют о том, что даже при начальном напряжении $\sigma_0=0,85 \sigma_b$ скорость роста релаксации во времени в течение 1128 ч не становится больше, а релаксация напряжений возрастает по линейной зависимости от

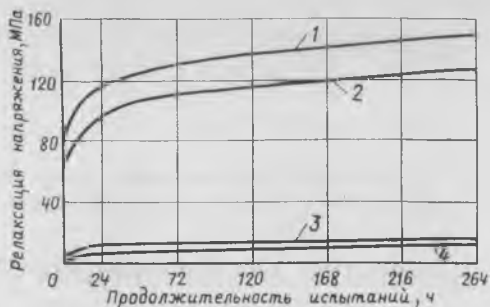


Рис. 2. Опытная величина релаксации напряжений у неотпущенных (1, 2) и стабилизированных (3, 4) канатов $\varnothing 6,2$ мм при $\sigma_0 = 0,8 \sigma_b$ (1, 3) и $\sigma_0 = 0,75 \sigma_b$ (2, 4)

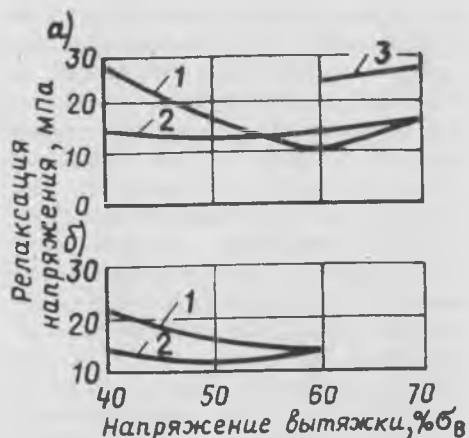


Рис. 3. Релаксация напряжения через 264 ч у канатов $\varnothing 9,3$ мм, стабилизированных при 300°C (а) и $335-340^\circ\text{C}$ (б)
1 — $\sigma_0 = 0,8 \sigma_b$; 2 — $\sigma_0 = 0,75 \sigma_b$; 3 — $\sigma_0 = 0,85 \sigma_b$

логарифма времени (рис. 4). Это указывает на возможность повышения уровня преднапряжения в стабилизированной проволочной арматуре до $0,85 \sigma_b$.

Результаты испытания на релаксацию исходных и стабилизированных образцов высокопрочной проволоки показали, что через 120 ч у стабилизированных при $275-350^\circ\text{C}$ образцов потери напряжения от релаксации при $\sigma_0 = (0,75-0,87) \sigma_b$ были примерно в 7,5 раза меньше, чем у необработанных, и составляли $0,83-1,63 \%$ σ_0 . Образцы, стабилизированные при 275°C в течение 7 с и при такой же температуре в течение 16,8 с, имели потери от релаксации через 120 ч соответственно $1,5-1,63$ и $1,28-1,54 \%$ σ_0 . Следовательно, увеличение более чем в 2 раза длительности нагрева проволоки при стабилизации существенно не влияет на ее релаксационную стойкость. С повышением температуры при стабилизации с 275

до 350°C у проволоки $\varnothing 5$ мм не наблюдалось снижения релаксационной стойкости, которое отмечалось у канатов, свитых из проволок $\varnothing 2$ и 3 мм. Это явление объясняется тем, что в процессе стабилизации у проволоки $\varnothing 5$ мм происходит меньшее снижение исходной плотности дефектов (дислокаций, внедренных атомов, вакансий), чем у проволок канатов, в силу того, что проволока $\varnothing 5$ мм подвергалась при волочении меньшему суммарному обжатию и имела меньшую исходную плотность дефектов, чем проволока канатов. Кроме того, проволока канатов при свивке подвергалась значительным дополнительным пластическим деформациям.

Величины релаксации напряжений за 50 лет, полученные по экстраполяции опытных данных, сравнивали с расчетными $\Delta\sigma$, вычисленными по СНиП II-21-75 и работе [2].

Как показал анализ, опытные величины релаксации напряжений у стабилизированных канатов были в 3,5—7 раз меньше вычисленных по СНиП. Значительно лучшее совпадение опытных величин с расчетными получено при вычислении по [2]. Отклонение расчетных величин от опытных в этом случае составляло от $-51,5$ до $+23,4 \%$.

Экстраполированные опытные данные потерь напряжения от релаксации на 50 лет при $\sigma_0 = (0,864-0,868) \sigma_b$ составили у канатов $2,53-3,31 \%$ σ_0 , а у проволоки $2,84-3,18 \%$ σ_0 .

Поскольку в реальных условиях высокое начальное напряжение у арматуры сохраняется только до начала обжатия бетона, т. е. сравнительно короткий промежуток времени, при проектировании конструкций со стабилизированной арматурой рекомендуется расчетные потери напряжения от релаксации принимать равными 3% σ_0 , т. е. подсчитывать по формуле

$$\Delta\sigma = 0,03 \sigma_0 \text{ при } \sigma_0 \leq 0,85 \sigma_b.$$

Учитывая, что стабилизированная арматура может подвергаться более высокому предварительному напряжению и имеет при этом меньшие потери от релаксации, при изготовлении железобетонных конструкций можно экономить до 12% высокопрочной стали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимовский В. А., Семенов А. И. Высокопрочная проволочная арматура и ее применение в железобетонных конструкциях. Волгоград, 1977.
2. Семенов А. И. Предварительно напряженный железобетон с витой проволочной арматурой. М., Стройиздат, 1976.
3. Михайлов К. В. Проволочная арматура для предварительно напряженного железобетона. М., Госстройиздат, 1964.
4. Михайлов К. В., Гао Бо-ян. Исследование реологических свойств семипроволочных прядей. Труды НИИЖБ, вып. 26. М., Госстройиздат, 1962.
5. Семенов А. И., Максимовский В. А. Оптимальный режим стабилизации арматурных канатов К-7 и высокопрочной проволоки. — Сталь, 1982, № 7.

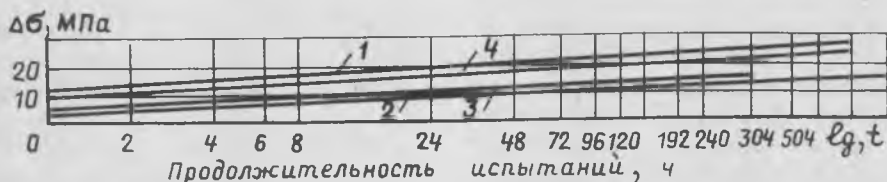


Рис. 4. Опытная величина релаксации напряжений у канатов $\varnothing 9,3$ мм, стабилизированных при 300°C (1) и 325°C (2)
3 — $\sigma_0 = 0,75 \sigma_b$; 4 — $\sigma_0 = 0,85 \sigma_b$

УДК 693.565.8

В. В. БАРАН, инж. (НИИЖБ)

Влияние технологических факторов на анкеровку арматурных канатов малого диаметра

В настоящее время достигнуты нормированный предел прочности арматурных канатов для железобетона равен 1950 МПа. Применение таких канатов позволит достигнуть наибольшей экономии стали на единицу массы заменяемой арматуры. Эффективность высокопрочной проволоки и арматурных канатов определяется также незначительным содержанием в них дефицитных легирующих добавок. Однако ее заготовка, установка в формы и натяжение трудоемки и многодельны, что требует автоматизации процессов.

Для комплексной механизации и автоматизации производства созданы и внедряются новые механизмы и автоматы непрерывно напряженного армирования (созданные НИИЖБ) и самоходные формирующие автоматы непрерывного действия на длинных стендах плоских и многоспустотных плит перекрытий. Эти машины предполагают использовать для массового производства железобетонных изделий, и в первую очередь для перекрытий и покрытий жилых и производственных зданий, выпуск которых к 1985 г. составит 38,7 млн. м³.

Кроме того, в последнее время разрабатываются новые, более экономичные конструкции из тонких преднапряженных элементов, эффективность которых во многом определяется прогрессивной технологией с использованием таких машин. Так, например, Минпромстрой СССР освоены элементы покрытия про-

мышленных зданий, составленных из тонких преднапряженных пластин толщиной 32 мм и армированных канатом К-7 диаметром 6 мм. Широко применяются самонапряженные конструкции, в которых напрягающий бетон получает объемное расширение и самонапряжение.

Достаточно детально изучено самоанкеривание арматурных канатов в бетонах различных марок. Однако эти исследования велись на канатах средних и больших диаметров при наличии массивного бетона со значительными защитными слоями и не предусматривали использование расширяющихся и напрягающих бетонов. С появлением самоходных бетонующих агрегатов время вибровоздействия на бетон не могло приниматься произвольным — оно точно определялось скоростью движения агрегата вдоль стенда, а от нее в свою очередь зависит производительность. Возникла необходимость уточнения минимальное время виброуплотнения для бетонных смесей различной подвижности, достаточное и для анкеровки каната при изготовлении тонких пластин с использованием как портландского, так и напрягающего цемента.

В НИИЖБ проводили исследования по анкеровке арматурных канатов из стали класса К-7, диаметром 6 мм. Изучали влияние технологических факторов (время виброуплотнения, вид и расход цемента, консистенцию бетонной смеси) на длину зоны передачи

напряжения при изготовлении тонких преднапряженных пластин.

Учитывая технологию изготовления тонких пластин, опытные образцы изготавливали на механизированном стенде НИИЖБ. Натяжение арматуры из стали класса К-7 диаметром 6 мм на торцовые упоры стенда осуществлялось с усилием $P=25$ кН ($\sigma_a=1100$ МПа).

На каждой натянутой нити каната располагали по 12 образцов размерами $120 \times 12 \times 3,2$ см таким образом, чтобы при отпуске арматуры они получали центральное обжатие. Минимальная величина защитного слоя бетона составляла 10 мм.

Для изготовления бетонной смеси использовали портландцемент марки 500 Воскресенского завода, гранитный щебень крупностью 5—10 мм, кварцевый песок с $M_{кр}=2,1$. При этом осуществляли строгий контроль за дозировкой компонентов.

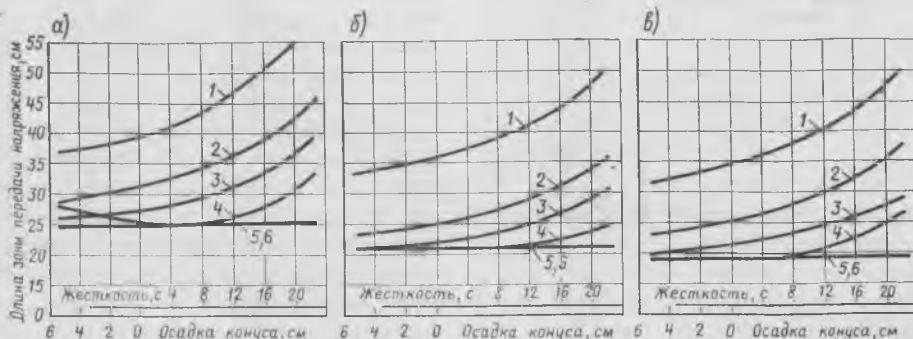
Влияние подвижности смеси изучали на образцах, изготовленных из бетона жесткостью 20 и 8 с и $O. K.=4$ см по ГОСТ 10181—81. Изменение жесткости достигалось только путем введения суперпластификатора С-3 при постоянном $B/C=0,35$, т. е. без изменения состава бетона.

Каждую пару образцов-близнецов вибрировали заданное время с помощью высокочастотной специально изготовленной виброплощадки с параметрами вибрации $f=150$ Гц, $A=0,25$ мм. Время вибрирования изменялось от 3 до 60 с. Процесс твердения проходил в естественных условиях. Отпуск натяжения арматуры каждой серии осуществляли плавно с помощью стационарных клиновых упоров при достижении предусмотренной отпускной прочности.

Длину зоны передачи напряжения определяли по деформациям бетона с помощью тензорезисторов с базой 50 мм и по втягиванию каната в торцы образца, измеряя его индикаторами часового типа с точностью до 0,01 мм.

Было испытано 108 образцов на портландцементе. При соблюдении оптимального времени виброуплотнения смесей определенных консистенций канаты К-7 диаметром 6 мм достаточно хорошо анкеруются в тонких преднапряженных пластинах (см. рисунок).

Опыты показали, что практически изменение жесткости смеси образцов в каждой серии только за счет введения суперпластификатора С-3 при постоянном B/C не повлияло на прочность и длину зоны передачи напряжения. Наилучшее заанкеривание получено при жесткости смеси менее 8 с при времени виброуплотнения 15 с, а при увеличении жесткости до 20 с оптимальное вре-



Зависимость длины зоны передачи напряжения от жесткости бетонной смеси

$a - R_0=30$ МПа; $b - R_0=40$ МПа; $v - R_0=50$ МПа; время виброуплотнения: 1 — 3 с; 2 — 5 с; 3 — 10 с; 4 — 15 с; 5 — 20—40 с; 6 — 60 с

мя равно 20 с.

В образцах двух серий с отпускной прочностью R_0 , равной 30 и 40 МПа, при времени виброуплотнения 60 с, в несколько раз превышающем оптимальное, наблюдается некоторое ухудшение анкеровки в образцах, изготовленных из бетонной смеси с добавкой.

