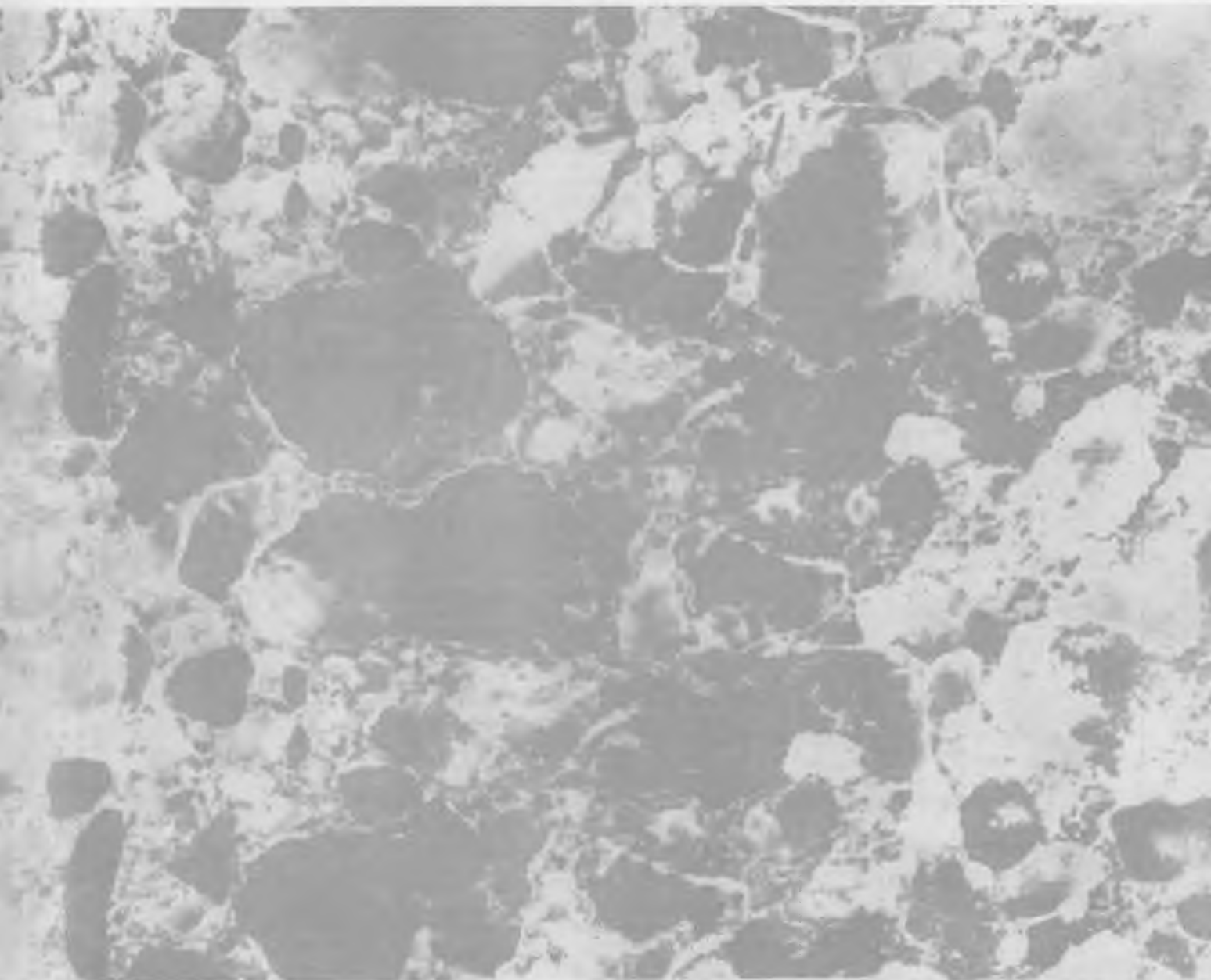


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

11
1983

20



**Да здравствует 66-я
годовщина Великой Октябрьской
социалистической революции!**

**Состав совета содействия журналу
«Бетон и железобетон» по Туркменской ССР**

Б. Н. Аннаниязов — зам. председателя Госстроя ТССР;

Н. Б. Бабаев — нач. управления науки, новой техники и проектных работ Госстроя ТССР;

Б. С. Генин — главный инженер Туркменгоспроекта;

Т. А. Довмат (секретарь) — зав. лабораторией НИИСС Госстроя ТССР;

В. В. Жлобницкий — главный инженер Ашхабадского ДСК;

М. Г. Лотоцкий — нач. отдела Госстроя ТССР;

Х. Моджеков — зам. декана строительного факультета ТПИ;

А. Оразмухамедов — нач. технического отдела Минсельстроя ТССР;

М. Х. Хасанов — зам. министра промышленности строительных материалов ТССР;

К. Ч. Чощиив (председатель) — директор НИИСС Госстроя ТССР;

В. А. Шмидт — зам. директора по научной работе НИИСС.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!	
Ускорить научно-технический прогресс	2
Трибуна соревнующихся	
Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования организаций Госстроя СССР за первое полугодие 1983 г.	3
Для сельского строительства	
Горячев В. Н., Селиванова С. А., Корганов А. Г. Самонапряженные напорные трубы со стальным цилиндром	4
Салихова М. А. Химически стойкие плиты для полов	5
Конструкции	
Лепский В. И., Семченков А. С., Орловский Ю. И. Усовершенствованный вариант серии 1.020-1	6
Галустов К. З., Коневский В. П., Малявин В. Г., Любачко Ю. С. Испытания модели корпуса высокого давления из преднапряженного железобетона	9
Васильев А. П., Матков Н. Г., Мурашкин Г. В., Бутенко С. А., Афанасьев И. В. Колонны из бетона, твердеющего под давлением	11
Бетоны	
Гончарова Л. С., Творогов А. И. Учет прочности льда в бетонах, твердеющих на морозе	13
Павлов В. И. Температурные деформации полимерсиликатного раствора	14
Заводское производство	
Заседателев И. Б., Малинский Е. Н., Абдуллаев М. М. Тепловыделение цемента при твердении бетона в гелиоформах	16
Цыро В. В., Скитиба Н. Т. Тепловая обработка изделий из керамзитобетона в продуктах сгорания природного газа	18
Ицкович Л. С., Солдаткина М. Т. Влаagoотдача бетона после термообработки	19
Максимов С. В., Полонский Л. А., Судаков В. В. Безвибрационное формование керамзитобетонных конструкций	20
Строительное производство	
Шишкин А. А. Особенности замоноличивания стыков бетонами и растворами с противоморозными добавками	22
В помощь проектировщику	
Ермуханов К. Е. Прочность высоких балок по наклонному сечению при действии изгибающих моментов и поперечных сил	23
Экономия ресурсов	
Витман К. Я. Опыт изготовления длинномерных бортовых камней	24
Долговечность	
Михайлов В. В., Степанова В. Ф., Айрапетов Г. А., Харченко И. Я. Влияние термообработки на коррозионную стойкость арматуры в керамзитобетоне на НЦ	25
Вопросы экономии	
Меламут Л. Ш. Определение эффективности затрат, связанных с повышением долговечности конструкции	26
Библиография	
Панасюк В. В., Бережницкий Л. Т., Чубриков В. М. Новое направление в теории прочности бетона и железобетона	27
На ВДНХ СССР	
Мешков В. М. По новой технологии	28
Нам пишут	
Лищенко О. С. Усовершенствование сварочного оборудования	29
Зарубежный опыт	
Ласло Бодо. Применение арматурных сталей повышенной прочности в железобетонных конструкциях	30
Информация	
Читательская конференция	31

© Стройиздат, 1983

11

(344)

ноябрь 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва

УСКОРИТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Сборный и монолитный железобетон в СССР занял ведущее положение среди строительных материалов, обеспечивая основные потребности жилищного, гражданского, промышленного и сельскохозяйственного строительства.

Развитие бетонных и железобетонных конструкций в СССР отвечает тенденциям и практике их использования в других промышленно развитых странах и по некоторым показателям находится на уровне лучших мировых достижений. В нашей стране бетон и железобетон останутся ведущими строительными материалами.

За последние 10 лет значительно расширился объем производства сборного и монолитного железобетона. В настоящее время создана мощная производственная база железобетонного строительства, накоплен значительный научно-технический потенциал, что обеспечило ежегодное производство сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций в объеме более 250 млн. м³, или около 30% объема их мирового производства.

Вместе с тем в этой отрасли имеются существенные недостатки, устранение которых значительно повысит эффективность этой сферы материального производства. Нуждается в совершенствовании структура цемента, применяемых в строительстве, еще велики потери цемента при транспортировании, складировании и применении; значительный процент заполнителей, применяемых для изготовления бетона, не отвечает требованиям действующих стандартов; велики потери тепла при прогреве железобетонных конструкций, слабо обновляется парк форм, недостаточен объем перерабатываемых промышленных отходов, которые можно с успехом использовать для производства бетонной смеси. В общем объеме производства несущих железобетонных конструкций наиболее значительный удельный вес еще занимают конструкции из бетонов марок М200—М400, в то время как конструкции из высокопрочных бетонов марки М600 составляют около 0,1%. Сравнительно невысоок (менее 20%) объем выпуска сборных несущих и ограждающих конструкций из легких и ячеистых бетонов.

Задания на десятую пятилетку по выпуску эффективных сборных железобетонных конструкций выполнены не полностью.

В принятом недавно постановлении Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению научно-технического прогресса в народном хозяйстве» отмечается, что использование в народном хозяйстве достижений науки и техники пока недостаточно. Во многих министерствах и ведомствах слабо используются разработки академических и отраслевых институтов, высших учебных заведений. Опытно-производственная и экспериментальная база многих предприятий отстает от современных требований.

Существующая система оценки результатов хозяйственной деятельности предприятий и организаций недостаточно эффективно воздействует на ускорение создания новой техники, материалов и технологий.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР подчеркнули, что важнейшей задачей партийных, советских, хозяйственных, профсоюзных и комсомольских органов является коренное улучшение всей работы по ускорению научно-технического прогресса.

Министерства и ведомства обязаны держать в центре внимания вопросы технического перевооружения производства, принять решительные меры по укреплению всех звеньев, связанных с созданием и внедрением новой техники. Особое внимание должно уделяться подготовке ученых и специалистов, осуществлению таких экономических и моральных мер, которые заинтересовали бы в обновлении техники и технологии всех участников их создания и внедрения в производство. Признано целесообразным расширить практику организации в объединениях и на предприятиях временных научно-произ-

водственных подразделений по важнейшим народнохозяйственным проблемам. Необходимо расширить применение программно-целевого планирования развития науки и техники. В качестве одного из главных направлений работы по ускорению научно-технического прогресса определена широкая автоматизация технологических процессов на основе применения автоматизированных машин и механизмов, робототехнических комплексов и вычислительной техники.

Установлено, что выполнение планов и заданий по развитию науки и техники включается в число важнейших показателей, по которым прежде всего производится оценка результатов хозяйственной деятельности предприятий, а также подводятся итоги социалистического соревнования.

Признано необходимым в 1985—1987 гг. перевести объединения, предприятия и организации сельского хозяйства, строительства и некоторых других отраслей на хозяйрасчетную систему организации работ по созданию, освоению и внедрению новой техники.

Принятое постановление послужит важным рычагом для разработки конкретных мер по ускорению научно-технического прогресса в области бетона и железобетона. Дальнейшее совершенствование бетонных и железобетонных конструкций будет происходить путем:

- унификации номенклатуры выпускаемых изделий массового производства, оптимизации и выявления рациональных областей применения сборного и монолитного железобетона;

- разработки крупноразмерных конструкций, в том числе блоков покрытий, преднапряженных колонн на несколько этажей, большепролетных и неразрезных плит покрытий и перекрытий, укрупненных панелей стенового ограждения и др.;

- разработки теории расчета напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций на комплексное воздействие силовых факторов и внешней среды с оптимизацией параметров расчета;

- создания эффективных бетонов и комплексных конструкций из них на основе побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства, а также обогащенного природного сырья;

- разработки новых видов высокопрочных арматурных стержней повышенного качества, получаемых с применением микролегирования, модифицирования и упрочнения;

- разработки новых видов цемента, позволяющих получать бетоны, быстро твердеющие в нормальных условиях или при кратковременных тепловых воздействиях;

- применения различных добавок, ускоряющих твердение и повышающих стойкость бетона, добавок — ингибиторов коррозии арматуры, пластифицирующих, комплексных и т. д.;

- совершенствования тепловой обработки железобетонных изделий с помощью менее энергоемких способов (предварительный разогрев смеси, прогрев при пониженных температурах, использование солнечной энергии и др.);

- индустриализации монолитных работ за счет совершенствования опалубочных систем, создания высокопроизводительного насосного и транспортного оборудования;

- повышения степени заводской готовности и качества изделий благодаря созданию высокомеханизированных и автоматизированных технологических линий, что одновременно даст экономии материальных, трудовых и энергетических затрат.

При сравнительно незначительном увеличении к 1985 г. общего объема сборного железобетона более высокие темпы намечены для развития эффективных видов железобетонных конструкций.

К концу одиннадцатой пятилетки годовой объем конструкций из предварительно напряженного железобетона и конструкций из легких и ячеистых бетонов составит около 60 млн. м³, что позволит получить экономический эффект более 250 млн р., экономии 185 тыс. т стали (в натуральном исчислении), около 900 тыс. т цемента и условно высвободить 7 тыс. рабочих.

Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования организаций Госстроя СССР за первое полугодие 1983 г.

Коллективы проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций Госстроя СССР включились в широко развернувшееся Всесоюзное социалистическое соревнование за успешное выполнение планов и социалистических обязательств по выполнению решений XXVI съезда КПСС и последующих Пленумов ЦК КПСС. Многие организации, поддержав инициативу научных работников и проектировщиков Гидропроекта им. С. Я. Жука по повышению научно-технического уровня проектирования и снижению сметной стоимости строительства и экономии ресурсов, приняли дополнительные обязательства. Ими выполнены задания по росту производительности труда, выдаче заказчикам высококачественной проектно-сметной документации с опережением установленных сроков, снижению материалоемкости и трудоемкости проектируемых зданий и сооружений, расходу топливно-энергетических ресурсов за счет применения прогрессивных технических решений, эффективных материалов, конструкций и изделий, современных средств и методов проектирования и использования электронно-вычислительной техники.

Госстрой СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов подвели итоги социального соревнования за первое полугодие 1983 г.

Победителями социалистического соревнования с сохранением переходящих Красных знамен Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов и выплатой первых денежных премий признаны коллективы:

Всесоюзного проектного и научно-исследовательского института промышленного транспорта Промтранспроект Госстроя СССР, Москва;

Государственного проектного института Укрпроектстальконструкция Госстроя СССР, Киев;

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и управления им. Б. С. Мезенцева Госгражданстроя, Москва;

Государственного проектного института Ворошиловградгражданпроект Госстроя УССР, Ворошиловград;

Государственного проектного института Киргизгипрострой Госстроя КиргССР, г. Фрунзе;

Государственного проектного института Эстгипросельстрой Госстроя ЭССР, Таллин;

Узбекского государственного института инженерно-технических изысканий Госстроя УзССР, Ташкент.

Победителями социалистического соревнования с награждением переходящими Красными знаменами Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов и первыми денежными премиями признаны коллективы:

Государственного ордена Трудового Красного Знамени проектного института Приднепровский Промстройпроект Госстроя СССР, Днепропетровск;

Государственного проектного и научно-исследовательского института Казахский Промстройинипроект Госстроя СССР, Алма-Ата;

Белорусского государственного института промышленного проектирования Белпромпроект Госстроя БССР, Минск;

Конструкторского бюро по железобетону им. А. А. Якушева Госстроя РСФСР, Москва;

Государственного ордена Трудового Красного Знамени проектного института Казгорстройпроект Госстроя КазССР, Алма-Ата;

Института проектирования городского строительства Госстроя ЛитССР, Вильнюс;

Белорусского научно-исследовательского и проектного института по строительству на селе Госстроя БССР, Минск.

Вторые денежные премии присуждены коллективам:

Государственного проектного института Узгипротяжпром Госстроя СССР, Ташкент;

Проектного института Харьковский Водоканалпроект Госстроя СССР, Харьков;

Государственного проектного института Днепрпроектстальконструкция Госстроя СССР, Днепропетровск;

Государственного проектного института Эстпромпроект Госстроя ЭССР, Таллин;

Государственного проектного института Молдгипропром Госстроя МССР, Кишинев;

Зонального ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий Госгражданстроя, Новосибирск;

Государственного проектного института Грузгипрогорстрой Госстроя ГССР, Тбилиси;

Кировского государственного института по проектированию объектов городского и сельского строительства Госстроя РСФСР, г. Киров;

Восточно-Украинского государственного института инженерно-технических изысканий Госстроя УССР, Харьков;

Государственного института инженерно-технических изысканий Госстроя МССР, Кишинев.

Отмечена хорошая работа коллективов:

Государственного проектного института Казахский Промтранспроект Гос-

строя СССР, Алма-Ата;

Государственного проектного института Ленинградский Водоканалпроект Госстроя СССР, Ленинград;

Проектного и научно-исследовательского института Ростовский Промстройинипроект Госстроя СССР, Ростов-на-Дону;

Государственного проектного института Харьковский Промтранспроект Госстроя СССР, Харьков;

комплексного проектного и научно-исследовательского института Донецкий Промстройинипроект Госстроя СССР, Донецк;

Государственного территориального проектного института Армпромпроект Госстроя АрмССР, Ереван;

Зонального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий Госгражданстроя, Ленинград;

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования зданий торговли, общественного питания, бытового обслуживания и туристских комплексов Госгражданстроя, Москва;

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования курортных, оздоровительных, туристских зданий и комплексов Госгражданстроя, Москва;

Научно-исследовательского и проектного института по разработке генеральных планов и проектов застройки городов Госгражданстроя, Ленинград;

Зонального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий Госгражданстроя, Тбилиси;

Государственного проектного института Запорожгражданпроект Госстроя УССР, Запорожье;

Белорусского государственного проектного института Белгоспроект Госстроя УССР, Минск;

Государственного проектного института Карагандагорсельпроект Госстроя КазССР, Караганда;

Государственного проектного института Молдгипрострой Госстроя МССР, Кишинев;

Государственного проектного института Армгоспроект Госстроя АрмССР, Ереван;

Государственного проектного института Эстонпроект Госстроя ЭССР, Таллин;

Приволжского государственного зонального института проектирования объектов сельского строительства Госстроя РСФСР, Саратов;

Северо-Кавказского зонального ордена «Знак Почета» научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования сельского строительства, Ростов-на-Дону;

Нижеволжского треста инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР, Волгоград;

головного Казахского государственного института инженерных изысканий Госстроя КазССР, Алма-Ата;

Карагандинского государственного института инженерных изысканий Госстроя КазССР, Караганда;

Института инженерных изысканий Госстроя КиргССР, г. Фрунзе.

В. Н. ГОРЯЧЕВ, С. А. СЕЛИВАНОВА, кандидаты техн. наук;
А. Г. КОРГАНОВ, инж. (НИИЖБ)

Самонапряженные напорные трубы со стальным цилиндром

Решение Продовольственной программы неразрывно связано с увеличением выпуска для нужд мелиоративного строительства железобетонных напорных труб, годовая потребность в которых составляет десятки тысяч километров.

В последние годы в стране освоено производство преднапряженных железобетонных труб со стальным цилиндром 1-го и 2-го класса прочности, рассчитанных на эксплуатационное давление 1,5 и 1 МПа. В системе Минводхоза СССР эксплуатируется около 60 заводов по производству таких труб.

Преднапряженная труба со стальным цилиндром представляет собой трехслойную конструкцию (см. рисунок) с диаметром условного прохода $D_y = 300-600$ мм. Она состоит из стального цилиндра толщиной 1,5 мм, поверх которого с расчетным шагом навита преднапряженная спиральная арматура из проволоки класса В-I диаметром 4-6 мм с напряжением порядка 120 МПа, а также двух защитных слоев из песчаного бетона марки М300, расположенных внутри ($\delta = 18-20$ мм) и снаружи ($\delta = 20-23$ мм) стального цилиндра.

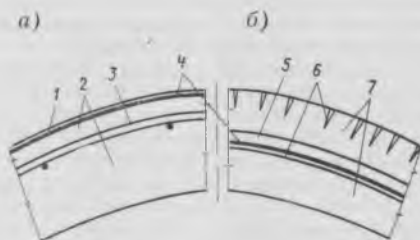


Схема самонапряженной трубы со стальным цилиндром

(вариант с легким внутренним арматурным каркасом, а) и предварительно напряженной железобетонной трубой со стальным цилиндром (б) 1 — битумно-бумажная защита; 2 — напрягающий бетон; 3 — арматурный каркас; 4 — стальной цилиндр; 5 — преднапряженная обмотка; 6 — усадочные отслоения и микротрещины; 7 — мелкозернистый бетон наружного и внутреннего слоев

Объем выпуска таких труб сегодня составляет 2000 км/год. Однако практика эксплуатации трубопроводов показала, что их фактическая долговечность ниже требуемой в основном из-за низкой трещиностойкости наружного слоя, что в большой мере обусловлено самой конструкцией трубы с нерациональным распределением материалов и начальных напряжений в них.