Влияние вида цемента изучали на образцах на напрягающем цементе марки 500 Усть-Каменогорского цементного завода с энергией самонапряжения 2 МПа. Твердение образцов, изготовленных из бетона на напрягающем цементе, проходило в следующем режиме: в течение первых суток образцы находились в условиях герметизированного хранения для обеспечения набора необходимой прочности, после чего трое суток под слоем обильно смоченных опилок, которые для более стабильной влажности укрывали полиэтиленовой пленкой, затем воздушно-сухое хранение. Исследования проводили по аналогичной методике. Установлено, что при отпускной прочности $R=30-40$ МПа длина зоны передачи напряжения не уменьшается, а при $R_0=50$ МПа анкеровка каната несколько улучшилась

по сравнению с аналогичными образцами на портландцементе. Таким образом, напрягающий цемент не ухудшает самоанкеривание канатов малого диаметра.

Известно, что применение НЦ наиболее эффективно при его расходе свыше 400 кг на 1 м³. В связи с этим изучали влияние расхода цемента при одном и том же соотношении $r = \frac{П}{П+Щ}$. В эксперименте варьировали расход (400, 500, 600 кг/м³) и вид цемента (НЦ и ПЦ). Уплотнение осуществляли с ранее определенным оптимальным для каждой жесткости временем вибрации. Образцы на портландцементе показали практически одинаковое самоанкеривание.

Усредненная длина зоны передачи напряжения при испытании образцов на ПЦ с расходом 400 и 500 кг/м³ составила 20 см, 600 кг/м³ — 22 см, а при испытании образцов на НЦ с тем же расходом — соответственно 19, 18 и 16 см.

Уменьшение длины передачи напряжения вызвано самонапряжением, которое соответственно расходу цемента составляло 0,6, 0,8 и 1,3 МПа.

Основываясь на полученных данных и учитывая результаты других исследований, можно предположить, что при изготовлении тонких преднапряженных пластин необходимо учитывать такие технологические факторы, как время вибрирования, жесткость бетонной смеси, вид и расход цемента.

Выводы

Арматурные канаты класса К-7 диаметром 6 мм достаточно хорошо самоанкериваются в тонких преднапряженных пластинах на портландском и слое бетона не менее 10 мм, что при двухосном армировании пластин определяет их минимальную толщину 32 мм.

Величина зоны заанкеривания каната в бетоне изделия такой минимальной толщины (32 мм) составляет не более 25 см.

При проектировании самоходных бетоноформирующих агрегатов и выборе скорости их движения вдоль стенда необходимо, чтобы бетонная смесь жесткостью до 20 с подвергалась влиянию виброуплотнения не менее 10 с при отпускной прочности бетона $R_0=30$ МПа.

УДК 666.763.63:667.823

Ю. В. ДЕРГУНОВ, Б. В. КОСТЫРКИН, инженеры (ПКБ электрогидравлики)

Электрогидравлическая очистка металлоформ от остатков бетона

Многие технологические процессы сопровождаются образованием на поверхностях железобетонных изделий загрязнений, нагара, окисных пленок, продуктов коррозии, солевых отложений и др. Образование таких покрытий нарушает технологические режимы, снижает технические и эксплуатационные показатели.

Очистка поверхностей металлоформ от остатков прилипшего бетона перед последующей их заливкой позволяет улучшить качество поверхности изделий. Применение существующих средств механизации малоэффективно в связи с большой номенклатурой и сложной геометрией металлоформ. Так, для очистки рабочих поверхностей кассетных листов применяют машину СМЖ-259, для очистки форм для

железобетонных шпал — гидроочистители. Зачастую на ДСК и заводах ЖБИ поверхности металлоформ очищают вручную с помощью кувалд, молотков, лома, скребков, щеток и т. п. Ручная очистка металлоформ малопродуктивна, связана с вредными воздействиями на работающих (пылеобразование, шум, вибрация).

Применение электрогидравлической технологии для очистки металлоформ позволяет механизировать этот трудоемкий процесс, повысить производительность, оздоровить условия труда работающих.

Принцип действия установки основан на комплексе явлений, возникающих при электрическом разряде в жидкости, причем в данном случае в основном используется трансформация электрической энергии в энергию ударной волны. При подаче высокого напряжения на разрядный промежуток (рис. 1), образованный электродом и очищаемой металлоформой, происходит его пробой, сопровождающийся образованием токопроводящего канала. Под действием протекающего тока разряда большой плотности и вследствие малой сжимаемости жидкости давление в канале разряда растет и может достигать десятков тысяч атмосфер. Благодаря высокому давлению и быстро-

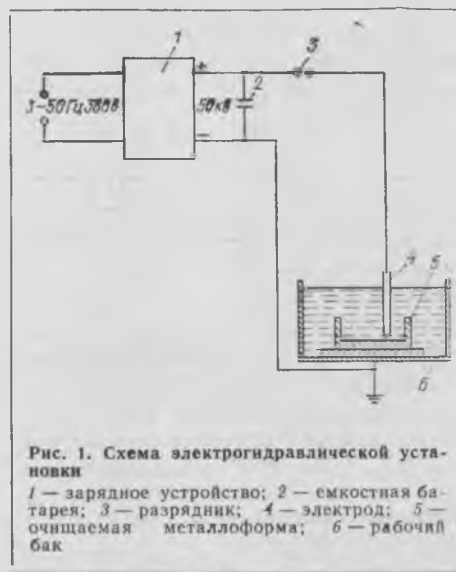


Рис. 1. Схема электрогидравлической установки
1 — зарядное устройство; 2 — емкостная батарея; 3 — разрядник; 4 — электрод; 5 — очищаемая металлоформа; 6 — рабочий бак



Рис. 2. Металлоформа ФК-17 с остатками бетона

му расширению искрового канала формируется ударная волна, которая вместе с потоком жидкости, образующимся при расширении парогазовой полости канала разряда, используется для разрушения остатков бетона, прилипшего к стенкам металлоформ.

Электрогидравлическая установка состоит из рабочего бака с водой, в который погружается металлоформа, механизм перемещения электрода с эстакадой, генератора импульсных токов, пульта и щитов управления и контроля.

Экспериментальные работы по очистке металлоформ электрогидравлическим способом проводили в реальных условиях на заводе ЖБИ-1 (г. Николаев). Была выбрана наиболее характерная металлоформа ФК-17 размером $0,7 \times 1,5 \times$

$\times 1,7$ м. Металлоформы загружали в рабочий бак установки козловым краном. Перед очисткой поверхность металлоформ имела загрязнение остатками бетона толщиной 2—15 мм (рис. 2). При обработке электрод перемещался на заданном расстоянии над ее поверхностью. Уровень жидкости в рабочем баке над формой составлял 550 мм. Время, затраченное одним оператором на очистку формы, составило 10 мин, производительность установки $60 \text{ м}^2/\text{ч}$. Качество очистки, по заключению специалистов, хорошее (рис. 3). Очистка формы ФК-17 традиционным способом вручную требует 1,6 чел.-ч; трудоемкость очистки 10 м^2 составляет в среднем 0,9 чел.-ч. Учитывая, что в течение месяца на заводе ЖБИ-1 необходимо очищать от бетона



Рис. 3. Металлоформа ФК-17 после обработки электрогидравлическим способом

металлоформы площадью $10\,000 \text{ м}^2$, затраты ручного труда на этой вспомогательной операции достигают 900 чел.-ч.

Электрогидравлический метод очистки металлоформ от бетона и других загрязнений наиболее эффективен и высокопроизводителен. Он освобождает рабочих от тяжелого ручного труда, позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия и культуру производства. Экономический эффект от внедрения одной электрогидравлической установки для очистки металлоформ на заводе ЖБИ-1 составит около 40 тыс. р., срок окупаемости установки — около 2 лет.

Более подробные сведения можно получить в ПКБ электрогидравлики АН УССР по адресу: 327018, г. Николаев, пр. Октябрьский, 43а.

В помощь проектировщику

УДК 624.072.2:620.191.33

М. С. АБАКАНОВ, канд. техн. наук (Казпромстройиниипроект);
С. М. КРЫЛОВ, Ю. П. ГУЩА, доктора техн. наук (НИИЖБ)

Образование и раскрытие нормальных трещин неразрезных балок

Учет перераспределения усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях, отличающихся армированием от требуемого расчетом упругой системы, позволяет рационально использовать прочностные свойства критических сечений. Однако степень реализации прочностных свойств наиболее напряженных и других расчетных сечений в эксплуатационной стадии работы конструкций зависит от требований, предъявляемых вто-

рой группой предельных состояний, в частности от допускаемых границ ширины раскрытия трещин.

В статически неопределимых конструкциях, в отличие от статически определимых, на характер трещинообразования и ширину раскрытия трещин в расчетных сечениях кроме отдельных параметров (вид и диаметр арматуры, процент армирования и др.) [1] влияют соотношения армирования критических сечений и схема приложения нагрузок. Чрезмер-

ное ослабление степени армирования наиболее напряженных сечений по сравнению с расчетом упругой системы может привести к значительному раскрытию трещин. Таким образом, степень перераспределения усилий в конструкции ограничивается требованиями, предъявляемыми второй группой предельных состояний.

Для выявления пределов и допустимых границ перераспределения усилий испытали неразрезные двухпролетные железобетонные балки из высокопрочных бетонов, армированные сталью без площади текучести. Характеристики опытных образцов приведены в работах [2, 3], где подробно изучена их прочность. Балки были изготовлены из бетонов прочностью 60 и 90 МПа и армированы сталью класса А-IV марок 80С и 80Свт (упрочненной вытяжкой). Ослабление отдельных наиболее напряженных сечений по сравнению с расчетом как упругих систем составляло 50—67 % (в балках

Бои-1а, б — Бву-6а, б — 50%, Бои-7а, б — 67%, а в балках Бои-8а, б армирование принимали близким к расчету упругой системы). Балки, отличающиеся степенью армирования, загружали кратковременно действующими статическими нагрузками, приложенными по одной в третях пролета от средней опоры.

Как показали испытания, образование и развитие трещин по длине балок происходило на определенных участках в зависимости от эпюры (величин) изгибающих моментов, а также степени и соотношения армирования расчетных сечений. Трещины сначала возникали в наиболее напряженных опорных сечениях, а затем и в пролетных, за исключением балок Бои-8а, б.

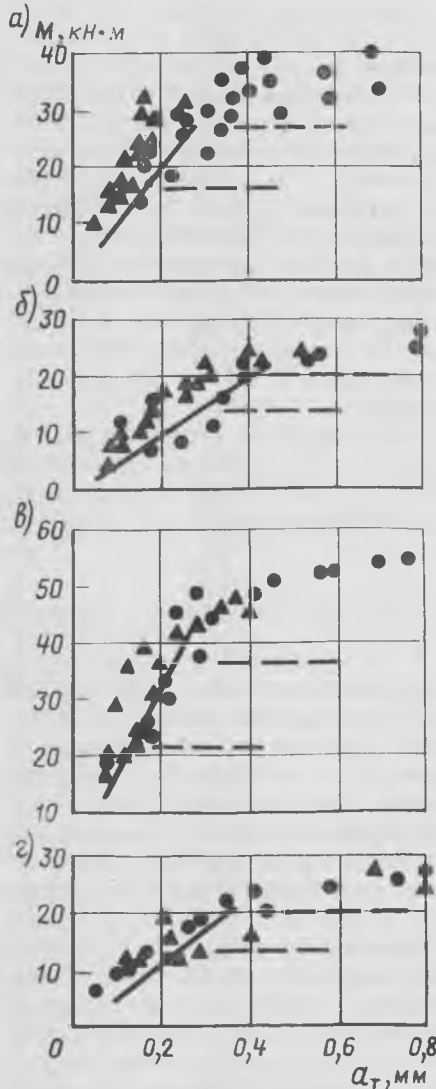


Рис. 1. Максимальная ширина раскрытия нормальных трещин в зависимости от величины действующего изгибающего момента в опорных и пролетных сечениях балок а — Бои-1а, б, $R=59$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,21$; б — Бои-2а, б, $R=59$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,08$; в — Бви-3а, б, $R=88$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,17$; г — Бви-4а, б, $R=88,6$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,097$; ● — опорные сечения; ▲ — пролетные сечения; — — — расчет по СНиП 11-21-75; — — — уровни нормативных нагрузок

В слабоармированных балках, в отличие от среднеармированных, трещины развивались несколько интенсивнее и достигали уровня $2/3-3/4$ высоты сечения балок на опоре и $1/2-2/3$ высоты — в пролете. При дальнейшем нагружении опытных образцов развитие трещин замедлялось, но ширина их раскрытия заметно увеличилась. Новые трещины не появлялись, а ранее образовавшиеся раскрывались.

В среднеармированных образцах с возрастанием нагрузки между трещинами, образованными на начальных этапах нагружения конструкции, появлялись новые. Зона расположения трещин как на опоре, так и в пролете была больше, а высота развития трещин вверх по сечению — несколько меньше, чем в слабоармированных образцах.