Такая труба обладает низкой сопротивляемостью внешним постоянным

и подвижным нагрузкам. Стальной цилиндр, расположенный близко к центральной оси сечения ее стенки, не способен воспринимать изгибающие моменты, поэтому требуется особо тщательная подготовка к прокладке трубопровода с уплотнением грунта с боков трубы для предотвращения раздавливания трубопровода вертикальной нагрузкой.

В течение многих лет в НИИЖБ работают над рациональным распределением начальных напряжений в железобетоне (когда бетон сжат, металл растянут) и повышением его трещиностойкости за счет использования энергии напрягающего цемента без механических приемов преднапряжения арматуры. В развитие этих работ была создана новая конструкция самонапряженной напорной трубы со стальным цилиндром, где вместо портландцемента применяется выпускаемый промышленностью по ТУ 21-20-18-80 напрягающий цемент (НЦ-20 и НЦ-40). Весь напрягающий бетон размещен внутри стального цилиндра слоем, примерно равным обом защитным слоям преднапряженной трубы (около 50-55 мм). В процессе твердения создаются растягивающие напряжения в металле и бетон равномерно обжимается по всему сечению.

Трубы 1-го класса могут быть получены на НЦ-40 при наличии внутри стального цилиндра ($\delta = 1,5$ мм) легкого арматурного каркаса или с утолщенным стальным цилиндром ($\delta = 2$ мм) без арматурного каркаса, а трубы 2-го класса — при толщине стального цилиндра 1,5 мм на НЦ-40 без арматурного каркаса или на НЦ-20 с облегченным арматурным каркасом.

Защита наружной поверхности стального цилиндра и концевых элементов от внешней коррозии предусмотрена по ГОСТ 9.015-74 антикоррозионными покрытиями, стойкими к почвенной агрессии, — полимерными, резинобитумными с бумажным обертыванием или другими, выпускаемыми промышленностью.

В НИИЖБ проведены сравнительные испытания труб, изготовленных в лабораторных и заводских условиях. Приведенные в таблице результаты показывают, что конструкция самонапряженной трубы по сравнению с преднапряженной обеспечивает семикратную несущую способность к внешней нагрузке и сохранение целостности бетона при внутреннем давлении, превышающем испытательное на 10-11% для труб 1-го класса и на 14-16% — для труб 2-го класса. У преднапряженных труб 1-го и 2-го классов проникание воды под

Условия эксплуатации	Разновидность конструкции трубы	Испытания на внешнюю линейную нагрузку, кН			Испытание внутренним давлением, МПа		
		до образования трещин	до раскрытия трещины шириной 0,2 мм	предельная нагрузка	до образования трещины во внутреннем слое	эксплуатационным	испытательным
Обычные	Преднапряженная: 1-й класс	5-10	15-20	30-35	1,0	1,5	1,8
	2-й класс	5-8	10-15	20-25	0,6	1,0	1,2
	Самонапряженная: 1-й класс (НЦ-40 с армокаркасом)	60-70	100-120	250	2,0	1,5	1,8
	2-й класс (НЦ-20 с армокаркасом и НЦ-40 без каркаса)	—	—	—	1,4	1,0	1,2
Экстремальные (с потерей цилиндра)	Самонапряженная: 1-й класс (НЦ-40 с армокаркасом)	60	140	140	1,1	1,0	—
	2-й класс (НЦ-20 с армокаркасом)	—	—	—	0,6	0,5	—

Примечание. В экстремальных условиях преднапряженные конструкции 1-го и 2-го классов не работоспособны.

цилиндр наблюдается уже при величинах, на 44—50% ниже испытательного давления.

Контакт с подой создает условия для развития коррозии металла. В преднапряженных трубах, где давление от транспортируемой жидкости воспринимается стальным цилиндром с навитой на него арматурой, даже частичная коррозия металла приводит к полной потере работоспособности (аварии). Самонапряженные трубы в этом плане имеют значительное преимущество, поскольку при эксплуатации вода не проникает к металлу со стороны напрягающего бетона.

Кроме того, самонапряженные трубы характеризуются возрастанием несущей способности во времени, так как прочность напрягающего бетона к 6 мес увеличивается на 40%.

Как показывают подтверждающие расчеты опыты, конструкция самонапряженной трубы с внутренним арматурным каркасом способна сохранять работоспособность даже в экстремальных условиях — при полном выходе из строя стального цилиндра — с некоторым снижением первоначальной напряженности. При этом происходит перераспределение усилий со стального цилиндра на арматурный каркас, а бетон частично теряет самонапряжение, но это незначительно влияет на суммарный показатель несущей способности в

связи с превышающим значением роста прочности. Из таблицы видно, что при испытании труб 1-го и 2-го классов внутренним давлением после снятия цилиндра (в возрасте не менее 3 мес) трещины в бетоне образовывались при давлениях соответственно 1,1 и 0,6 МПа, которые отвечают эксплуатационным требованиям, предъявляемым к трубам 2-го и 3-го классов.

На Энгельском заводе ЖБИ-6 Минводхоза СССР совместно с НИИЖБ выполняются работы, связанные с подготовкой технологической линии для производства напорных труб. В нынешнем году по чертежам Союзводоканалпроекта будет выпущена опытно-промышленная партия самонапряженных труб с использованием стальных цилиндров $d=528$ мм для 1 км опытного участка трубопровода.

Следует отметить, что производство самонапряженных труб со стальным цилиндром хорошо вписывается в существующую технологию выпуска такой продукции с использованием основного оборудования (применение НЦ предъявляет особые требования только к виду и режиму тепловой обработки). При этом часть переделов — навивка преднапряженной арматуры, формование наружного бетонного слоя, второй цикл тепловой обработки — исключается, но добавляются изготовление арматурного каркаса, защита стального цилиндра.

Во II квартале 1983 г. были выполнены основные работы для выпуска партии труб: организованы отдельные приемка и хранение напрягающего цемента (для исключения подмешивания портландцемента), лаборатория укомплектована оснасткой и приборами для контроля НЦ и напрягающего бетона, модернизированы питатели центрифуги, паровая камера переоборудована в камеру гидротермального прогрева.

На стадии приготовления бетона была проведена проверка технологичности использования НЦ, в том числе с применением суперпластификатора С-3. Было выяснено, что время перемешивания и живучесть смеси не отличаются от смеси для обычного бетона, а сочетание с пластификатором снижает ее водопотребность и повышает физико-механические характеристики бетона. В настоящее время на линии заканчивается обновление формовочного оборудования.

Распространение опыта производства самонапряженных труб позволит в сжатые сроки улучшить качество продукции на действующих предприятиях, выпускающих трубы со стальным цилиндром. Одновременно будет повышена экономическая эффективность продукции: приведенные затраты снижены до 26%, трудозатраты — до 45%, расход условного топлива — на 12%, а расход стали — на 6 кг/пог. м трубы.

УДК 666.974

М. А. САЛИХОВА (ТашПИ)

Химически стойкие плиты для полов

Разработана полимерная композиция на основе карбаминоформальдегидной смолы типа КФ-Ж (ГОСТ 14231—78) и местных заполнителей для изготовления плит полов, эксплуатируемых в агрессивных средах. Оптимальные составы полимербетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Материалы	Фракция, мм	Расход материалов на 1 м ³ полимербетона	
		кг	%
Песок из природно-обожженного сырья	0,14—5	616	28
Мука из природно-обожженного сырья	0,15	1100	50
Связующее (КФ-Ж)	—	330	15
Водосвязующая добавка (фосфогипс)	—	132	6
Отвердитель (щавелевая кислота)	—	22	1

Технология приготовления полимербетона и изготовление на их основе изделий включают следующие операции. Согласно табл. 1, дозируются связующее, микрозаполнитель (мука), фосфогипс и щавелевая кислота, вся масса загружается в смеситель принудительного действия и перемешивается в течение 2—3 мин. Затем в смеситель вводят отдозированный заполнитель, и вся масса окончательно перемешивается еще 2—3 мин. Общее время приготовления полимербетонной смеси составляет 5—6 мин. При этом подвижность ее по осадке стандартного конуса должна составлять 3—5 см. Жизнеспособность смеси равна 30—40 мин при температуре 20±5°C. Готовая масса подается в формы для изготовления образцов.

Основные физико-механические свойства полимербетона приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, основные физико-механические свойства полимербетона позволяют использовать их в качестве конструкционного материала для

изготовления плит полов. Результаты исследования водостойкости и химической стойкости полимербетона показаны в табл. 3.

Результаты научных исследований проверены в опытно-промышленных условиях. Технологический процесс изготовления полимербетонных плит опробован в объединении «Узбекмрамор» МПСУ УзССР. Он включает следующие операции: чистку и смазку форм размером 500×500×40 мм; установку арматурных каркасов с ячейкой 150×150 мм; приготовление и укладку полимер-

Таблица 2

Свойства	Усредненные значения показателей
Объемная масса, кг/м ³	2200
Водопоглощение за 24 ч, %	0,22
Прочность, МПа:	
при сжатии	65,5
при изгибе	14
при растяжении	5,2
Модуль упругости, МПа:	
при сжатии	16·10 ³
при растяжении	12·10 ³
Водопроницаемость за 7 сут при давлении 1,2 МПа	Непроницаем
Усадка, %:	
линейная	0,3
объемная	0,9
Ударная вязкость, кДж/м ²	2,2
Истираемость, г/см ²	0,14

Среда	Коэффициент стойкости	
	при сжатии	при изгибе
Вода	0,92	0,89
30%-ная мочевина	0,9	0,9
Минерализованная вода с содержанием:		
15% едкого натра	0,89	0,88
15% сернокислого натрия	0,91	0,9
15% сернокислого магния	0,9	0,9
5% серной кислоты	0,82	0,8
Машинное масло	0,98	0,98
Ацетон	0,99	0,98

бетонной смеси; формирование изделий с вертикальным вибрированием; отверждение изделий при температуре 70°C в течение 4 ч и последующую их распалубку.

Изготовленные плиты использованы для устройства полов в животноводческих помещениях Янгйюльского района Ташкентской обл. На основе разработанного материала изготовлены также решетки размером 1000×1000×50 мм для перекрытия стока мочи, использованные на свиноводческой ферме комплекса «Российский» Булунгурского района Самаркандской обл.