На рис. 1 и 2 представлено сопоставление опытных максимальных величин ширины раскрытия нормальных трещин с расчетными на уровне растянутой арматуры в зависимости от роста изгибающих моментов. Там же приведены значения прочности бетона и степени армирования опорных и пролетных сечений (ξ_p^o , $\xi_p^п$) балок-близнецов при $\xi_R=0,21...0,33$. Расчетные значения ширины раскрытия трещин a_T , нанесенные на графиках, определяли по формуле СНиП П-21-75:

$$a_T = k c_d \eta \frac{\sigma_a}{E_a} 20 (3,5 - 100 \mu) j^{-1} d \quad (1)$$

В это выражение подставляли действительные характеристики сечений и материалов. Из рис. 1 и 2 видно, что расчетные значения удовлетворительно согласуются с опытными в области действия нормативных нагрузок. Их величины определяли делением значений расчетных нагрузок, найденных как для реального проектирования (по расчетным сопротивлениям бетона и арматуры) с учетом работы арматуры в упругопластической зоне в критических сечениях при помощи коэффициента m_a , на коэффициент перегрузки.

Зависимость между максимальной величиной ширины раскрытия нормальных трещин и действующим изгибающим моментом в опорных и пролетных сечениях балок свидетельствует о том, что при действии кратковременных нормативных нагрузок ширина раскрытия трещин не превышает допустимой нормы. Только в наиболее напряженных опорных сечениях балок Бву-6а, б наблюдается некоторое превышение опытных данных над нормируемыми. Процент армирования этих образцов не превышал 0,36, как и слабоармированных балок первой серии Бои-2а, б. Однако у образцов Бву-6а, б

по сравнению с Бои-2а, б отмечалась более высокая прочность бетона, и они были армированы сталью, упругоупрочненной вытяжкой, с пониженным модулем упругости $E_a=17 \cdot 10^4$ МПа. Следует отметить, что в реальных объектах несущие конструкции зданий с таким низким процентом армирования не встречаются.

Из графиков следует, что в опытных образцах независимо от прочности бетона

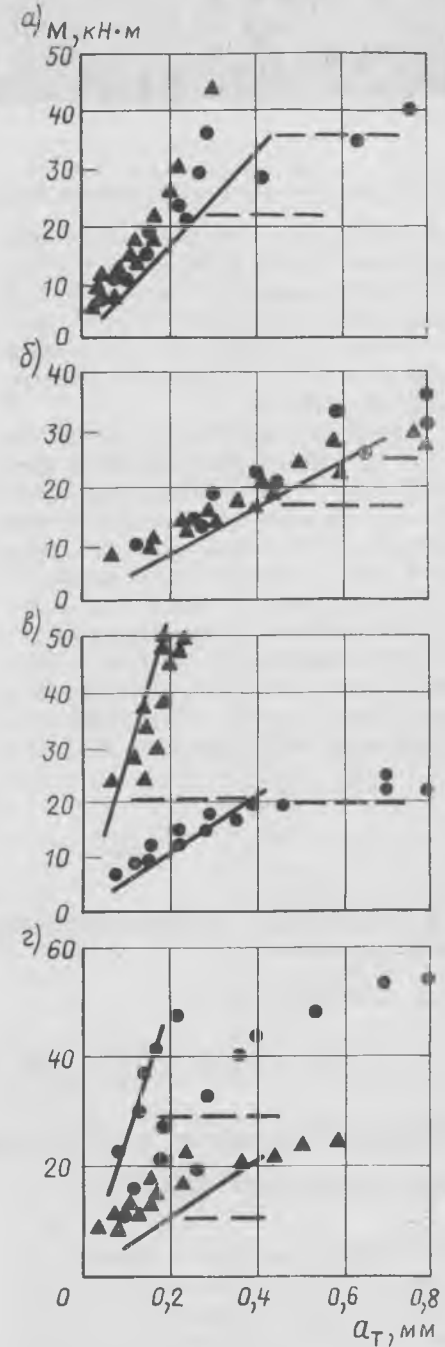


Рис. 2. Максимальная ширина раскрытия нормальных трещин в зависимости от величины действующего изгибающего момента в опорных и пролетных сечениях балок а — Бву-5а, б, $R=94,8$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,15$; б — Бву-6а, б, $R=89,6$ МПа, $\xi_p^{оп}=0,06$; в — Бои-7а, б, $R=63$ МПа, $\xi_p^o=0,147$, $\xi_p^п=0,3$; г — Бои-8а, б, $R=64$ МПа, $\xi_p^o=0,3$, $\xi_p^п=0,154$. Условные обозначения см. на риф. 1

Экономическая эффективность применения в стенах промзданий однослойных стеновых панелей из различных материалов

и степени их армирования при ослаблении наиболее напряженных сечений до 50 % против требуемого расчетом балок как упругих систем опытная величина максимальной ширины раскрытия нормальных трещин не превышает допустимых нормами границ в эксплуатационной стадии. В балках Бои-7а, б ослабление наиболее напряженных сечений было доведено до 67 %. При этом ширина раскрытия трещин практически не превышала 0,4 мм для нормативных нагрузок. В менее напряженных пролетных сечениях, за исключением балок Бву-ба, б, максимальная ширина раскрытия трещин от нормативных нагрузок колебалась в пределах 0,1—0,3 мм в зависимости от степени армирования сечений.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что ослабление наиболее напряженных сечений балок до 67 % по сравнению с расчетом упругих систем не приводит к недопустимому раскрытию трещин при действии эксплуатационных кратковременных нагрузок. Следовательно, расчет прочности конструкций, армированных сталями без площадки текучести, можно осуществлять с учетом упрочнения арматуры в критических сечениях, без опасения недопустимого раскрытия нормальных трещин. Однако при реальном проектировании стержневых статически неопределимых железобетонных конструкций в зависимости от предъявляемых требований к трещиностойкости с учетом степени и соотношения армирования критических сечений, схемы приложения нагрузок необходима проверка ширины раскрытия трещин a_t по формуле (1). При действии длительных нагрузок следует уточнить границы допустимых пределов отклонения от армирования, требуемого расчетом упругой системы, при наиболее невыгодных схемах загрузки.

Уменьшение плотности стеновых материалов является одним из основных факторов снижения материалоемкости и массы стен, а также совершенствования конструктивных решений стеновых панелей. В последние годы НИИЖБ разработаны типовые конструкции плоских однослойных стеновых панелей из автоклавного ячеистого и легкого бетона, в том числе пониженной плотности, для наружных стен различных одноэтажных и многоэтажных отапливаемых промзданий — с шагом колонн 6 м из ячеистого бетона с $\gamma=550\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ (серия 1.432-6) и с шагом колонн 6 м из ячеистого и легкого бетона (серия 1.432-14).

Панели предназначены для зданий с неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной газовой средой при относительной влажности воздуха внутри помещений не более 60 % (из ячеистого бетона) и 75 % (из керамзитобетона).

Панели из легкого бетона изготавливают с наружным и внутренним фактурными слоями толщиной по 20 мм из цементно-песчаного раствора марки 100, толщина защитного слоя панели из ячеистого бетона составляет 30 мм, арматура из стали классов А-II, А-III и Вр-I.

В НИИЖБ проанализирована экономическая эффективность применения для

наружных стен промзданий панелей и кирпича. Стены из кирпича можно использовать для зданий с неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной газовой средой при относительной влажности воздуха внутри помещений выше 75 %.

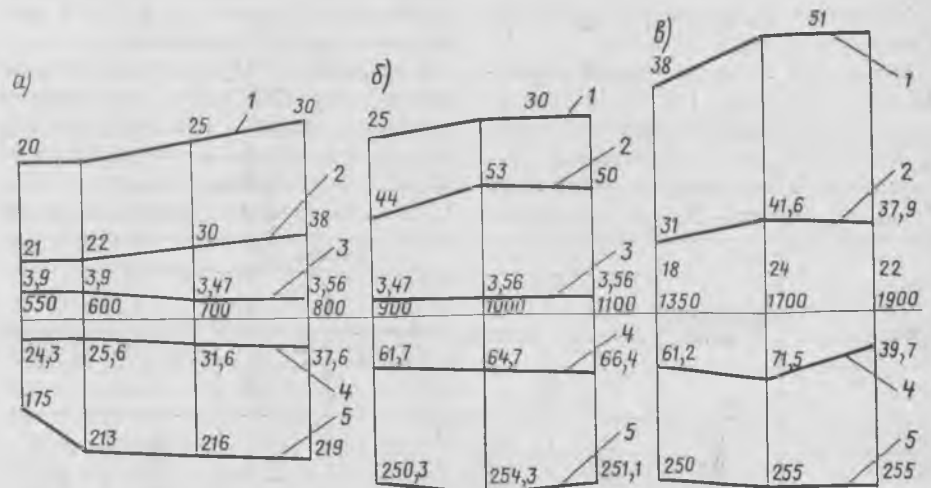
Исследования осуществляли применительно для Московской области при одинаковых условиях эксплуатации наружных стен, включая ветровую нагрузку. Были учтены повышающие коэффициенты к величинам требуемых сопротивлений теплопередачи для ячеистого бетона и керамзитобетона. Расчетное сопротивление теплопередаче ($R_{расч}$) для применяемых модульных толщин стен, как правило, превышало $R_{тр}$ в панелях из ячеистого бетона на 4—28 %, из керамзитобетона — на 1—1,5 %, из кирпича — на 6—19 % (см. рисунок).

Плотность материала практически не влияет на расход стали (см. рисунок), ее расход зависит от размеров панели. Так, на 1 м² панели из ячеистого бетона размером 1,2×6 м требуется стали на 15—30 %, а размером 0,9×6 м — на 15—35 % больше, чем на панели размером 1,8×6 м, для панелей из керамзитобетона — в среднем на 15 %.

Расход цемента зависит от плотности материала стены (см. таблицу).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуца Ю. П. Исследования ширины раскрытия нормальных трещин. — В кн.: Прочность и жесткость железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1971.
2. Крылов С. М., Гуца Ю. П., Абаканов М. С. Перераспределение усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях, армированных сталями без площадки текучести. — В кн.: Прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1979.
3. Абаканов М. С. Некоторые особенности работы статически неопределимых железобетонных конструкций, армированных сталями, не имеющими площадки текучести. — В кн.: Исследование сейсмостойкости сооружений и конструкций, вып. 11. М., Стройиздат, 1979.



Основные технико-экономические показатели на 1 м² стены из ячеистого (а), легкого (б) бетонов и кирпича (в)

1 — толщина стен; 2 — расход цемента; 3 — расход стали применительно к панели размером 1,8×6 м; 4 — энергосатраты в производстве; 5 — энергосатраты в эксплуатации

Для кирпичной кладки применяли цементно-известковый раствор марки 100 состава 1:0,2:3. При этом расход цемента марки 400 на 1 м³ легкого раствора составлял 340, тяжелого — 310 кг. Расход цемента на 1 м² стены в зависимости от объемной массы материала увеличивался для ячеистого бетона с 21 ($\gamma=550$ кг/м³) до 38 кг ($\gamma=100$ кг/м³); для керамзитобетона с 44 ($\gamma=900$ кг/м³) до 53 кг ($\gamma=1000$ кг/м³); для кирпича с 31 ($\gamma=1350$ кг/м³) до 41,6 кг.

Экономическую эффективность наружных стен из различных материалов оценивали по приведенным затратам, которые определяли в соответствии с СН 509-78 и по формуле

$$Z = (C_d + E_n K) a_t + И, \quad (1)$$

где C_d — расчетная себестоимость конструкций «в деле», р.; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K — одновременные капитальные вложения в организацию производства промышленности сборного железобетона, сопряженные отрасли и транспорт, р.; a_t — коэффициент приведения затрат, осуществляемых до начала эксплуатации зданий, к первому году эксплуатации [$a_t = (1+E)^t$]; $И$ — издержки в сфере эксплуатации за срок службы конструкции, равные сумме приведенных затрат на текущий ремонт и отопление.

Себестоимость панели из ячеистого и легкого бетонов рассчитывали в соответствии с Руководством [1], из кирпича — с учетом Рекомендаций [2]. Транспортные затраты определяли из условия перевозки изделий автомобильным транспортом на расстояние до 50 км. Учитывали капитальные вложения, затраченные для организации производства панелей из ячеистого и легкого бетонов и кирпича, а также направленные в сопряженные отрасли.

Межремонтный срок службы наружных стен принят равным 20 годам.

Затраты на тепловую энергию определяли согласно СНиП II-3-79. Затраты на отопление увеличиваются обратно пропорционально $R_{расч}$ и уменьшаются пропорционально соотношению требуемого ($R_{тр}$) и расчетного ($R_{расч}$) сопротивле-

ния теплопередаче стены. Увеличение этих затрат на 1 м² i -го вида стены можно установить по формуле

$$\Delta Z_{oi} = \frac{R_{расч.а}^2 R_{тр.i}}{R_{расч.i}^2 R_{тр.а}} 100 \%, \quad (2)$$

где $R_{расч.а}$, $R_{расч.i}$, $R_{тр.а}$, $R_{тр.i}$ — расчетное и требуемое сопротивление теплопередаче стены-аналога и стены i -го вида.

В эксплуатационных расходах на отопление приходится 70—75 %.