Расчет экономической эффективности полимербетонных изделий показал, что при применении плит в количестве 5000 м² взамен традиционных и решеток в количестве 4000 тыс. шт. взамен чугунных ожидаемый годовой экономический эффект составит соответственно 7 тыс. р. и 8,5 тыс. р.

Авторские свидетельства

№ 27*

№ 1030467. Э. С. Аргал и В. М. Королев. Ин-т Гидроспецпроект. **Устройство для цементации строительных швов.**
 № 1030471. Б. А. Наторхин. **Бетонная плотина на скальном основании.**
 № 1030495. В. Е. Тройнин, И. М. Зайцев, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. Трест Оргтехстрой. **Способ бетонирования.**

№ 1030497. М. И. Фидаров. Северо-Кавказский горно-металлургический ин-т. **Сейсмостойкий фундамент.**

№ 1030508. В. М. Коломиец и Л. Л. Добровольский. Киеворгстрой. **Способ крепления строительного элемента.**

№ 1030509. М. М. Сукнов, Л. В. Петровский, Э. М. Скрытни и В. В. Караводин. Киевский филиал Гипроциполиграфа. **Подвал каркасного здания.**

№ 1030510. Г. Г. Виноградов. Ленинградский Промстройпроект. **Висячее покрытие.**

№ 1030511. И. Л. Кузнецов. Казанский инженерно-строительный ин-т. **Панель покрытия.**

* См.: Открытия, изобретения, 1983.

УДК 69.057.12—122

В. И. ЛЕПСКИЙ, инж.; А. С. СЕМЧЕНКОВ, канд. техн. наук
 (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов);
 Ю. И. ОРЛОВСКИЙ, канд. техн. наук (Львовский филиал НИИСМИ МПСМ СССР)

Усовершенствованный вариант серии 1.020-1

Для строительства многоэтажных общественных и промышленных зданий в зависимости от нагрузок и пролетов применяются различные каркасы. Кроме того, иногда возникает функциональная потребность сочетать в одном здании большепролетные (зальные) и мелкие помещения, т. е. применять каркасы со смешанной сеткой колонн.

До настоящего времени мелкоячеистые и большепролетные каркасы общественных и производственных зданий разрабатывались без взаимной увязки и на основе различных конструктивных решений. Так, в общественных зданиях применяются связевые каркасы серии ИИ-04 (обычный и межвидовой) и большепролетный серии 1.220, в промышленных зданиях — рамный каркас серии ИИ-20/70 и большепролетный серии 1.420-6.

В состав серии ИИ-04 входят пустотные панели пролетом 3, 6 и 9 м, опирающиеся на ригели пролетом 3, 4, 5 и 6 м, и колонны сечением 30×30 и 40×40 см, максимальная нагрузка на перекрытия 0,8 (1,25) тс/м² (перед скобкой указано значение нормативной полезной нагрузки, а в скобках — унифицированной расчетной). В состав межвидовой серии включены ребристые панели пролетом 6 м под нагрузку до 1 (1,6) тс/м², ригели пролетом 6 м и с шириной ребра 30 см под колонны сечением 40×40 см, а также пустотные панели под нагрузку до 1 (1,6) тс/м² (рис. 1).

Серия ИИ-20/70 запроектирована с перекрытиями двух типов (рис. 2). Перекрытия 1-го типа разработаны под нагрузку до 2,5 (3,3) тс/м² при сетке 6×6 м и до 1,5 (2,1) тс/м² при сетке 9×6 м. Перекрытия 2-го типа применяются только при сетке колонн 6×6 м, высоте этажа 4,8 м и более и благодаря уменьшенной высоте торцовых ребер позволяют прокладывать над ригелем различные коммуникации. Колонны имеют сечения 40×40 и 40×60 см, высота этажей принята 3,6—6 м, а первого — до 7,2 м. Здание может иметь высоту от трех до пяти этажей.

Для строительства общественных

зданий высотой до четырех этажей с зальными помещениями ЦНИИЭП ТБЗ и ТК в 1975 г. разработал типовой связевый каркас серии 1.220 с сеткой колонн 6×12 м, основными элементами которого являются 12-метровая панель типа 2Т и 6-метровые ригели (рис. 3,а). Стык ригеля с колоннами сечением 40×40 см решен, как в серии ИИ-04. Максимальная нагрузка на перекрытие составляет 0,8 (1,25) тс/м², высота этажа 4,2 м.

Настилы типа 2Т использованы также в рамном экспериментальном каркасе с сеткой колонн 12×12 м. 12-метровые рамы решены с помощью Т- и Г-образных колонн с сечением ствола 40×60 см и 0,5-метровыми консолями переменной высоты, на которые опираются 9-метровые ригели-вставки (см. рис. 3,а). Максимальная нагрузка на перекрытия ограничивается несущей способностью рам и составляет 0,5 (0,8) тс/м².

Для многоэтажных промышленных зданий с большепролетной сеткой 12×6 м разработан каркас серии 1.420-6, в состав которого входят колонны сечением 40×40 и 40×60 см с геометрией, аналогичной серии ИИ-20/70, 12-метровые крестообразные ригели (рис. 3,б) и 6-метровые пустотные или ребристые панели высотой 40 и 30 см (см. рис. 1,б и 2,а) под нагрузку до 1 (1,6) тс/м².

Большая и разнотипная номенклатура элементов каркасных конструкций для строительства общественных и производственных зданий значительно увеличивает трудоемкость и затраты при организации их производства, особенно при ограниченных объемах в рамках одного ТУС. Отмеченные недостатки частично устраняются при освоении новой серии 1.020-1 «Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных и промышленных зданий (на основе серии ИИ-04)», разработанной ЦНИИЭП ТБЗ и ТК совместно с ЦНИИпромзданий, под нагрузку до 1 (1,6) тс/м² взамен серий ИИ-04, 1.220 и частично ИИ-20/70 и 1.420-6.

Связевая система конструкций серии 1.020-1 включает три каркаса, отличающихся по типам перекрытий (рис. 4):

мелкоячеистый с ригелями пролетом до

6 м, высотой 45 см для опирания пустотных панелей пролетом до 9 м и ребристых — пролетом до 6 м;

среднеячейный с ригелями пролетом до 9 м, высотой 60 см под пустотные и ребристые панели;

большепролетный с ригелями пролетом 6 м, высотой 60 см и опирающимися на

них в подрезку панелями типа 2Т пролетом 9 и 12 м, высотой 60 см.

В конструкциях серии 1.020-1 могут быть решены практически все типы массовых общественных зданий и до 70% производственных. Совершенствование серии должно идти в направлении дальнейшего расширения области и возмож-

ности ее применения при одновременном максимальном сокращении номенклатуры, что особенно важно в переходный период освоения серии.

Расширение области применения серии достигается при повышении нагрузок на перекрытия до 2,5 (3,3) тс/м² и увеличении планировочных возможностей за

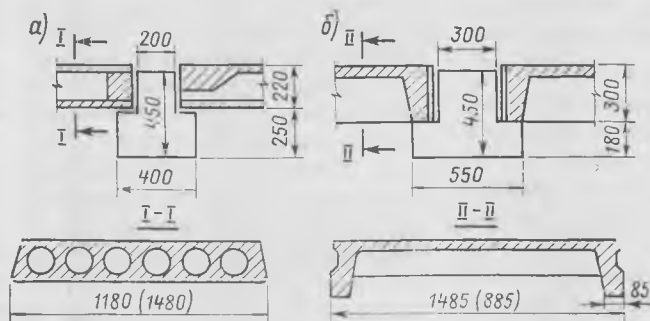


Рис. 1. Перекрытия серии ИИ-04

а — с гладким потолком; б — с ребристым потолком

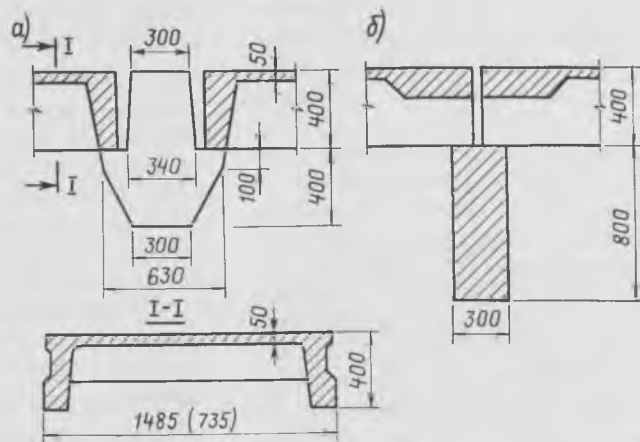


Рис. 2. Перекрытия серии ИИ-20/70

а — тип 1; б — тип 2

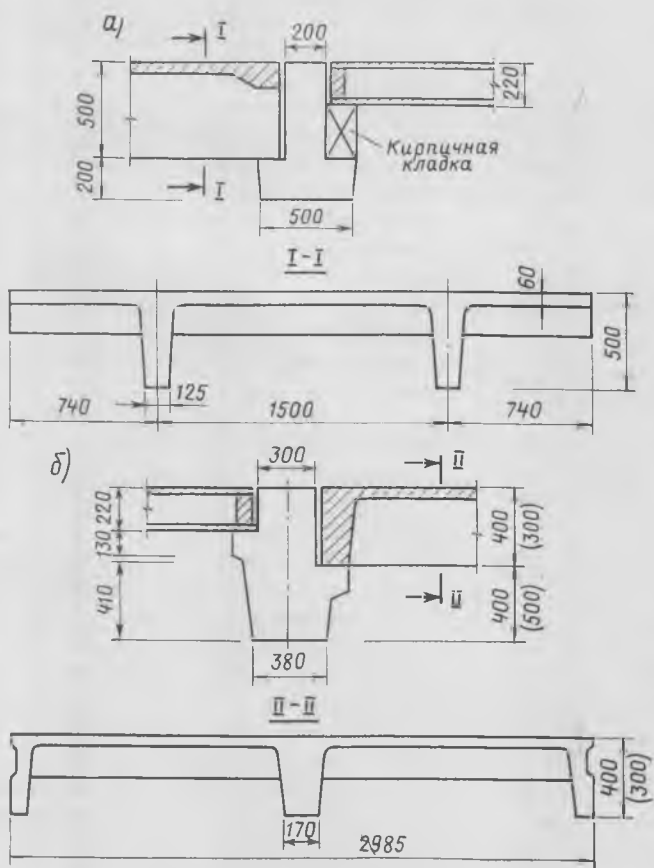


Рис. 3. Большепролетные ребристые перекрытия

а — серия 1.220 с сеткой 6×12 м; б — серия 1.420-6 с сеткой 12×6 м

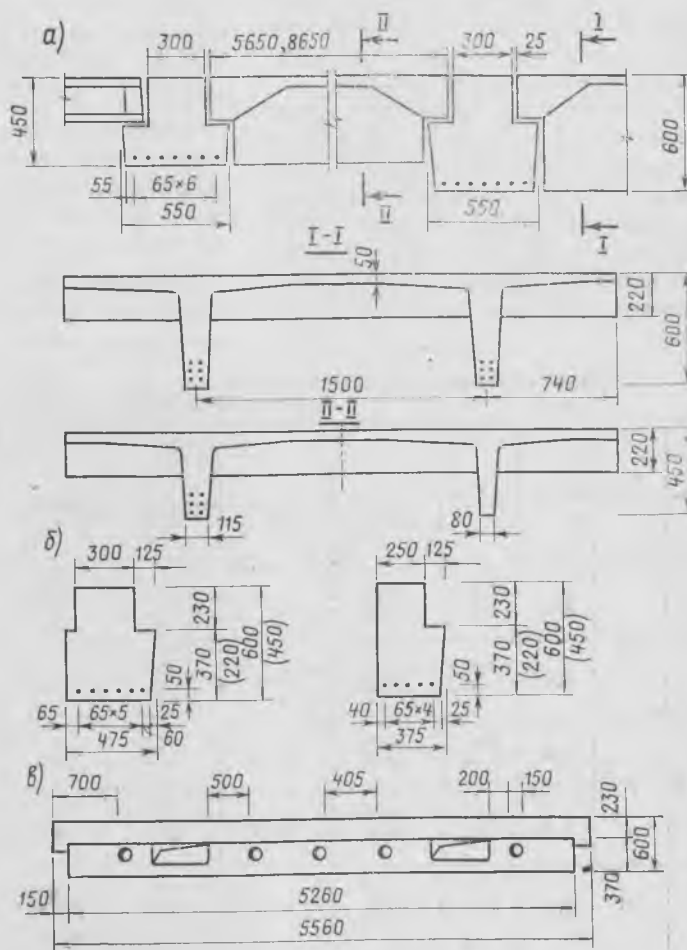


Рис. 4. Усовершенствованные конструкции перекрытий

а — опирание панелей различной высоты в подрезку на ригели с унифицированной высотой ребра; б — дополнительные одноплочные ригели крайние и лестничные; в — ригель для пропуска различных инженерных коммуникаций

счет создания экономичных ячеек перекрытий различных размеров — от 6×6 до 12×12 м, что потребовало разработки панелей, ригелей и колонн под значительно большие нагрузки, чем сейчас в серии 1.020-1. Сетку 12×12 м под нагрузку до 1 (1,5) тс/м² предполагается решить за счет ригелей и колонн сечением 40×60 см каркаса серии 1.420-6 и панели типа 2Т. При этом для увеличения несущей способности ригелей пролетом 12 м до 21,5 тс/м² предложено применять внешнее листовое армирование.

Для расширения возможностей применения связевого каркаса, особенно в промышленных зданиях, необходимо обеспечить максимально свободную планировку помещений, что требует в некоторых случаях отказа от установки диафрагм жесткости в виде железобетонных стен и металлических связей. Поэтому пространственную жесткость здания предложено обеспечивать за счет учета лестничных клеток, лифтовых шахт, устройства вертикальных устоев. Все это позволит 90—95% промышленных зданий строить в каркасе серии 1.020-1 и будет наилучшим образом способствовать внедрению каркасных конструкций межвидового применения.

На первом этапе осваиваются ригели пролетом до 6 м, высотой 45 и 60 см и панели пустотные и ребристые пролетом 6, 9 и 12 м. С целью сокращения номенклатуры ригелей, которая очень значительна и составляет при одном варианте армирования 213 марок, 68 типоразмеров и 10 типов сечений, предложено:

отказаться от ригелей покрытий (98 марок, 32 типоразмера) и опирать их не на ствол колонны, а, так же как и ригели перекрытий, в подрезку на консоли колонн, для чего потребуются корректировка некоторых колонн;

унифицировать высоту ребер ригелей, приняв ее равной 23 см, а ребристые панели пролетом 6, 9 и 12 м опирать в подрезку (см. рис. 4,а), что позволит сократить в перекрытиях 6 типов сечений, 14 типоразмеров и 48 марок;

начать освоение панельной серии 1.020-1-3 для строительства общественных зданий; это даст возможность полностью отказаться от колонн сечением 30×30 см (121 типоразмер), угловых стеновых панелей под колонны 30×30 см и снизить номенклатуру ригелей на 20 марок и 8 типоразмеров. В переходный период здания с колоннами 30×30 см строить в серии ИИ-04 и кирпиче.

Все эти мероприятия позволят сократить номенклатуру только ригелей на 54 типоразмера.

Однако, как показал первый опыт применения серии 1.020-1, в состав номенклатуры необходимо дополнительно ввести:

однополочный ригель высотой 45 см, шириной 47,5 см, исключающий ручные трудоемкие процессы по заделке швов шириной 12 см между крайними ригелями и наружными стенами (рис. 4,б);

лестничный ригель высотой 60 см, значительно облегчающий устройство лестничных клеток (см. рис. 4,б);

ригель высотой 60 см с крупными отверстиями для пропуска различных инженерных коммуникаций (рис. 4,в);

двуполочный ригель пролетом 6 м, высотой 60 см под нагрузку до 21,5 тс/м², а при высоте 45 см — до 14,5 тс/м² и однополочные — соответственно под нагрузки в 2 раза меньше.

Несмотря на введение дополнительных сечений ригелей и увеличение нагрузок, суммарная номенклатура ригелей уменьшилась в два с лишним раза меньше.

В поисках оптимальной конструкции был проведен технико-экономический анализ панелей шириной 3 м, пролетом 6, 9 и 12 м (см. таблицу). На основе его для пролета 12 м и нагрузок до 1 (1,6) тс/м² принята панель типа 2Т высотой 60 см, а для пролета 9 м и нагрузок до 1,5 (2,1) тс/м² — панель типа 2Т высотой 60 см на всем диапазоне нагрузок (см. рис. 4,а); для пролета 6 м и нагрузки до 2,5 (3,5) тс/м² принята панель типа 2Т с толщиной ребер по низу 8 см (см. рис. 4,а), которая экономичнее панелей типа II и III высотой 30 и 40 см (см. рис. 1—3) при нагрузке 1 (1,6) тс/м² и высотой 40 см при нагрузке 2,5 (3,3) тс/м².

Для исследования работы дисков перекрытий из панелей типа 2Г в настоящее время совместно с КиевЗНИИЭП, НИИЖБ и ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко проведены испытания натурных фрагментов дисков на одновременное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок. Эти исследования позволили определить прочность и жесткость дисков при работе в своей плоскости, эффект от совместной работы ригелей и торцов настилов, который достигает 30—50%, а также прочность и податливость стыков консолей полог панелей типа 2Т при действии горизонтальных и неравномерных вертикальных нагрузок.

Совместно с НИИЖБ, Львовским филиалом ИИИСМИ, НИИСК и Пензенским ИСИ завершены испытания ригелей со смешанным армированием из арматуры класса Ат-V, что позволяет снизить трудозатраты на изготовление и расход арматуры до 10%, а также проводятся исследования подрезок обычных и предварительно напряженных ригелей и ребристых панелей с целью облегчения их армирования.

В колоннах будут применены высокопрочная арматура классов А-IV и Ат-V, плоские стыки и облегченное армирование консолей, исследование которых проводится при участии НИИЖБ и Львовского филиала ИИИСМИ. Внедрение результатов исследований позволит более грамотно подходить к проектированию дисков перекрытий и до 10—20%

Технико-экономическое сравнение панелей шириной 3 м, пролетом 6, 9 и 12 м, различной высоты

l, м	Тип панели	h, м	q, тс/м ²	Бетон		Расход стали, кг/м ²		Расчетная стоимость «в деле», руб/м ²	Суммарная трудоемкость, чел.-ч/м ²
				марка	расход, м ³ /м ²	натуральный	приведенный к А-I		
12	2Т	0,6	0,8 1,25	M250 M250	0,138	8,5 10,8	14,7 19,1	15,7 16,9	1,52 1,56
		0,45	0,8 1,25	M350 M500	0,107	9,6 12,7	17,6 24,0	15,1 17,1	1,32 1,52
9	2Т	0,6	0,8 1,60	M250 M250	0,144	7,6 9,8	12,2 16,3	16,4 17,7	1,59 1,62
		0,45	0,8 1,60	M250 M350	0,107	7,4 10,4	12,9 18,7	13,6 14,8	1,26 1,35
6	2Т	0,45	1,6 3,3	M250 M350	0,093	7,1 10,9	11,2 17,9	12,3 14,3	1,22 1,28
	Т	0,40	1,6 3,3	M300 M350	0,109	8,0 11,7	12,8 19,5	14,3 16,0	1,37 1,43
		0,3	1,6	M350	0,090	10,5	16,3	13,5	1,20

снизить расход стали в колоннах и ригелях.

Усовершенствованный каркас внедряется в системе Главльвовпромстроя Минпромстроя УССР. На первом этапе предприятия Главльвовпромстроя осваивают ригели пролетом до 6 м, пустотные и ребристые панели типа 2Т пролетом 6, 9 и 12 м, а также многоэтажные колонны сечением 40×40 см и колонны верхних этажей с консолями. С применением этих конструкций начато строительство эк-

спериментальных корпусов завода бактерийных препаратов во Львове, которое ранее было запроектировано в трех каркасах: ИИ-04 обычном и межвидовом и ИИ-20/70 только с сеткой колонн 6×6 м. Сейчас, по предложению Львовского филиала ПИ-3, в производственных помещениях завода с нагрузками до 2,5 (3,3) тс/м² применяется сетка 6×6 м, при нагрузках до 1,5 (2,1) тс/м² — сетка 6×9 м и в покрытиях — сетка 6×12 м, что наряду с увеличением про-

изводительности труда на монтаже каркаса способствует созданию оптимальных условий для расстановки технологического оборудования.

Усовершенствование конструкций и номенклатуры серии 1.020-1 позволяет снизить парк форм и трудозатраты, расширяет возможность применения серии в промышленных и общественных зданиях при тяжелых нагрузках и увеличенных пролетах, сокращает расход стали и цемента.