На рисунке приведены топливно-энергетические затраты, связанные с производством и эксплуатацией 1 м² стены из ячеистого бетона, керамзитобетона и кирпича различной плотности.

Исследованиями экономической эффективности однослойных стеновых панелей установлено, что по приведенным затратам стеновые панели из ячеистого бетона с $\gamma=550$ и 600 кг/м³ эффективнее панелей из того же материала с $\gamma=700$ и 800 кг/м³ на 20—40 %, керамзитобетона с $\gamma=900$, 1000 и 1100 кг/м³ — на 35—55 % и кирпича — на 25—50 %.

Из них требуется цемента в 1,4—1,8 раза меньше, чем на панели из ячеистого бетона с $\gamma=700...800$ кг/м³, в 2,4 раза меньше, чем на панели из керамзитобетона с $\gamma=900...1100$ кг/м³, и в 1,4—2 раза меньше по сравнению с кирпичной кладкой. Расход стали примерно одинаков — разница составляет около 10 % в пользу панелей из ячеистого бетона с $\gamma=700...800$ кг/м³. При производстве таких панелей расходуется условного топлива в 1,2—1,5 раза меньше, чем на панели из этого же материала с $\gamma=700$ и 800 кг/м³, в 2,4—2,7 раза — из керамзитобетона и в 1,6—2,9 раза — из кирпича. Суммарные трудозатраты на возведение стены из них на 10—20 % ниже, чем из ячеистобетонных панелей с более высокой плотностью, на 5—12 % выше, чем из керамзитобетонных панелей, и в 1,7—2 раза по сравнению с кирпичными.

В условиях эксплуатации на стены из панелей с $\gamma=550$ кг/м³ затрачивается условного топлива примерно на 20 % меньше, чем на стены из ячеистобетонных панелей большей плотности, и на 40—45 % по сравнению со стенами из керам-

зитобетонных панелей и кирпича.

Однако панели из ячеистого бетона без дополнительных защитных покрытий конкурентоспособны с панелями из керамзитобетона и кирпича только в зданиях с неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной газовой средой при относительной влажности воздуха внутри помещений до 60%. При повышенной влажности следует предусматривать стены из керамзитобетонных панелей или кирпича.

Керамзитобетонные панели с $\gamma=900$ кг/м³ по всем технико-экономическим показателям эффективнее панелей с $\gamma=1000...1100$ кг/м³. По некоторым показателям (приведенные затраты, расход материалов и др.) они превосходят панели из ячеистого бетона с $\gamma=800$ кг/м³, поэтому им следует отдавать предпочтение при наличии в районе развитой базы по производству керамзитобетона.

Снижение плотности керамзитобетонных панелей до $\gamma=800$ и 700 кг/м³ должно повысить их технико-экономическую эффективность по сравнению с панелями из ячеистого бетона [3].

По приведенным затратам стены из керамзитобетонных панелей с $\gamma=900$ кг/м³ эффективнее (до 10%) стен из обыкновенного глиняного кирпича на легком растворе и уступают кирпичным стенам из пористого кирпича на легком растворе (на 10—15%) и из силикатного на тяжелом растворе (на 5—10%) при меньших или примерно равных капитальных вложениях. Однако такие стены в 1,8—3,5 раза легче кирпичных, их возведение требует на 60—75% меньше трудозатрат. При этом на них расходуется примерно одинаковое количество условного топлива в условиях производства и эксплуатации.

Керамзитобетонные панели с $\gamma=900...1100$ кг/м³ уступают кирпичу по расходу цемента (на 15—30 кг/м²) и требуют обязательного армирования.

Исследованиями установлено, что ориентация на применение укрупненных рядовых стеновых панелей размером 1,8×6 м для наружных стен позволяет экономить еще как минимум 15% стали или 0,5—0,6 кг/м² стены даже без учета экономии стали, которую можно получать за счет исключения промежуточных закладных деталей и опорных столиков пристенных колонн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования (Конструкции промышленных зданий). М., Стройиздат, 1976.
2. Рекомендации по сравнительной технико-экономической оценке конструкций монолитных, полносборных и кирпичных зданий различной этажности. М., ЦНИИЭП жилища, 1979.
3. Рогатин Ю. А., Александрова Н. А. Эффективность применения легких бетонов с пониженной объемной массой для наружных стен. — Бетон и железобетон, 1982, № 10.

Материал	Плотность, кг/м ³	Расход					
		цемента, кг	известки, кг	керамзитового гравия, м ³	керамзитового песка, м ³	песка молотого, кг	алюминиевой пудры, кг
Ячеистый бетон	550	105	111	—	—	280	0,49
	600	108	112	—	—	320	0,48
	700	126	126	—	—	378	0,44
	800	130	125	—	—	465	0,43
Керамзитобетон	900	215	—	1	0,3	—	—
	1000	210	—	1	0,3	—	—
	1100	200	—	1	0,25	—	—

Т. Г. КРАВЧЕНКО, Л. Н. ЛЕВУШКИН, кандидаты техн. наук (НИИЖБ);
В. В. КНЫШ, инж. (ТюмИСИ)

Воздействие растворов солей и электрического тока на бетон подземных сооружений

Исследования физико-химических процессов, происходящих в цементном камне под действием водных растворов CaCl_2 , AlCl_3 , FeCl_3 и постоянного электрического тока, являются частью работ, выполненных при электрохимическом закреплении слабых водонасыщенных грунтов в Тюменской области для определения влияния электрохимического закрепления грунта на долговечность железобетонных фундаментов. Здесь применяли растворы указанных солей, а арматуру железобетонных фундаментов использовали в качестве катода [1].

Для выявления изменений, которые возникают в цементном камне при воздействии растворов солей и электрического тока, были проведены лабораторные испытания на образцах цементного камня размером $2 \times 2 \times 24$ см из портландцемента марки М 500 Сухоложского завода с $V/C = 0,3$. Часть образцов центральнo армировали проволокой класса В-1 диаметром 3 мм.

После твердения в течение 28 сут при нормально-влажностном режиме неармированные образцы помещали в ванны с 1- и 5%-ными растворами CaCl_2 , AlCl_3 , FeCl_3 . Соотношение объема образцов к объему раствора в ванне составляло 1:10. Растворы меняли через 1 и 3 мес после начала испытаний. Физико-химические исследования цементного камня выполняли после выдержки образцов в растворах в течение года. Часть неармированных образцов в течение 1 мес выдерживали в 5%-ных растворах указанных солей, меняя растворы через каждые 3 сут, снижение концентрации растворов не превышало 10%.

Армированные образцы помещали в такие же ванны с растворами солей или грунтом, пропитанным растворами солей. Арматуру подсоединяли к отрицательному полюсу, а стальные стержни, расположенные в 4—6 см от поверхности, — к положительному полюсу источника постоянного тока. Находившиеся в растворах образцы подвергали физико-химическим исследованиям после

воздействия тока, а образцы, находившиеся в грунте, также дополнительно выдерживали в закрепленном грунте в течение года и 2 лет.

Плотность тока при лабораторных испытаниях 2—5 mA/cm^2 , продолжительность его пропускания 15 сут, а также указанные выше концентрации растворов были выбраны исходя из условий электрохимического закрепления грунтов [1].

После воздействия на цементный камень в течение года растворов солей, а также при частой смене раствора в течение 1 мес на поперечном разрезе неармированных образцов невооруженным глазом различаются три зоны: пронизанный частой сеткой трещин, идущих от поверхности к центру образца, наружный слой легко удаляемого вещества; слой цементного камня, внешне не измененного, но также имеющего трещины, и неизменная сердцевина образца. Толщина слоя зависит от вида соли и концентрации раствора. В 5%-ных растворах CaCl_2 , AlCl_3 и FeCl_3 толщина наружного слоя составляет 0,1, 0,3 и 1 мм соответственно; в 1%-ных растворах она меньше. Глубина распространения трещин в прилегающем к наружному слою цементном камне после воздействия 5%-ного раствора FeCl_3 равна до 5 мм. При частой смене раствора в течение 1 мес толщина слоев приблизительно такая же, как после выдержки в течение года с двумя сменами раствора. После выдерживания в растворе FeCl_3 наружный слой приобретает бурую окраску, в растворах CaCl_2 и AlCl_3 — беловатую.

На поперечном разрезе армированных образцов, подвергавшихся воздействию электрического тока, обнаруживаются четыре зоны. Первые три аналогичны зонам неармированных образцов (хотя несколько отличаются от них), дополнительно у поверхности арматуры имеется слой светлой окраски. При пропускании тока через образцы в водных растворах солей наружный слой имеет вид гелеобразной массы, в грунте он образует

плотный сросток с закрепленным грунтом. Во втором слое трещины отсутствуют. Приарматурная зона при плотности тока 5 mA/cm^2 в 5%-ном растворе FeCl_3 , например, имеет ширину 2—3 мм.

Микроструктуру цементного камня на поперечном разрезе образцов, а также по поверхности соприкосновения с арматурой изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа ISM-25. Рентгенофазовый анализ проводили на рентгеновском дифрактометре общего назначения ДРОН-1,5.

Исследования показали, что после воздействия на цементный камень 1- и 5%-ных растворов FeCl_3 наружный слой образцов представляет собой в основном аморфную массу. Это подтверждается результатами микроскопического и рентгенофазового анализов. На рентгенограммах, снятых на $\text{CuK}\alpha$ -излучении, наблюдаются высокий фон и отражения очень слабой интенсивности. При съемке на $\text{FeK}\alpha$ -излучении были выделены линии, относящиеся к $\beta\text{FeO}(\text{OH})$. Во втором слое рентгенографически зафиксированы повышение степени гидратации и уменьшение числа клинкерных минералов. Высокоосновные соединения гидроалюминатов ($\text{C}_3\text{AH}_{19,13}$) перешли в низкоосновные (C_2AH_8). Уменьшилось количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и увеличилось количество CaCO_3^* . Появились гидроксиды железа и алюминия. При микроскопическом исследовании около пор и капилляров, являющихся путями проникания раствора, обнаруживаются новообразования, по внешнему виду сходные с новообразованиями наружного слоя.

Аналогичные изменения отмечают при рентгенофазовом и микроскопическом исследованиях в соответствующих армированных образцах после воздействия в течение 15 сут электрического тока плотностью около 3 mA/cm^2 в 1- и 5%-ных растворах FeCl_3 , а также после воздействия в течение 15 сут тока плотностью 2,5 и 5 mA/cm^2 и последующей выдержки в течение 2 лет в закрепленном грунте, пропитанном 5%-ным раствором FeCl_3 . Например, после пропускания тока плотностью 3,14 mA/cm^2 в 5%-ном растворе FeCl_3 во втором слое повышается степень гидратации, исчезает соединение C_3AH_{19} , уменьшается количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$, появляются $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и C_2AH_8 . В приарматурной зоне повышается количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$, исчезает C_2AH_8 . По мере удаления от арматуры количество отложений $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в порах уменьшается.

В 1- и 5%-ных растворах AlCl_3 на поверхности цементного камня также об-

* Это является, по всей видимости, результатом карбонизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в ходе испытаний или при последующем хранении образцов.

разуется слой, состоящий в основном из аморфного вещества. Помимо результатов микроскопических исследований об этом свидетельствуют сильный фон рентгенограмм и низкая интенсивность рефлексов отражений. Кроме аморфного вещества с помощью рентгенограмм обнаруживаются гидросиликаты и гидроалюминаты кальция, характерные для неизмененного цементного камня, а также соединения C_3AH_6 , C_2ASH_8 , $\text{C}_2\text{S}_6\text{H}_2 \cdot \text{CaCO}_3$, $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, SiO_2 .

Во втором слое наблюдается уменьшение количества $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с увеличением количества CaCO_3 . Степень гидратации выше, а клинкерных минералов меньше, чем в зоне неизмененного цементного камня. Уменьшается количество C_3AH_6 за счет появления C_2AH_8 . Появляется соединение $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Повышение концентрации раствора с 1 до 5% вызывает появление кристаллогидрата $\text{AlCl}_3 \cdot \text{X} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, гидроокиси железа и, возможно, свободной гидроокиси кремния или соединения CaS_2H_4 .

После 15-суточного пропускания электрического тока плотностью 2 и 3,4 мА/см² в 5%-ном растворе AlCl_3 в первых двух слоях цементного камня рентгенографически фиксируются те же изменения, что и без тока. Во втором слое обнаруживается также появление $\text{Al}(\text{OH})_3$. В приарматурной зоне увеличивается количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

При действии 1- и 5%-ных растворов CaCl_2 на поверхности цементного камня образуется слой, состоящий из кристаллического CaCO_3 и небольшого количества включений аморфной массы. Во втором слое увеличивается степень гидратации, уменьшается количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и появляется $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Высокоосновная форма гидроалюмината кальция C_4AH_{19} переходит в C_4AH_{13} , а в 5%-ном растворе CaCl_2 появляется также C_2AH_8 . Появляется соединение $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot \text{X} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

После пропускания через образец, находящийся в 5%-ном растворе CaCl_2 , электрического тока плотностью 5 мА/см² в течение 8 сут в наружном слое цементного камня, так же как и при отсутствии тока, рентгенографически определяется CaCO_3 . Во втором слое увеличивается степень гидратации. Высокоосновные гидроалюминаты и гидросиликаты переходят в низкоосновные C_2AH_8 и CSH_{10} . Количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$ уменьшается. Появляется гидроокись железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$. В приарматурной зоне обнаруживается большое количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$, из гидроалюминатов кальция присутствующего только формы C_4AH_{13} и C_3AH_6 .