УДК 621.039.4:624.092

К. З. ГАЛУСТОВ, В. П. КОНЕВСКИЙ, В. Г. МАЛЯВИН, кандидаты техн. наук;
Ю. С. ЛЮБАЧКО, инж. (НИС Гидропроекта им. С. Я. Жука)

Испытания модели корпуса высокого давления из преднапряженного железобетона

В научно-исследовательском секторе Гидропроекта сооружен опытный корпус высокого давления из преднапряженного железобетона (рис. 1). Он представляет собой полый толстостенный цилиндр с массивным днищем и крышкой, внутренний диаметр и высота которого соответственно равны 3 и 5 м, наружный диаметр и высота (без фундамента) — 6,4 и 9,7 м, толщина стены и днища — 1,4 и 2 м.

Железобетонная крышка диаметром 2 м крепится на корпусе с помощью механизма уплотнения и фиксации. Опытный корпус запроектирован для обеспечения его нормальной работы при внутреннем давлении 7 МПа и температуре 285°C. Специальные конструкции теплоизоляции и система охлаждения обеспечивают передачу на преднапряженные стенки корпуса полного рабочего давления и температуры 70°C. Повышение температуры в корпусе до 285°C осуществлялось специальными нагревательными электрическими колонками.

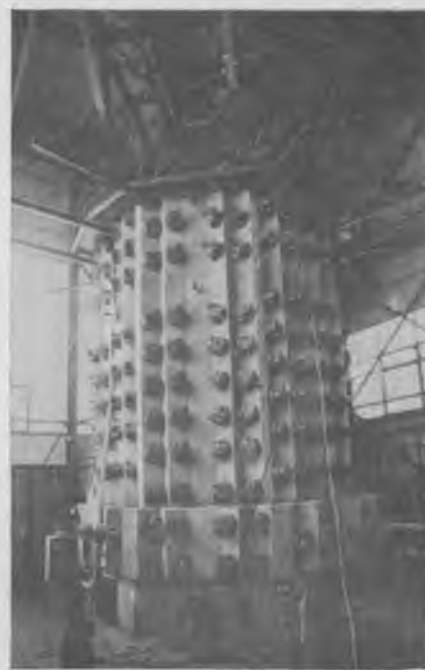
На первом этапе исследования изучали работоспособность корпуса и его элементов в условиях, максимально приближенных к натурным, при эксплуатационных и нестационарных режимах, при условиях предварительного напряжения, давления и температурных. Исследовали также его напряженно-деформированное состояние при различных сочетаниях воздействий.

Одновременно обрабатывали техноло-

гические приемы возведения корпуса и изучали последовательность предварительного напряжения. Опытный корпус запроектирован с коэффициентом запаса по давлению 2,6 и 7 МПа эксплуатационной нагрузки. Расчетная трещиностойкость по давлению соответствует 11 МПа.

В соответствии с заранее разработанной схемой были установлены 950 изме-

Рис. 1. Опытный корпус высокого давления



рительных приборов, в том числе тензорезисторы, термпары и мессуры. Для управления испытательным комплексом, а также обработкой показаний командно-измерительной аппаратуры была создана система управления нагревательными устройствами, технологическими трубопроводами на базе пульта управления и ЭВМ Х.Р. (Хьюлетт — Паккард).

Предварительное напряжение корпуса обеспечивалось с помощью групповой натяжной системы из семипроволочных канатов класса К-7 из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм [1]. Три пучка, каждый из 12 арматурных прядей, компоновали на одной анкерной плите (см. рис. 1), что позволяло создавать сосредоточенное усилие в месте приложения нагрузки. Натяжение пучка производилось гидродомкратом двойного действия ДГ-230. Одновременно натягивали один пучок из 12 прядей, который заклинивался специальным анкером в конусном стакане [1].

Поскольку сооруженный в НИС опытный корпус из предварительно напряженного железобетона (ПНЖБ) является первым в СССР, степень преднапряжения пучков не была максимальной (это ограничивалось также некоторой неоднородностью напряжений прядей за счет их короткой длины и криволинейности каналов). Горизонтальные пучки располагались по дуге круга, охватывая угол 120° (максимальная длина пучка в корпусе не превышала 10 м).

Весь процесс обжатия был проведен в три этапа: I — обжатие корпуса вертикальными пучками; II — горизонтальными пучками верхнего и нижнего поясов корпуса; III — горизонтальными пучками средней цилиндрической части корпуса. Такой порядок позволил наиболее благоприятным образом передать на корпус усилия преднапряжения.

Замеры усилий в пучках контролиро-

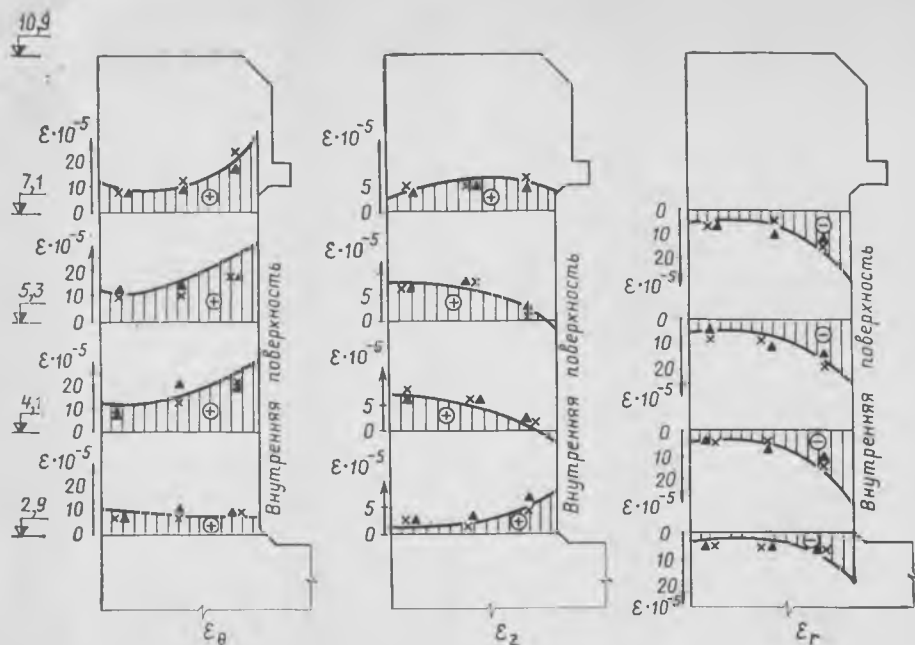


Рис. 2. Эпюры деформаций в цилиндрической части корпуса при действии внутреннего давления 7 МПа

▲, × — соответственно экспериментальные точки створов А и Б; ——— расчетная кривая

вали с помощью манометров и динамометров непосредственно во время обжатия и в дальнейшем в определенные промежутки времени, включая этапы испытаний опытного корпуса на воздействие внутреннего давления и температуры. Характер изменения контролируемого усилия, первичных потерь после запрессовки анкеров, а также трехлетние наблюдения показали достаточно хорошее совпадение опытных и расчетных величин потерь преднапряжения.

Следует обратить внимание на обнаруженное в процессе эксперимента увеличение усилий натяжения в вертикальных пучках при обжатии корпуса горизонтальными пучками. Это увеличение составило 7% на элемент из 12 прядей, что в свою очередь увеличило интенсивность обжатия корпуса в вертикальном направлении.

На стадии проектирования конструкции опытного корпуса в НИС Гидропроекта были разработаны различные про-

граммы расчета. Для определения напряженно-деформированного состояния толстостенного сосуда высокого давления при кратковременном действии нагрузки была разработана программа [2] расчета объемного напряженно-деформированного состояния в рамках линейной теории упругости методом конечных элементов на ЭВМ БЕСМ-6. Расчетная схема корпуса принималась в виде сектора, при этом аппроксимирующая сетка в вертикальных и горизонтальных плоскостях разбивалась таким образом, что ее узлы совпадали с точками приложения нагрузок от напрягаемой арматуры. Выделенный сектор считался сплошным и однородным по всей исследуемой области.

При расчете корпуса учитывали характеристики бетона, полученные при испытании контрольных образцов: $R = 505$ кгс/см²; $R_{np} = 433$ кгс/см²; $\nu = 0,18$ — $0,20$; $E_b = 3,03 \cdot 10^5$ кгс/см².

Изучение работы опытного корпуса

при совместном действии предварительного напряжения и внутреннего давления проводили при эксплуатационном давлении 7 МПа. В процессе эксперимента внутреннее давление повышалось в такой последовательности: 0; 2; 4; 6; 7; 6; 4; 2 и 0 МПа с выдержкой в течение 1 ч на каждой ступени. При давлении 7 МПа выдержка составила 10 ч.

Испытание корпуса на совместное действие предварительного напряжения и внутреннего эксплуатационного давления в настоящее время насчитывает 20 циклов нагружения. Обобщенные результаты экспериментов позволяют сделать заключение об упругой работе сооружения в диапазоне эксплуатационных кратковременных нагрузок. Это подтверждается и экспериментальными данными (рис. 2), где сравниваются эпюры деформаций стенки корпуса в кольцевом, радиальном и вертикальных направлениях при действии внутреннего давления 7 МПа, полученные экспериментально, с результатами расчета по программе объемного напряженно-деформированного состояния на базе теории упругости.

Из рис. 2 видно, что деформации корпуса, замеренные по створам А и Б (створ Б сдвинут на 45° по радиусу от створа А), как правило, совпадают или близки по величине. Эксперименты показали, что наибольшие значения кольцевых и радиальных деформаций отмечаются со стороны внутренней грани корпуса, а вертикальных — со стороны наружной грани на верхних отметках и в центре, а также со стороны внутренней грани на нижних отметках. Приведенные величины деформаций получены путем статистической обработки результатов измерений.

Наибольшую сложность представляло экспериментальное исследование опытного корпуса при сочетании трех видов нагрузки — предварительного напряжения, внутреннего давления и повышенной температуры. Ранее отмечалось, что оно осуществлялось с помощью специально созданной технологической системы. Продолжительность испытания корпуса на этот вид сочетания нагрузок составила 6 сут, при этом температура среды внутри повышалась со скоростью 4°С/ч до 285°С и соответственно давления 7 МПа.