На основании исследований и выдвинутых ранее положений о зональности

цементного камня в жидких агрессивных средах [2, 3] могут быть дополнены наши представления о физико-химических процессах, происходящих в цементном камне под действием растворов солей и электрического тока.

Соли FeCl_3 , AlCl_3 , CaCl_2 при гидролизе дают кислую реакцию [рН для 1- и 5%-ных растворов FeCl_3 равны соответственно 1,9 и 1,42; для AlCl_3 — 3,4 и 3; для CaCl_2 — 7,25 (исключение) и 5,75]. Поэтому их воздействие на цементный камень должно быть сходным с воздействием кислот, рассмотренным ранее [2, 3]. Понижение щелочности вызывает растворение структурной гидроокиси кальция, растворение и переход высокоосновных форм гидросиликатов кальция в низкоосновные формы, а в конечном счете разложение гидросиликатов, гидроалюминатов и гидроферритов с образованием геля кремниевой кислоты и гидроокисей железа и алюминия.

Физико-химические превращения в цементном камне зависят также от природы катиона соли. В водных растворах солей алюминия и железа в порах цементного камня возможно выпадение соответствующих гидроокисей. С одной стороны, этот процесс приводит к уплотнению материала¹, а с другой стороны, вызывает понижение рН и интенсифицирует разложение гидратных соединений. Увеличение концентрации ионов Ca^{2+} в поровой жидкости при воздействии на цементный камень водных растворов CaCl_2 замедляет растворение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и переход высокоосновных соединений в низкоосновные.

Кроме того, при контакте цементного камня с растворами хлористых солей возможно появление гидрохлоридов, оксигидрохлоридов, гидрохлоралюминатов и гидрохлорферритов кальция.

При одновременном воздействии на цементный камень водных растворов солей CaCl_2 , AlCl_3 , FeCl_3 и постоянного электрического тока, пропускаемого таким образом, чтобы стальная арматура цементного камня являлась катодом, следует ожидать протекания тех же процессов, что описаны выше, но с большей интенсивностью. Последнее связано с ускорением проникания растворов солей в поры цементного камня вследствие электроосмоса, а также миграции ионов H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} к катоду.

Существенных изменений следует ожидать также в слое цементного камня, прилегающем к стальной арматуре — катоду. Причиной их являются подщелачивание поровой жидкости вследствие реакции

¹ А. с. № 270561. Способ увеличения плотности и стойкости бетонных и железобетонных изделий и сооружений. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1970, № 16.

выделения водорода и увеличения концентрации катионов (в основном Ca^{2+} , Na^+ , K^+), не восстанавливающихся на катоде из водных растворов. В результате подщелачивания и увеличения концентрации ионов Ca^{2+} вблизи арматуры должны выпадать в осадок гидроокись кальция и другие гидратные соединения, все формы гидросиликатов будут стремиться к переходу в гиллебрандит, а гидроалюминатов — в четырехкальциевый алюминат.

При воздействии водных растворов солей CaCl_2 , AlCl_3 , FeCl_3 и постоянного электрического тока катодного направления на цементный камень в нем должно быть образовано четыре зоны. Вблизи поверхности, непосредственно соприкасающейся с раствором, рН поровой жидкости меняется от значений, характерных для водного раствора соли, до значений, характерных для неизмененного цементного камня. Здесь происходят переход высокоосновных гидросиликатов, гидроалюминатов и гидроферритов кальция в низкоосновные формы с образованием в качестве конечного продукта геля кремниевой кислоты, гидроокисей алюминия и железа, уменьшение общего количества $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (что не исключает появление пенообразований $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вследствие разложения гидросиликатов, гидроалюминатов и гидроферритов кальция), сокращение количества непрогидратированных клинкерных минералов. При достаточно длительном воздействии раствора соли на внешней поверхности цементного камня будет появляться слой, полностью состоящий из конечных продуктов взаимодействия камня с раствором, а далее частично измененный слой. Третья зона — зона неизмененного цементного камня. Четвертая примыкает к стальной арматуре (катоде) и характеризуется повышенным содержанием гидроокиси кальция, который при прохождении электрического тока кристаллизуется в порах исходного цементного камня, а также повышенным содержанием высокоосновных гидросиликатов и гидроалюминатов кальция.

Результатом воздействия на цементный камень водных растворов солей FeCl_3 , AlCl_3 , CaCl_2 в отсутствие электрического тока является образование первых трех указанных выше зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филісюк В. Г., Кныш В. В. Улучшение строительных свойств слабых грунтов в Западной Сибири методом электрохимического закрепления. — В кн.: Проблемы освоения нефтегазовых ресурсов Западной Сибири. Тюмень, 1979.
2. Полак А. Ф., Ратинов В. Б., Гельфман Г. П. Коррозия железобетонных конструкций зданий нефтехимической промышленности. М., Стройиздат, 1971.
3. Любарская Г. В. Коррозия бетона в кислых агрессивных средах. Труды ЦИИЖБ, вып. 17. М., Стройиздат, 1974.

Пути повышения эффективности и качества бетона и железобетона

В принятых XXVI съездом КПСС «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года», в решениях ноябрьского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркнута необходимость коренного улучшения строительства, повышения эффективности капитальных вложений, уровня индустриализации строительного производства и степени заводской готовности конструкций и деталей. В реализации этих задач важное значение имеет повышение эффективности и качества бетона и железобетона, являющегося основой современного индустриального строительства.

Рассмотрению актуальных проблем и основных направлений развития и совершенствования бетона и железобетона в нашей стране была посвящена IX Всесоюзная конференция по бетону и железобетону, проходившая 25—27 мая 1983 г. в Ташкенте.

Конференция была организована Центральным и Узбекским республиканским правлениями НТО Стройиндустрии, Госстроем СССР, ВХО им. Д. И. Менделеева. В ее подготовке принимали участие Минстрой СССР, Минпромстрой СССР, Минтяжстрой СССР, Минсельстрой СССР, Минстройматериалов СССР, Госгражданстрой, Госстрой УзССР, Минстрой УзССР, Минсельстрой УзССР, Главташкентстрой, НИИЖБ, ВНИИЖелезобетон, МИСИ им. В. В. Куйбышева и другие организации.

В работе конференции приняло участие более 350 человек — представители партийных и общественных организаций, заводов ЖБИ, ДСК, строек, научно-исследовательских институтов, вузов, строительных министерств и ведомств всех союзных республик нашей страны. Было представлено 75 городов и около 200 различных организаций. На конференции присутствовали и выступили с докладами гости из социалистических стран — НРБ, ВНР, ЧССР.

На пленарных заседаниях было заслушано 14 докладов, а также 62 доклада и сообщения в четырех секциях: «Бетоны и исходные материалы», «Арматура и арматурные изделия», «Железобетонные конструкции», «Производство и возведение бетонных и железобетонных конструкций». В дискуссиях на пленарных и секционных заседаниях приняли участие 65 человек. Для участников конференции была организована выставка научно-технических достижений в области повышения эффективности и качества бетона и железобетона ведущих организаций страны и УзССР. Были показаны научно-технические филь-

мы и проведены экскурсии на передовые предприятия сборного железобетона и крупнопанельного домостроения Ташкента.

В докладах и выступлениях было отмечено, что за время, прошедшее с предыдущей VIII Всесоюзной конференции (1977 г.), в развитии производства и применения бетона и железобетона, в повышении его качества и эффективности достигнуты определенные успехи. Разработан и освоен ряд новых прогрессивных конструкций и изделий, проведены работы по созданию и использованию эффективных химических добавок, разработаны и осуществляются мероприятия по экономии топливно-энергетических затрат при производстве и применении железобетонных конструкций. Расширяется использование неразрушающих и статистических методов контроля качества бетона и железобетона, на предприятиях промышленности сборного железобетона совершенствуется технология и проводится модернизация оборудования, увеличиваются объемы монолитного железобетона.

Наряду с этим в производстве бетона и железобетона и их применении имеются серьезные недостатки. Еще невелики объемы выпуска эффективных железобетонных конструкций и применения прогрессивных технологий.

Качество конструкций во многих случаях не удовлетворяет современным требованиям и вызывает необходимость дополнительных трудозатрат на стройплощадках. Велика номенклатура конструкций и изделий, на многих предприятиях низок технический уровень их производства.

Разрабатываемые в промышленности сборного железобетона новые технологические процессы и виды оборудования внедряются медленно и в малых объемах. Слабое развитие специализации и кооперирования производства в отдельных экономических районах приводит к неоправданному росту капитальных вложений, повышению трудоемкости и стоимости конструкций, недоиспользованию мощностей, нерациональным перерозкам.

Все еще невысок уровень механизации работ при возведении зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона. Слабо организовано централизованное производство сварной арматуры, закладных деталей, формооснастки. Не решены вопросы обеспечения заводов и строек арматурой, цементом, качественными плотными и пористыми заполнителями.

Обсудив основные проблемы современного состояния и дальнейшего развития бетона и железобетона, конфе-

ренция приняла развернутые рекомендации.

По развитию и совершенствованию железобетонных конструкций, методов их расчета и проектирования — усилить работы, обеспечивающие переход к массовому применению высокоэффективных сборных железобетонных конструкций, позволяющих снизить материальные, трудовые, энергетические затраты. В их числе — крупноразмерные плиты покрытий пролетами 18—24 м, стропильные фермы с регулированием усилий, колонны эффективного сечения, сваи без поперечного армирования, пустотелые фундаментные блоки, эффективные конструкции для крупнопанельных зданий новых серий и др. Расширять область применения железобетонных конструкций за счет использования их в районах со сложными природными условиями, в сооружениях на морских шельфах, с агрессивными средами, в подземных сооружениях, для технологического оборудования и др.

Совершенствовать монолитные, сборно-монолитные и сборные конструкции, повышая их эффективность и технологичность, в том числе за счет разработки крупноразмерных стержневых и панельных изделий, преднапряженных колонн на несколько этажей, большепролетных и неразрезных плит покрытий и междуэтажных перекрытий и др. Развивать теорию, методы расчета и проектирования железобетонных конструкций.

Продолжить исследования прочности и деформативности железобетонных элементов, работающих в условиях двух- или трехосного напряженного состояния.

Расширить исследования в области контроля качества железобетонных конструкций. Шире применять при проектировании конструкций автоматизированные системы.

По применению эффективных арматурных сталей, совершенствованию армирования и производства арматурных работ считать главным направлением повышения эффективности производства арматуры на одиннадцатую и двенадцатую пятилетки, резкое увеличение производительности и улучшение условий труда, существенное повышение качества продукции и снижение ее металлоемкости за счет улучшения свойств арматурных сталей, технического перевооружения и специализации предприятий.

Просить Минчермет СССР повысить качественные характеристики существующих эффективных видов стержневой, ускорить освоение и выпуск свариваемой арматуры диаметром до 32 мм, стабилизированной и холоднокатаной высокопрочной проволоки и 19-проволочных канатов.

Институтам Минчермета СССР, Госстроя СССР и другим организациям провести совместные научно-исследовательские работы по созданию винтовой стержневой арматурной стали для обычных и преднапряженных конструкций, высокопрочной стержневой арматуры, обладающей свариваемостью, стойкостью против низких температур и коррозионного растрескивания, прочностью до 14 000 кгс/см², стабилизированной высокопрочной арматурной проволоки и других принципиально новых перспективных арматурных сталей.

Проектным и научным организациям откорректировать действующие чертежи наиболее массовых конструкций с учетом применения эффективной арматуры, предусмотреть ее использование во вновь разработанных типовых проектах, расширять применение термомеханически и термически упрочненной стержневой арматуры для преднапряженных конструкций длиной до 12 м, разрабатывать новые формы свариваемых арматурных каркасов и закладных деталей, развернуть работы по созданию и внедрению автоматизированных линий для безотходной заготовки арматуры, изготовлению армокаркасов и закладных деталей с применением роботов и манипуляторов.

Строительным организациям обеспечить массовое внедрение эффективной стержневой и проволочной арматуры и экономии металла.

Просить Минстройдормаш создать автоматы и автоматические линии, совмещающие заготовку и натяжение арматуры преднапряженных конструкций, расширить выпуск арматурно-намоточных машин.

Создать в системе строительной индустрии специализированные производственные предприятия по централизованному изготовлению товарных унифицированных сварных арматурных изделий и закладных деталей.

Просить Минэлектротехпром, Минстройдормаш и институты Госстроя СССР и АН УССР разработать новые, а также усовершенствовать существующие технологические процессы сварки эффективных арматурных сталей и создать на их основе высокопроизводительное оборудование.

Повысить требования к качеству сварных соединений арматуры и закладных деталей при изготовлении изделий и при возведении конструкций.

По совершенствованию технологии бетона и материалов для его приготовления считать важнейшей задачей повсеместное осуществление мероприятий, направленных на экономию материальных и топливно-энергетических ресурсов, снижение расхода цемента и улучшение качественных характеристик бетона, обеспечивающих повышение эффективности конструкций.

Просить Минстройматериалов СССР принять действенные меры по повышению качества выпускаемых цементов и поставке их в требуемых объемах (по видам и маркам) предприятиям и стройкам, ускорить проведение исследовательских и опытных работ по организации выпуска новых видов эффективных цементов, снижающих энергопотребление при их производстве и применении и обеспечивающих выпуск высокоэффективных железобетонных конструкций.

Для значительного повышения качества заполнителей для бетона обратить внимание Минстройматериалов СССР, строительных министерств и ведомств на необходимость широкого внедрения обогащения щебня и песка, разработки и осуществления мероприятий по реконструкции складов заполнителей и бетоносмесительных отделений для применения щебня и песка двух фракций. Просить Госплан СССР выделить в двенадцатой пятилетке средства на развитие и техническое перевооружение нерудной промышленности и промышленности по-

рыхстых заполнителей.

Просить Минстройматериалов СССР разработать и осуществить совместно со строительными министерствами мероприятия по повышению технического уровня изготовления пористых заполнителей, имея в виду снижение насыпной плотности керамзита до 400 кг/м³, организацию производства эффективных пористых песков и высокопрочных пористых заполнителей и существенное увеличение выпуска природных пористых заполнителей на базе комплексного использования месторождений туфов и известняков. Просить Минчермет СССР планомерно увеличивать производство и улучшать качество шлаковой пемзы.

Обратить внимание на необходимость более широкого использования при производстве цементов и заполнителей отходов всех отраслей промышленности, шире применять золы и золошлаковые смеси ТЭС для приготовления тяжелых и легких бетонов.

Просить Госплан СССР и Минэнерго организовать на теплоэлектростанциях отбор сухой золы и золошлаковых смесей, отвечающих требованиям ГОСТ.

Считать обязательным элементом технологии бетонов всех видов применение химических добавок, обеспечивающее существенное повышение эффективности производства.

Просить Госплан СССР, Минхимпром, Миннефтехимпром и Минлесбумпром обеспечить в необходимых объемах производство и поставку эффективных добавок (в том числе с использованием промышленных отходов) — суперпластификаторов, воздухововлекающих, ускорителей твердения и схватывания, ингибиторов коррозии стали, гидрофобизирующих и др. Строительным министерствам и ведомствам создавать на БСУ специальные отделения для хранения, приготовления и ввода в бетонную смесь химических добавок.

Для исключения потерь цемента, вызванных несовершенством методов контроля прочности бетона, принять меры по обеспечению предприятий отвечающих требованиям ГОСТ парком форм для контрольных образцов и более широкому внедрению неразрушающего контроля; предприятиям строительной индустрии соблюдать требования стандартов по контролю прочности бетона.

Разрабатывать и осуществлять практические мероприятия по снижению средней плотности и повышению теплофизических свойств легких и ячеистых бетонов ограждающих конструкций за счет использования эффективных крупных и мелких заполнителей, структурообразующих добавок, улучшения технологии приготовления, формирования и тепловой обработки бетонов. Продолжить исследования, направленные на снижение расхода цемента в мелкозернистых (песчаных) бетонах.

Для развития применения жаростойких бетонов при строительстве тепловых агрегатов обеспечить строительство новых заводов и реконструкцию существующих баз по изготовлению жаростойких бетонных и железобетонных изделий, организовать изготовление и поставку исходных материалов и сухих бетонных смесей.

Предусматривать более широкое применение самонапряженных железобетонных конструкций с использованием на-

прягающего цемента, расширить исследования в области технологии полимербетонов и бетонополимеров, обратив внимание на интенсификацию процессов изготовления, изыскание более дешевых и менее дефицитных материалов для пропитки.

Продолжить работы по исследованию физических и физико-химических способов интенсификации процессов твердения, расширить работы в области повышения долговечности бетонных и железобетонных конструкций. Исследования по теории бетона развивать и расширять в тесной связи с прикладными задачами технологии.

По совершенствованию технологии и организации производства сборных и монолитных железобетонных конструкций считать главными направлениями повышение эффективности заводского производства, увеличение производительности и улучшение условий труда, существенное повышение качества и степени заводской готовности изделий, переход на выпуск прогрессивных конструкций, снижение топливно-энергетических и материальных ресурсов за счет технического перевооружения предприятий, их специализации и кооперации, внедрение нового оборудования, механизацию основных и вспомогательных процессов, химизацию производства, внедрение научной организации труда и управления.

Министерствам и ведомствам осуществить комплексные мероприятия по экономии энергоресурсов за счет реконструкции действующих установок для тепловой обработки с повышением теплозащитных свойств их ограждающих конструкций, автоматизации тепловой обработки, применения энергосберегающих режимов пропаривания, освоения новых методов ускорения твердения бетона с применением природного газа, электроэнергии, высокотемпературного масляного обогрева. В южных районах страны создавать широкую сеть гелиополигонов.

При техническом перевооружении отдельных предприятий шире применять конвейерную технологию производства, совершенствовать агрегатно-поточную технологию, создавать высокомеханизированные эффективные стенды для производства длинномерных тонкостенных и пространственных конструкций, действующую кассетно-стендовую технологию постепенно заменять кассетно-конвейерной.

Просить Госплан СССР, Госстрой СССР, Минстройматериалов СССР и Минстройдормаш решить вопрос о централизованном изготовлении и поставке нового эффективного технологического оборудования и средств автоматизации для технического перевооружения и реконструкции действующих заводов сборного железобетона.

Министерствам и ведомствам создавать зональные предприятия по капитальному ремонту основных агрегатов, централизованному изготовлению и ремонту комплектов форм.

Шире развивать эффективные способы формирования железобетонных конструкций с учетом максимального внедрения суперпластификаторов для повышения подвижности бетонной смеси.

Развернуть работы по комплексной автоматизации заводского производст-

ва в целом и отдельных технологических процессов, созданию и внедрению промышленных роботов и манипуляторов.

Обратить внимание министерств и ведомств на необходимость увеличения использования мощностей предприятий и завершения перевода их на применение показателей нормативно-чистой продукции. Провести паспортизацию мощностей заводов с учетом изменяемой номенклатуры и создания резервов производства. Совершенствовать систему экономического стимулирования, направленную на внедрение прогрессивных технологий и конструкций, экономию цемента и энергоресурсов, использование промышленных отходов.

Строительным министерствам и ведомствам разработать и осуществить меры по дальнейшему повышению технического уровня возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и

железобетона с созданием специализированных подразделений по производству бетонных работ, организацией доставки товарного бетона специализированным автотранспортом, обеспечением централизованного изготовления арматурных каркасов и опалубочных устройств, механизацией способов укладки и уплотнения смеси, совершенствованием методов зимнего бетонирования, выдерживания бетона в вечномерзлых грунтах, а также в условиях сухого и жаркого климата и др.

По вопросам организации научно-исследовательских, проектных работ и научно-технической информации в области бетона и железобетона Госстрою СССР, ГКНТ, Минстройматериалов СССР и Минстройдормашу усилить головную роль ведущих научно-исследовательских и проектных организаций в области бетона и железобетона по вопросам координации, планирования и организации

научно-исследовательских работ, разработки и внедрения новой техники.

Рекомендовать Госстрою СССР и ЦП НТО Стройиндустрии систематически проводить конкурсы на лучшие проектные решения, научно-исследовательские работы, новые виды оборудования.

Просить Госкомиздат и Госстрой СССР значительно увеличить тиражи нормативной и информационной литературы по бетону и железобетону.

Рекомендовать республиканским, краевым и областным правлениям НТО широко обсудить итоги IX конференции по бетону и железобетону и принять меры по реализации ее рекомендаций.

X конференцию по бетону и железобетону провести в 1988 г.

К. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., зам. председателя Оргкомитета;
В. Г. ДОВЖИК, канд. техн. наук, ученый секретарь Оргкомитета

Передовой опыт — в практику

В Москве состоялся научно-технический семинар «Основные направления развития заводской технологии отделки бетонных поверхностей», организованный обществом «Знание» РСФСР, Московским домом научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского, ВНИИЖелезобетон, ЦНИИЭП жилища и рядом других научно-исследовательских и проектных организаций. Участники семинара поделились опытом работы предприятий крупнопанельного домостроения по улучшению свойств бетонов, применению новых и совершенствованию существующих технологических решений и оборудования для отделочных работ.

Были рассмотрены способы выбора оптимальных технологических параметров отделки панелей декоративными бетонами с обнаженной фактурой и объемно-рельефным профилем. Отмечалось, что многие научно-исследовательские и проектные организации проводят большую работу по внедрению эффективных способов заводской отделки бетонных поверхностей.

Так, во ВНИИЖелезобетоне проведены исследования технологических процессов, повышающих заводскую готовность внутренних поверхностей железобетонных изделий, соприкасающихся при формовании с поддоном формы. На основе этого заводы Главмоспромстройматериалов стали применять водную пластификацию нижнего слоя бетонной смеси.

Высокое качество поверхностей изделий, формируемых из жестких бетонных смесей, достигается за счет пластификации нижнего слоя литыми растворами. При этом под действием вибрации к поддону формы быстрее перемещаются частицы цемента и мелкого заполнителя, а его крупные фракции и пузырьки воздуха оттесняются в вышележащие слои. Таким образом, поверхностный слой формируется из мелких частиц, а затем образуются промежуточные растворные слои из все более крупных частиц. В зависимости от условий формования и со-

става бетонной смеси толщина расфракционированного поверхностного слоя может составлять 1—8 мм. Отмечается, что чем больше в растворяющей составляющей мелких частиц, тем полнее выявляются положительные свойства процесса, что подтверждается также математическим расчетом.

При использовании литых цементно-коллоидных растворов поверхность изделия получается более качественной, чем при применении обычных растворов. Поверхность высокого качества образуется также при использовании растворов из тонкомолотой известково-песчаной смеси с добавкой цемента и отделочного материала «Белгородский белый».

При выпуске изделий с лицевой поверхностью площадью до 5 м² литой раствор разливают по поддону слоем толщиной 2—5 мм, а затем производят формовку. Когда формуют изделия из подвижных бетонных смесей, аналогичный эффект можно получить, используя разработанные ВНИИЖелезобетоном эмульсионные смазки на основе мягких парафинов, которые практически исключают необходимость дальнейшей доводки изделий до полной заводской готовности.

Изменение водоцементного отношения, как показали исследования, может вызываться не только вследствие перераспределения влаги в зонах отформованного бетонного массива, но и путем ее миграции за его пределы. Неоднородный тон поверхности изделий наблюдался при изготовлении их в деревянных, бетонных и других формах, обладающих различной водопоглощающей способностью, поэтому заводам трудно выпускать панели с плоским фасадом. Объемно-рельефный профиль скрывает производственные недостатки. Заводской опыт показывает, что поддоны со штампованными стальными листами толщиной 1,5—3 мм могут оборачиваться около 1 тыс. раз. Их целесообразно применять при производстве массовой продукции,

но при этом надо периодически заменять закрепленный на форме профиль.

Если на панели требуется создать не глубокий рельеф, а только шероховатость, то после твердения бетона на поверхность набрызгивают цветной или белый раствор. Такой вид отделки экономичен и нетрудоемок.

К наиболее долговечным отделочным материалам относятся декоративные бетоны с обнаженной фактурой. Обнажение крупного заполнителя осуществляется путем применения замедлителей твердения. Во ВНИИЖелезобетоне разработаны различные, в том числе и многокомпонентные замедлители твердения на основе гидрола, декстрина, патоки и буры.

На семинаре отмечалось, что для получения рельефных поверхностей лучше всего использовать железобетонные формы с полимерным рабочим слоем. НИЖБ совместно с Оргтехстроем Минстройматериалов ЛатССР разработаны рекомендации по организации изготовления железобетонных форм на разных по оснащению и технологии заводах. В рекомендациях указывается, что полимерное покрытие может быть образовано по модели до бетонирования формы, нанесено по затвердевшему бетону, выполнено из термоактивного материала, из которого предварительно выдвигается элемент рельефа. Для организации производства очень важно, чтобы формы изготавливались из тех же материалов, что и сборные железобетонные изделия с использованием имеющегося на заводах ЖБИ и КПД оборудования.

Исследования и заводской опыт показали, что применение смазок на основе восковых компонентов эффективно при горизонтальном формовании изделий из пластичных бетонных смесей с осадкой конуса 2 см и более. При этом обеспечивается возможность получения изделий полной заводской готовности и высшей категории качества. При вертикально-кассетном формовании качественные поверхности получают при использовании смазок на основе нефтяных восков, обладающих низкой липкостью.