Температура поверхности бетона ограничивалась 70°С давление — 7 МПа с помощью специальной конструкции теплоизоляции и системы водяного охлаждения. Давление в корпусе повышалось ступенями с выдержкой на каждой ступени. Система охлаждения, состоящая из трубопроводов, расположенных в теле бетона и на его внутренней поверхно-

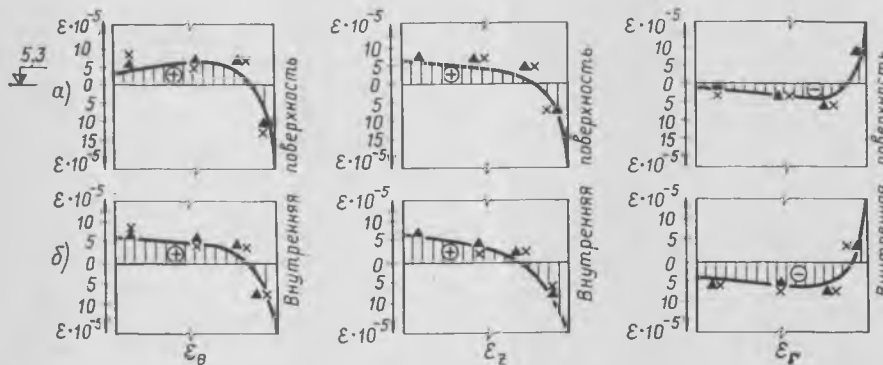


Рис. 3. Эпюры температурных деформаций в стенке корпуса
а — на первые сутки испытаний; б — на пятые сутки испытаний.
Условные обозначения те же, что и на рис. 2

сти, включалась одновременно с началом нагрева. Температура воды в ней поддерживалась в течение опыта на уровне 18—20°C. Температуру внутренней среды и поверхности стенки корпуса, а также деформации сечения железобетона регистрировали в определенные промежутки времени в течение всего эксперимента, при этом первоначальное напряженно-деформированное состояние корпуса считалось известным и принималось за «нулевое».

Результаты воздействия температуры в виде эпюры температурных упругих деформаций в сечении корпуса представлены на рис. 3. Они получены путем вычитания из суммарных деформаций и деформаций, вызванных давлением. Эпюры температурных деформаций приведе-

ны в радиальном, кольцевом и вертикальном направлениях в процессе эксперимента на первые сутки и по истечении 5 сут.

По эпюрам деформаций в кольцевом и вертикальном направлениях от температурного воздействия наблюдаются значительные сжимающие напряжения на внутренней грани корпуса и небольшие по величине растягивающие напряжения на наружной поверхности. С изменением температурного поля в стенке корпуса на пятые сутки наблюдается смятие деформаций в наружной половине стенки.

Для сравнения на рис. 3 приведены температурные деформации, полученные расчетом по программе решения осесимметричной задачи для длинного цилинд-

ра. Распределение температуры по сечению вводили в расчет по результатам замера температуры в корпусе. Как видно из рис. 3, экспериментальные данные, отражающие термонапряженное состояние в корпусе, удовлетворительно совпадают с расчетом.

Проведенные исследования при различных сочетаниях эксплуатационной нагрузки показали, что опытный корпус при кратковременных нагрузках работает в упругой стадии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов А. П., Юдина Н. В., Волкова М. В. Разработка систем натяжения на усилия 400—1000 тс. Труды Гидропроекта им. С. Я. Жука, вып. 41, 1975.
2. Фрадкий Б. В. Вычислительный комплекс для решения пространственной задачи теории упругости методом конечных элементов. Труды Гидропроекта им. С. Я. Жука, вып. 85, 1982.

УДК 69.022.97

А. П. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук; Н. Г. МАТКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ);
Г. В. МУРАШКИН, канд. техн. наук; С. А. БУТЕНКО, И. В. АФАНАСЬЕВ, инженеры
(Куйбышевский инженерно-строительный ин-т)

Колонны из бетона, твердеющего под давлением

Обработка бетонной смеси давлением в период твердения позволяет существенно повысить прочность исходного бетона [1]. Для получения бетона высокой прочности можно использовать рядовые заполнители и цементы относительно низких марок. Повышение прочности в этом случае происходит в результате снижения V/C вследствие удаления отжимаемой из бетона воды (по аналогии с [2]) и уменьшения размеров пор, занятых воздухом.

Для проверки этих положений изготовили опытные колонны. Аналогом опытных образцов служила типовая колонна КНР-33-28 по серии 1.020-1 из бетона марки М400, сечением 30×30 см, армированная 4Ø40 А-III ($F_a^* = 50,26 \text{ см}^2$), рассчитанная на нагрузку 2800 кН (рис. 1). При перерасчете по СНиП II-21-75 площадь продольной арматуры в типовой колонне F_a^* необходимо увеличить до 56 см². Запроектированная под ту же нагрузку колонна из бетона, твердеющего под давлением 3 МПа (см. рис. 1), с исходной маркой М400 должна иметь марку бетона не ниже М600 [3]. Это позволяет применить продольную арматуру 4Ø36А-III ($F_a^* = 40,72 \text{ см}^2$).

Несмотря на усложнение и удорожание оснастки, экономический эффект от со-

кращения армирования на 130 кг/м³, по сравнению с традиционным способом изготовления колонн, составляет 14 р/м³ [1]. Поскольку изготовление колонн предусматривалось в специальных пресс-формах с вертикальной технологией ук-

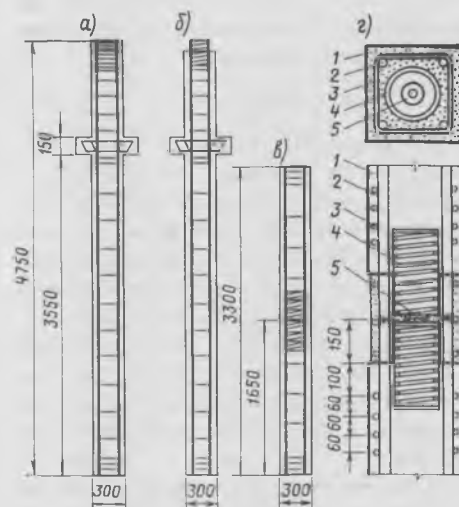


Рис. 1. Конструкция колонны

а — типовая колонна КНР-33-28 серии ИИ-04; б — проект колонны из бетона, твердеющего под давлением; в — образец колонны; 2 — конструкция стыка; 1 — стыкуемые элементы; 2 — продольная арматура; 3 — поперечная арматура; 4 — спиральное армирование; 5 — центрирующая прокладка

ладки бетона, изменили конструкцию стыка колонн*. Косвенное армирование стыка в виде сеток заменили спиралью диаметром 220 мм, охватывающей ядро стыка. Спираль выполнялась из Ø 10 А-I с шагом 20 мм, длиной 300 мм (см. рис. 1). Расход арматуры на такой стык был ниже, чем в случае армирования сетками.

В вертикально стоящую пресс-форму устанавливали арматурный каркас. Затем через воронку подавали бетонную смесь состава 1:1,86:1,54 (Ц:Щ:П) с $V/C = 0,4$. Смесь с О.К. = 12 см готовили в бетоносмесителе принудительного действия. По мере заполнения пресс-формы бетон уплотняли пневмовибратором, опускаемым на шланге. После укладки смеси пресс-форму закрывали крышкой с привернутой к ней резьбовой втулкой с анкерными стержнями. Эта втулка служила в дальнейшем гнездом для рым-болта, необходимого для извлечения колонны из пресс-формы, а также центрирующей прокладкой при стыковании элементов. Бетонная смесь твердела под давлением 3 МПа в течение 12 ч без термообработки. Затем давление сбрасывали и изделие извлекали из пресс-формы. Одновременно отформовали 9 кубиков из бетона обычного твердения.

Всего изготовили 3 колонны длиной по 5 м, которые после распалубки хранили в обычных условиях в цехе по производству напорных труб Куйбышевского завода ЖБИ-7. От каждой колонны отделили по два конечных участка длиной

* А. с. № 949102. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн. А. П. Васильев, Г. В. Мурашкин, Н. Г. Матков, С. А. Бутенко. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1982, № 29.



Рис. 2. Образцы после испытаний

по 1,65 м для стыковки в образцы ВК-1, ВК-2 и ВК-3. Стыки замоноличивали бетоном марки М400. Вследствие различия деформативных свойств обычного бетона и бетона, твердеющего под давлением, бетон замоноличивания в расчет не принимали.

Образцы колонн испытывали на центральное сжатие на 1000-тонном прессе с выдерживанием на каждой ступени загрузки 5—15 мин. Деформации бетона и арматуры измеряли тензорезисторами сопротивления и индикаторами. Про-

гибы оценивали по показаниям прогибомеров и по разности продольных деформаций бетона на противоположных гранях вне зоны стыка.

Разрушение колонн характеризовалось развитием трещин, распространяющихся вдоль продольной арматуры, раздроблением бетона над стыком и потерей устойчивости арматуры. К моменту разрушения продольная арматура достигала предела текучести. Колонны после испытаний показаны на рис. 2. Основные результаты приведены в таблице. Характер нарастания деформаций в бетоне и арматуре дан на рис. 3.

Колонна	$F, \text{ см}^2$	$R_{пр}, \text{ МПа}$	$\mu, \%$	$\sigma_{т}, \text{ МПа}$	$N_{т}, \text{ кН}$	$N_{п}, \text{ кН}$	$\frac{N_{п}^{оп}}{N_{п}^{т}}$
ВК-1	900	57,7	4,52	418,8	4798	6000	1,25
ВК-2	900	50,0	4,52	418,8	4417	5400	1,22
ВК-3	900	52,6	4,52	418,8	4703	5600	1,19

Примечания: 1. Призменная прочность бетона, твердеющего под давлением, получена из выражения $N_{п}^{оп} = m \phi (R_{пр} F_{б} + \sigma_{т} F_{а})$ при подстановке опытных значений $F_{б}$ и $\sigma_{т}$. $N_{п}^{оп}$, $\phi = 0,9$ и $m = 1$. 2. Теоретическая разрушающая нагрузка определена по [3].

К моменту разрушения относительные деформации сжатия бетона и продольной арматуры составляли $(205—230) \cdot 10^{-5}$.

Первые трещины появились в бетоне замоноличивания стыка при нагрузке 0,8—0,9 разрушающей. Предельная деформативность бетона замоноличивания значительно ниже предельной деформативности ядра сечения стыка, снабженного спиральной обоймой. Поэтому наружные слои бетона разрушились раньше ядра. Напряжения в спиральной арматуре не превышали 170 МПа при $\sigma_{т} = 291,6$ МПа. Ядровая часть стыка не претерпевала разрушения и оказалась прочнее ствола колонны.

Выводы

При твердении бетонной смеси, изготовленной на рядовых заполнителях и цементе, под давлением 3 МПа резко увеличивается прочность бетона на сжатие. Это позволяет в сжатых элементах существенно уменьшить расход арматуры, а при снижении исходной марки бетона — сократить расход цемента.

Принятая конструкция стыка со спиральным армированием обеспечивает достаточную надежность соединения элементов.