В настоящее время наибольшее распространение из разработанных составов получила эмульсионная смазка ОПЛ-С на основе пасты ОПЛ. Эта смазка при-

меняется более чем на 25 заводах сборного железобетона, в том числе в Москве на ЖБК-2 Главмоспромстройматериалов при изготовлении лестничных маршей и площадок, панелей внутренних стен, плит перекрытий; на Ростокинском заводе ЖБК ДСК-1 при изготовлении лестничных маршей высшей категории качества; на Очаковском заводе ЖБК ДСК-2 при производстве внутренних и наружных стен, ограждений лоджий и других изделий для домов серии КОПЭ-80; во Владимире в тресте Владимирстройконструкция при изготовлении панелей наружных стен и пустотных настилов; на Актюбинском ДСК при производстве поддонов санитарно-технических кабин и на других предприятиях.

Применение в промышленности сборного железобетона новых эффективных эмульсионных смазок на основе восковых компонентов позволит значительно повысить качество железобетонных изделий, снизить трудовые затраты на их доводку до полной заводской готовности, на очистку форм, а также сэкономить большое количество дефицитных нефтепродуктов.

НПО «Прокатдеталь» Главмосстроя проводит комплекс исследований по индустриальным методам отделки вневквартирных помещений жилых зданий, монтируемых из железобетонных изделий вибропркатного производства. Верхние поверхности таких изделий заглаживаются сразу после укладки и уплотнения смеси специальными механическими устройствами и не нуждаются в дополнительной ручной отделке. Верхние поверхности изделий выходят с вибропркатного стана полностью готовыми к по-

краске или оклейке обоями.

На ряде предприятий внедрены новые технологические процессы отделки лицевых поверхностей различных железобетонных изделий с помощью шлифования и калибровки алмазно-абразивными инструментами. Применяются сборные абразивные круги и специальные алмазные сборные кольцевые круги диаметром 450 мм из природных и синтетических алмазов. Для обработки раструбов напорных железобетонных труб разработаны алмазные калибровочные головки, которые внедрены на Московском трубном заводе вместо абразивных кругов. Их применение позволяет повысить производительность труда при обработке раструбов в два раза.

НИИЖБ совместно с другими организациями проводит исследования по обработке оптимальных режимов заглаживания свежееотформованных изделий виброзаглаживающей головкой. Установлено, что для получения поверхности с шероховатостью 0,6—1,2 мм частота виброзаглаживания должна составлять 800 колебаний в мин.

В ТашЗНИИЭП проводятся исследования по улучшению технологических и физико-механических свойств цветных бетонов. В составы цветных бетонов, подвергающихся тепловлажной обработке, следует вводить активные тонкомолотые минеральные добавки, которые связывают гидроксид кальция, образующийся при высоких температурах и влажности.

Улучшить гидрофобные свойства цветных бетонов можно путем введения в их состав водорастворимых полимерных

гидрофобизирующих добавок или эмульсий, лучше всего латексов или поливинилацетата. Комплексные добавки, содержащие пластифицирующий, активный и гидрофобизирующий компоненты, позволяют одновременно повысить плотность и водоотталкивающие свойства поверхности изделия. В КТБ Мосоргстройматериалов разработан структуромер для оценки структурно-пластических свойств бетона в свежееотформованных изделиях. Сущность метода заключается в измерении упругих и пластических деформаций бетона при передаче на его поверхность распределенной нагрузки. Это позволяет оценить структурные характеристики различных бетонов, получить кинетику их структурообразования. При лабораторных и производственных испытаниях прибора установлено, что на горизонтально протяженных железобетонных изделиях с толщиной бетонного слоя не менее половины диаметра основания структуромера пластические деформации бетона существенно больше упругих и изменения его свойств во времени удобно оценивать по показателю полной абсолютной деформации.

В настоящее время для технологических линий заводов сборного железобетона разрабатываются рекомендации по ускорению начального структурообразования бетона на поверхности изделий с целью повышения их качества.

Участники семинара ознакомились с опытом ряда предприятий крупнопанельного домостроения Москвы по улучшению качества поверхностей железобетонных изделий полной заводской готовности.

В. П. САВЕНКОВ, инж.

Библиография

УДК 691.327.001(061)

Полезная книга

В. М. БОНДАРЕНКО, С. В. БОНДАРЕНКО. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. М., Стройиздат, 1982.

Современное развитие теории железобетона осуществляется с учетом специфических особенностей его сопротивления деформированию и разрушению. Это обеспечивает углубленное проникновение в сущность работы материала и позволяет найти новые, более эффективные конструктивные формы и области применения. Выпущенная Стройиздатом в 1982 г. книга об инженерных методах нелинейной теории железобетона — заметное событие для специалистов-строителей, научных работников и проектировщиков. В ней систематизировано и лаконично изложены основы нелинейного деформирования и ползучести, с общих позиций сформулированы предпосылки феноменологической теории ползучести бетона; на их основе получены физические уравнения связи между напряжениями, деформациями и временем, построены аналитические зависимости

прогнозирования виброползучести, длительной прочности, выносливости, влияния времени на нисходящую ветвь диаграммы сжатия для бетона. Указанные результаты получены впервые.

Особое место в книге отводится изложению метода интегральных оценок в нелинейной теории железобетона, рассматриваются случаи однородного и неоднородного напряженного состояния, приводится новый метод учета образования трещин в растянутой зоне железобетонных элементов, описывается выявленный эффект раздвоения во времени нулевой оси напряжений и нулевой оси деформаций. Рассматривается методика выбора осей отсчета жесткостей, даются уравнения для выражения жесткости, учитывающие нелинейность деформирования, ползучесть и усадку бетона, уровень и режим изменения действующих напряжений, длитель-

ность нагружения и возраст материала, масштабные и температурные факторы; доказывается возможность учета нелинейности деформирования по условному изменению расчетных жесткостей.

Преимущества метода интегральных оценок убедительно подтверждены испытаниями статически определенных и статически неопределимых балочных конструкций и плоских железобетонных плит. В этих главах книги получены новые научные результаты и показаны большие практические возможности инженерных методов в нелинейной теории железобетона.

Три главы книги посвящены новым и весьма важным в инженерном плане, а также трудным в теоретическом отношении вопросам устойчивости преднатяженных железобетонных стержней сложной геометрии. Авторам удалось не только получить оригинальные решения

и вскрыть резервы таких конструкций, но и изложить материал в доступной прикладной форме, что, безусловно, будет способствовать дальнейшему внедрению в практику экономичных стержней сложной геометрии.

Совершенно по-новому, с более общих позиций рассмотрена проблема оптимального проектирования. Здесь очень эффективно применена теория игр и

рассмотрены задачи оптимизации конструкций с учетом режимов и изменчивости во времени областей нагружения, граничных условий и других осложняющих факторов. Такие результаты получены впервые. Теория проиллюстрирована примерами.

Книга будет весьма полезна для научных работников, аспирантов, проекти-

ровщиков и студентов, занимающихся соответствующими задачами. Необходимо с сожалением отметить, что ее небольшой объем (несколько более 15 листов) привел к тому, что многие проблемы изложены чересчур конспективно.

С. М. КРЫЛОВ, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, д-р техн. наук, проф.

УДК 691.327.002(067)

Новый учебник для профессионально-технических училищ

Волков Л. А., Пономарев В. П., Потехин В. И. Наладка оборудования для производства железобетонных изделий. М., Высшая школа, 1982, 260 с.

Недавно изданный учебник посвящен наладке оборудования для производства железобетонных изделий. Он написан в соответствии с программой обучения в профессионально-технических училищах слесарей-наладчиков этого оборудования.

Учебник состоит из введения и пятнадцати глав.

Во введении рассматривается состояние отечественного производства сборного железобетона, освещаются новые задачи по его развитию, а также отражаются требования к подготовке высококвалифицированных слесарей-наладчиков оборудования.

В первой главе приводятся допуски и излагается методика технических измерений с учетом влияния точности изготовления и сборки деталей и механизмов на их работу.

Во второй главе рассматриваются электрооборудование заводов сборного железобетона с описанием электродвигателей, электроаппаратуры управления и защиты, средства автоматизации, использование электроизмерительных приборов и других элементов электрооборудования. Освещаются правила техники безопасности при обслуживании и

наладке электрооборудования. Здесь же приводится описание механического привода и его элементов: передач, муфт, колодочного тормоза. Учитывая большую распространенность механического привода на многих видах оборудования, эту главу следовало бы несколько расширить.

В четвертой главе дается описание пневмо- и гидроприводов. На примерах отдельных пневмо- и гидроприводов разбирается принципиальная основа их работы. В последующем описывается наиболее употребительная пневмо- и гидроаппаратура и даются рекомендации по наладке и устранению неисправностей как отдельных аппаратов, так и приводов в целом. Раздел очень важен, так как наладка пневмо- и гидроприводов специфична и требует особой квалификации.

В остальных главах кратко описываются отечественное серийно изготовляемое оборудование для складов заполнителей и цемента, бетоносмесительных и арматурных цехов, формы, оборудование для транспортирования и укладки бетонной смеси, для формирования железобетонных изделий и их уплотнения (бетоноукладчики, виброплощадки, центри-

фуги, станки радиального прессования труб), конвейерные линии, специальное грузоподъемное оборудование, оборудование для изготовления напорных железобетонных труб методом виброгидропрессования, оборудование для напряжения арматуры и для тепловой обработки и отделки железобетонных изделий. При этом основное внимание уделяется наладке оборудования и устранению неисправностей при его работе. Для каждого вида оборудования излагаются его особенности по технике безопасности.

В учебнике освещены практически все особенности наладки машин для производства сборных железобетонных изделий, что позволит сочетать обучение с практикой на заводах.

Новая книга не имеет аналогов по вопросам наладки. В ней удачно сочетаются общие вопросы наладки элементов оборудования с вопросами наладки конкретных видов оборудования.

Учебник хорошо издан. По построению, изложению и содержанию он отвечает современному состоянию оборудования для производства железобетонных изделий, а также требованиям, предъявляемым к наладчикам этого оборудования. Книга представит интерес и для инженерно-технического персонала, механиков и других работников, занятых эксплуатацией соответствующего оборудования на заводах железобетонных изделий.

В. Я. СВИНУХОВ,
И. С. КОНСТАНТИНОВ, инженеры
(Краснопресненский завод
ЖБК ДСК № 1)

Зарубежный опыт

УДК 621.039.5:691.328:621.311.25:621.039

Ю. С. ВОЛКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Опыт эксплуатации преднапряженных корпусов реакторов и защитных оболочек АЭС

К 1981 г. мощность атомных электростанций в мире достигла 136 млн. кВт, в том числе АЭС с применением преднапряженного железобетона для корпусов реакторов и защитных оболочек — 40 млн. кВт. Собственно преднапряженных железобетонных корпусов реакторов было возведено 27, в том числе в Великобритании — 18 (10,6 млн. кВт), Франции — 6 (2,1), США — 1 (0,3),

Испании — 1 (0,5), ФРГ — 1 (0,3). Защитных оболочек из преднапряженного железобетона было построено: во Франции — 23 (до 1988 г. будет построено еще 22), в США — 47 (15), Канаде — 15 (9), Индии — 4 (1), ФРГ — 2, Швеции — 3, Испании — 2. Более половины оболочек построено без преднапряжения, особенно в США, однако в последнее время строят главным об-

разом преднапряженные оболочки.

Толщина стен корпусов реакторов составляет обычно 4—5 м, защитных оболочек — 1—1,5 м. Корпуса реакторов рассчитаны на эксплуатационное давление 2—4 МПа и выше, а защитные оболочки предназначены для предупреждения утечки теплоносителя в случае возможной аварии системы трубопроводов первого контура. Избыточное давление,

CONTENS

Karchemsky M. Yu., Patsula A. Ya., Kramar' V. G. Lightened hollow roof slabs
Braude F. G., Osmakov S. A., Vostrov Yu. S. Vibroimpast plant for manufacturing reinforced concrete rings
Akhvlediani N. V., Danielashvili M. A., Dzhabua Sh. A., Lezhava G. I., Shapiro A. V., Gegechkori M. N. Shell-roof for market in Sukhumi-town
Sapozhnikov N. Ya. Metal over-expenditure due to substitution of reinforcement diameter
Chinenkov Yu. V., Kornev N. A., Shaimukhambetov K. Sh. Behaviour peculiarities of flexural members made of keramsite-perlite concrete
Malinina L. A., Leshchinsky A. M. Comparison of concrete strength in specimen and in structure
Ludkovsky A. M. Influence of specimen dimensions on characteristics of fine-grained concrete
Semenov A. I., Maksimovsky V. A. Properties of stabilized high-strength wire reinforcement
Baran V. V. Influence of technological factors on anchoring of strands with small diameters
Abakanov M. S., Krylov S. M., Gushcha Yu. P. Formation and opening of normal cracks in continuous beams
Rogatin Yu. A., Glukhov V. I. Economy of application single-layer wall panels from different materials in walls of industrial buildings
Gogatin Yu. A., Glukhov V. I. Economy
Kravchenko T. G., Levushkin L. N., Knysh V. V. Effect of salt solution and electric current on concrete of underground buildings

CONTENU

Kartshemsky M. Yu., Patsoula A. Ya., Kramar' V. G. Les panneaux allégés des recouvrements avec les vides
Braoudet F. G., Osmakov S. A., Vostrov Yu. S. L'installation de vibrochoes pour la production des anneaux en béton armé
Akhvlediani N. V., Danielashvili M. A., Dzhaboua Ch. A., Lezhava G. I., Chapiro A. V., Gheghetchkory M. N. L'enveloppe-recouvrement du marché en Soukhoumi
Sapozhnikov N. Ya. Sur la dépense excessive du métal à la suite du change des diamètres armatures
Tchinenkov Yu. V., Kornev N. A., Chajmoukambetov K. Ch. Les particularités du service des éléments sollicités en flexion keramsito-perlitho-béton
Malinina L. A., Leshchinsky A. M. La comparaison de la résistance du béton dans l'échantillon et dans la structure
Ludkovsky A. M. Sur l'influence des dimensions de l'échantillon sur les caractéristiques du béton en grains fins
Semenov A. I., Maksimovsky V. A. Les propriétés des armatures en fils d'acier, stabilisées et à haute résistance
Baran V. V. L'influence des facteurs technologiques sur l'ancrage des câbles des armatures avec le petit diamètre
Abakanov M. S., Krylov S. M., Gouchsha Yu. P. La formation et l'ouverture des fissures normales des poutres continues
Rogatine Yu. A., Gloukhov V. I. L'efficacité économique de l'application dans les murs des bâtiments industriels des panneaux muraux à une couche produits en matériaux différents
Kravtchenko T. G., Levouchkine L. N., Knysh V. V. L'action de la solution des sels et du courant électrique sur le béton des ouvrages souterrain

INHALT

Kartschemski M. Ju., Pazula A. Ja., Kramarj W. G. Erleichterte Deckenhohlplatten
Braude F. G., Osmakov S. A., Wostrow Ju. S. Vibrationsschlaganlage für Herstellung von Stahlbetonringen
Akhvlediani N. W., Danielaschwili M. A., Dshabua Sch. A., Leshawa G. I., Schapiro A. W., Gegetschkori M. N. Dachscha-le der Markthalle in der Stadt Suchumi
Saposhnikov N. Ja. Mehrverbrauch des Metalls infolge des Wechsels von Bewehrungsdurchmessern
Tschinenkow Ju. W., Kornew N. A., Schajmukhambetow K. Sch. Besonderheiten des Verhaltens von auf Biegung beanspruchten Bauelementen aus Keramsit-perlitbeton
Malinina L. A., Lestschinski A. M. Vergleichen der Betonfestigkeit des Prüfkörpers mit Betonfestigkeit der Konstruktion
Ljudkowski A. M. Einfluss von Probekörpergrößen auf Charakteristiken des feinkörnigen Betons
Semjonow A. I., Maksimowski W. A. Eigenschaften der stabilisierten hochfesten Drahtbewehrung
Baran W. W. Einfluss der technologischen Faktoren auf Verankerung von Bewehrungsseilen von kleinem Durchmesser
Abakanow M. S., Krylow S. M., Guschta Ju. P. Bildung und Öffnen der normalen Risse in durchlaufenden Balken
Rogatin Ju. A., Gluchow W. I. Ökonomische Wirksamkeit der Anwendung in Wänden der Produktionsgebäude mit einschichtigen Wandplatten aus verschiedenen Baustoffen
Krawtschenko T. G., Ljowuschkin L. N., Knysh W. W. Einwirkung der Salzlösungen und des Stromes auf Beton von unterirdischen Bauwerken

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

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Федина А. В.

Сдано в набор 12.08.83.
 Формат 60×90^{1/8}

Печать высокая

Подписано в печать 13.09.83.
 Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75

Уч.-изд. л. 5,72

Тираж 14530 экз.

Г-18043
 Зак. 306

Адрес редакции: 101442, Москва, ГСП-4, Каляевская, 23а Тел. 258-18-54, 258-24-76

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

Авторские свидетельства

№ 16*

№ 1014719. В. И. Дерновой и И. В. Горенштейн. Челябинский Промстройинипроект. Поддон формы для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1014721. В. И. Душкин, Ю. Н. Ованов и В. Е. Тройнин. ПТТ Оргтехстрой Воронежского ТУС. Устройство для заглаживания бетонных поверхностей.

№ 1014722. А. А. Чече, Д. Н. Кушнир, Е. И. Лутошкин и др. КТБ с опытным производством при ИСиА Госстроя БССР. Устройство для формования трубчатых изделий из бетонной смеси обкаткой.

№ 1014810. В. В. Тимашев, А. Ю. Сичкарева, В. Ф. Сазонова и др. Брянский технологический ин-т. Комплексная добавка для бетонной смеси.

№ 1014819. Л. Ф. Глушенко, В. И. Кулик, И. О. Шунько и др. Киевский инженерно-строительный ин-т. Устройство автоматического регулирования процесса термообработки бетона.

№ 101506. Г. В. Кузнецов и С. П. Максимов. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Способ возведения зданий с монолитным каркасом.

№ 1015066. Ю. А. Мальцев и О. П. Стариков. Способ предварительного напряжения железобетонных резервуаров.

№ 1015067. Пенельт Хойнц и Шомани Эрхард (ГДР). Способ установки анкерных конструкций.

№ 17

№ 1016165. К. П. Майоров, И. С. Давыдов, Н. Д. Трофимов и Э. В. Лаваришек. ПКТИ Индустройпроект. Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей в форме.

№ 1016169. В. Е. Тройнин, Э. А. Мацкевич, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. ПТТ Оргтехстрой. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1016172. А. М. Белоус, Е. И. Харитон, Л. Г. Сорочинская и А. М. Черный. Молднестромпроект. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1016173. А. Д. Михайлов и Г. И. Канаев. Завод КПД-35. Установка для одновременного изготовления нескольких бетонных изделий.

№ 1016180. Б. Р. Бойко, М. А. Арпаксыди и Б. А. Сидоренко. Черкасский отдел ПКБ НИИСП. Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 1016454. И. Г. Хеладзе. Способ получения гидроизоляционного покрытия.

№ 1016457. А. И. Романов. Запорожский индустриальный ин-т. Перекрытие.

№ 1016461. А. С. Барчук, В. Я. Жукинский, В. Б. Резник и С. Г. Дмитерко. УкрНИИГиМ. Устройство для нанесения торкрет-бетона.

№ 18

№ 1017502. Л. И. Латинский, С. Н. Батманов, И. Э. Гейсер и др. Бельский з-д ЖБИ и КПД № 5 и Молдавский НИИСМ. Конвейерная линия для отделки панелей.

№ 19

№ 1018925. А. Ш. Альметьев, Б. В. Жадановский, Е. Д. Козлов и др. Бетонная смесь.

№ 1018926. В. А. Черняховский, В. А. Крюков, В. Т. Плотников и др. ПО Читастройматериалы. Огнеупорная бетонная смесь.

№ 1019044. К. Г. Науман, Л. С. Павлов, В. К. Синяков и др. ВНИИ-ГиМ. Бетоноукладчик.

№ 1019067. Г. И. Гескин, Б. Я. Грувер, Р. Н. Красновский и др. Донецкий Промстройинипроект. Горизонтально-скользящая опалубка для бетонирования протяженных сооружений.

№ 20

№ 1020246. И. Ф. Руденко, А. В. Линцер, П. В. Анисимов и др. НИИЖБ. Тюменский инженерно-строительный ин-т и Брянский технологический ин-т. Устройство для обжатия твердеющих бетонных изделий в форме.

№ 1020395. М. К. Тахиров, М. Е. Борисов, В. П. Тырин и др. Ташкентский ин-т инженеров железнодорожного транспорта. Бетонная смесь.

№ 1020396. В. П. Назаренко и В. П. Петров. Ростовский инженерно-строительный ин-т. Бетонная смесь.

№ 1020406. Н. И. Подгорнов. ЦНИИ-ОМТП. Устройство для термовлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий.

№ 1020407. Л. А. Кузнецов. Одесский инженерно-строительный ин-т. Способ изготовления строительных силикатобетонных изделий.

№ 1020506. В. Ф. Илюшин. Среднеазиатское отделение Гидропроект. Сталебетонная обделка шахты.

№ 1020544. А. В. Белов, Л. А. Кан, А. Я. Клебанов и др. ЦНИИпромзданий. Железобетонный элемент.

№ 1020547. Г. Д. Бодров, Б. Г. Росихин, И. Е. Пряникова и др. ЛИСИ. Арматурный каркас железобетонных изделий.

№ 1020550. В. Г. Гарвардт, Н. Д. Грабойс и С. А. Терещук. Кишиневгорпроект. Способ возведения стен в скользящей опалубке.

№ 1020551. Ю. Г. Граник и А. И. Шаройко. ЦНИИЭП жилища. Глубинный пневмовибратор для уплотнения бетонных смесей.

№ 21

№ 1021619. Ю. Г. Граник. ЦНИИЭП жилища. Устройство для уплотнения бетонных смесей в форме.

№ 1021622. В. Д. Кальченко и Н. М. Лефлер. Черкасский з-д Строммашина. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1021624. А. В. Болотный, В. П. Птичников и Ю. Г. Сакович. ЛИСИ. Устройство для заглаживания бетонных поверхностей.

№ 1021625. М. А. Лянгер, Ю. Ф. Свердлов и А. И. Старосельский. ГПКТИ Индустройпроект. Устройство для отделки поверхности железобетонных изделий.

№ 1021668. М. К. Имашев, Ю. А. Карпунин, А. Б. Байбулеков и др. Казахский химико-технологический ин-т. Бетонная смесь и способ ее приготовления.

№ 1021669. С. Т. Сулейменов, З. А. Естемесов и А. Б. Танатарова. Алма-Атинский НИИСМ. Сырьевая смесь для изготовления силикатного бетона.

№ 1021670. И. А. Белоусов, У. А. Газиев, А. И. Туляганов и И. В. Марушева. ПТТ Оргтехстрой Главташкентстроя и Ташкентский политехнический ин-т. Бетонная смесь.

№ 1021699. Б. А. Наторхин. Бетонная плотина.

№ 1021703. В. Ф. Илюшин и В. М. Насберг. ГрузНИИЭГ. Способ выполнения обделки подземного сооружения.

№ 1021713. А. А. Филипьев, Б. В. Бахолдин и В. И. Аганин. НИИОСП. Способ возведения железобетонного предварительно напряженного фундамента.

№ 1021739. Ю. Н. Хромец, Ф. Н. Рабинович, Г. А. Шикунев и др. ЦНИИпромзданий. Строительный ребристый железобетонный элемент.

№ 1021744. М. Ш. Окунев, А. Ф. Головкин, М. И. Кацев и И. Г. Рейтер. Гидропроект. Устройство для нанесения торкрет-бетона.

№ 1021745. Л. П. Тимофеенко, В. М. Лысюк и В. И. Резниченко. НИИСП, трест Броварипромжилстрой и СМТ № 3 Минпромстроя УССР. Устройство для нагрева бетонной смеси.

№ 1021747. Ю. В. Коренев, Б. А. Соколов и Н. И. Федорова. Калининский политехнический ин-т. Устройство для натяжения продольной арматуры.

№ 1021748. А. П. Кобзев. БВ НИИЖБ. Электрореконтактное приспособление установки для электронагрева арматурных стержней.

№ 1021749. Г. И. Амеликин, В. Г. Матвеев, А. А. Варламов и А. Л. Кришан. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. Способ изготовления сжатого железобетонного призматического элемента и устройство для его изготовления.

№ 1021750. Ф. Т. Какоиченко и А. В. Шейдецкий. Киевский филиал КТБ Стройиндустрия. Устройство для натяжения и отпуска арматурных элементов.

№ 1021753. Н. А. Алексеев, С. А. Кашин, В. М. Пященко и др. ЦНИИЭПсельстрой. Криволинейный железобетонный элемент для сборных хранилищ типа силоса.

№ 1021756. И. Н. Яковлев. Железобетонная стойка для шпалер виноградников.

* См.: Открытия, изобретения, 1983.



ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ, УЧРЕЖДЕНИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ!

Всесоюзный научно-исследовательский институт информации по строительству и архитектуре (ВНИИС) Госстроя СССР объявляет подписку на издания 1984 г.

В 1984 г. будут издаваться:

- **БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ** на картах
- **РЕФЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ** «Строительство и архитектура»
- **ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ** (аналитические и сопоставительные обзоры)
- **ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ** (издается по 12 тематическим сериям, а также по вопросам «Научно-техническая информация в строительстве», «Международное сотрудничество, деятельность международных организаций по строительству»)
- **КАТАЛОГ ПАСПОРТОВ** «Научно-технические достижения, рекомендуемые для использования в строительстве»
- **ОПЕРАТИВНАЯ СИГНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ** «Оглавления иностранных журналов по строительству и архитектуре»

Издания ВНИИС Госстроя СССР предназначены для руководителей, научных и инженерно-технических работников строительно-монтажных организаций, проектных и научно-исследовательских институтов, лабораторий и конструкторских бюро отрасли, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов учебных заведений строительного и архитектурного профиля.

Полный перечень изданий ВНИИС будет опубликован в проспекте изданий ВНИИС на 1984 г. и в каталоге изданий органов информации, издаваемом агентством Союзпечать.

За проспектом ВНИИС обращаться по адресу: 121471, Москва, Можайское шоссе, 25. Отдел организации и внедрения информации ВНИИС.

Телефон для справок: 449-67-46.