Учитывая, что вследствие твердения под давлением увеличивается не только прочность, но и плотность бетона, представляется рациональным использование данного бетона для конструкций сельскохозяйственного назначения (решетки навозоудаления, лотки и др.), эксплуатируемых в агрессивных средах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурашкин Г. В. Экономическая эффективность применения бетона, твердеющего под давлением, в колоннах. — В кн.: Железобетонные конструкции. Куйбышев, изд-во Куйбышевского государственного ун-та, 1982.
2. Васильев А. П., Булгаков В. С., Матков Н. Г. Инъектирование предварительно напряженных железобетонных конструкций. М., Госстройиздат, 1965.
3. Мурашкин Г. В. Некоторые особенности формирования структуры и деформирования бетонов, твердеющих под давлением. — В кн.: Железобетонные конструкции. Куйбышев, изд-во Куйбышевского государственного ун-та, 1979.
4. Мурашкин Г. В., Бутенко С. А., Сесский И. Е. Начальное напряженное состояние бетона, твердеющего под давлением, по анализу двухкомпонентной модели. — В кн.: Совершенствование методов расчета и исследование новых типов железобетонных конструкций. Л., ЛИСИ, 1981.

Авторские свидетельства

№ 27*

№ 1030515. Ю. К. Сысоев и Н. Ф. Жданов. ЭКБ по железобетону. Механизм натяжения арматурно-навивочной машины.

№ 1030518. М. В. Радюков и Л. А. Нагрудный. Трест Мосоргстрой. Способ возведения многоэтажных зданий.

№ 28

№ 1032105. В. Н. Жуков, В. Ф. Севастьяненко, О. П. Белоус-Бауман, А. Н. Титченко, А. В. Ревика и С. М. Гомкця. Гидропроект. Тяжелый инъекционный анкер.

№ 1032108. А. Ю. Соколик, В. Н. Вязовикин, Ю. А. Нартов и Л. В. Ерофеев. Московское НПО по строительному и дорожному машиностроению. Виброударное устройство.

№ 1032131. Б. Л. Аронов, Н. С. Баранов, В. М. Косогов и др. ПИ № 2 Госстроя СССР. Секция сборно-разборного здания.

№ 1032136. А. В. Сирота. НИИСК. Сборное покрытие здания.

№ 1032137. Э. Е. Меламед, В. И. Мищерин, А. Ф. Чутро и др. Херсонский сельскохозяйственный ин-т. Висячее покрытие.

№ 1032140. В. К. Степанюк, Н. И. Казначеев, П. В. Шведовский и А. А. Конюк. Брестский инженерно-строительный ин-т. Балка-стенка.

№ 1032141. А. С. Мацкевич и Л. А. Нахимович. Железобетонный элемент.

№ 1032142. Т. И. Мамедов и Н. М. Мулин. НИИЖБ. Арматурный предварительно напряженный элемент.

№ 1032143. А. Я. Эпп, Ю. Н. Карнет и Н. А. Котлова. Уралпромстройин-проект. Арматурный каркас.

№ 1032147. О. З. Аккерман. Рижский отдел СКБ Главмосстроя. Устройство для группового натяжения и плавного отпуска напрягаемой арматуры.

№ 1032148. Л. М. Лойко, А. Ф. Маркова, В. Г. Мартынов и др. Сиб-ЗНИИЭП. Установка для сборки строительных конструкций.

* См.: Открытия, изобретения, 1983. *

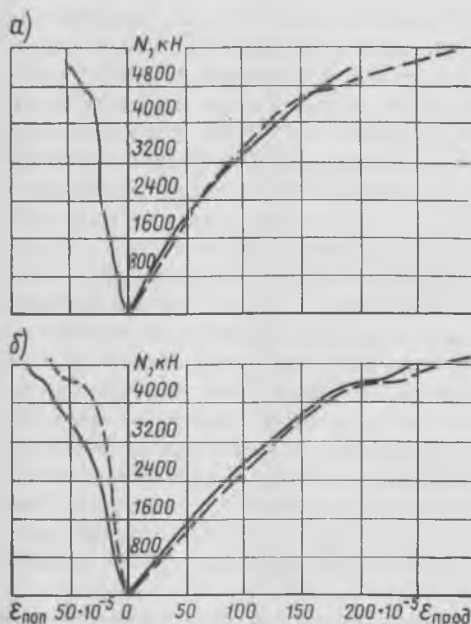


Рис. 3. Деформирование бетона и арматуры вне зоны стыка (а) и в стыке (б)
бетон; — — — — — арматура

Л. С. ГОНЧАРОВА, инж.; А. И. ТВОРОГОВ, канд. техн. наук (ЦНИИОМТП)

Учет прочности льда в бетонах, твердеющих на морозе

Бетонирование с применением противоморозных добавок — наименее энергоемкий и наиболее эффективный в экономическом и технологическом отношении метод зимнего бетонирования. Основной его недостаток заключается в медленном твердении бетона на морозе. Однако в практике строительства известны случаи, когда для некоторых конструкций (дороги, подготовки под полы, стыки крупнопанельных зданий и т. п.) принимали в расчет прочность бетона с противоморозными добавками в замороженном состоянии, т. е. с использованием прочности льда в бетоне, что позволило начать эксплуатацию монолитных бетонных конструкций в более ранние сроки.

При этом возникла необходимость исследования кинетики прочности льда и бетона, а также учета суммарной прочности в зависимости от вида и концентрации противоморозных добавок с выявлением сроков выдерживания бетона до достижения им требуемой прочности.

ЦНИИОМТП проводил эксперименты на образцах-кубах с ребром 10 см из бетона марки М300 состава 1:2,2:3,3 (Ц:П:Щ), В/Ц=0,45, на портландцементе марки 400 Воскресенского завода, О.К.=3...4 см. В качестве противоморозных добавок использовали поташ (П), нитрит натрия (НН), смесь хлоридов кальция и натрия (ХК+ХН), смесь хлорида кальция с нитритом натрия (ХК+НН), нитрат кальция с мочевиной (НКМ) и смесь нитрит-нитрат-хлорида кальция с мочевиной (ННХКМ). Бетонные образцы выдерживали в морозильной камере при $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Дозировка противоморозных добавок 10,5 и 3% по массе цемента определяла оптимальное, а также вдвое и втрое меньшее их количество для данной температуры. Суммарную прочность бетона устанавливали при испытании образцов в замороженном состоянии, прочность бетона — после 3 ч оттаивания при 20°C . За прочность льда условно принимали разность суммарной прочности и прочности самого бетона (в дальнейшем прочность вследствие связующего действия льда будем называть прочностью льда).

Образцы испытывали после 7, 28, 90 и 180 сут выдерживания при -20°C .

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что основная масса льда образуется в первые сутки, в последующие 14 сут она несколько увеличивается, а затем стабилизируется*. По мере связывания воды в процессе гидратации цемента пополнение ее количества в жидкой фазе бетона происходит вследствие постепенного таяния льда и в суммарной прочности бетона постепенно уменьшается доля прочности льда и увеличивается доля прочности бетона.

Установлено, что противоморозные добавки неодинаково влияют на кинетику прочности бетона и льда, а также на суммарную прочность твердеющего на морозе бетона. Условно их можно подразделить на две группы: к первой относятся добавки, являющиеся сильными антифризами и ускорителями твердения (П, ХК+ХН, ХК+НН, ННХКМ), ко второй — НН и НКМ.

* Исследование процессов льдообразования в «холодных» бетонах. Т. И. Розенберг, Э. Л. Брейтман, В. В. Пименов и др. В кн.: Вопросы строительства, вып. 3, Рига, Звайгзне, 1974.

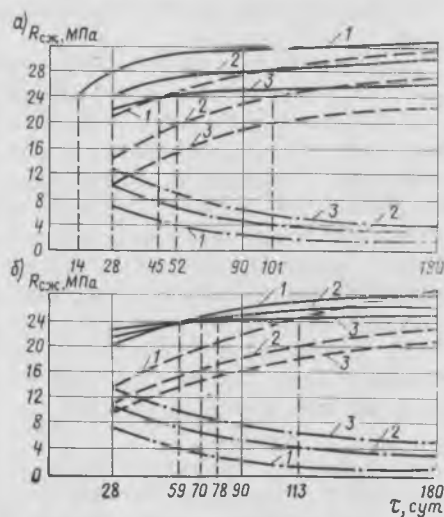


Рис. 1. Средние показатели прочности бетона, льда и суммарной прочности при -20°C для бетонов с добавками первой (а) и второй (б) групп
Прочность: — суммарная, — — — бетона, — · — — льда; 1—3 — 10, 5 и 3% добавки массы цемента

На рис. 1 представлены средние (по добавкам первой группы) показатели изменения прочности бетона, льда и их суммарной прочности с 28 до 180 сут выдерживания при -20°C . Кривые кинетики прочности указывают на увеличение прочности бетона и снижение прочности льда в зависимости от количества добавок. Иначе говоря, они свидетельствуют о процессе постепенного замещения прочности льда прочностью бетона, в то время как суммарная прочность остается сравнительно стабильной, имея тенденцию к незначительному возрастанию. Так, если рост прочности бетона в возрасте 180 сут по отношению к 28-суточной прочности составлял для бетонов с 10, 5 и 3% добавок соответственно 54, 93 и 120%, то темп набора суммарной прочности изменялся лишь от 15 до 23%, что указывает на нивелировку нарастающей прочности бетона убывающей прочностью льда.

На суммарную прочность снижение количества добавки относительно оптимального содержания влияет значительно меньше, чем на прочность бетона. Иначе говоря, с уменьшением количества добавки доля прочности льда в суммарной прочности увеличивается. В возрасте 28 сут для бетонов с 10, 5 и 3% добавок массы цемента доля прочности льда в суммарной прочности составила соответственно 26, 42 и 56%, а в возрасте 180 сут — 3, 8 и 16%.

Таким образом, прочность льда в бетонах с противоморозными добавками постоянно дополняет и выравнивает прочность самого бетона до определенного уровня. При сравнительно стабильных отрицательных температурах это позволяет частично загрузить конструкцию значительно раньше того срока, когда этой прочности достигает бетон. В соответствии с требованиями проектов производства работ большинство монолитных конструкций загружают после достижения бетоном 70% проектной прочности. Приняв за необходимый уровень прочности 24 МПа (70% марочной прочности), на рис. 1 видно, что указанную прочность бетон, содержащий 10% противоморозной добавки, набирает к 45 сут, а бетон с 5% добавки — к 101 сут. По суммарной прочности указанный показатель достигается к 14 и 28 сут.

Исследования бетонов, содержащих противоморозные добавки второй группы, свидетельствуют о том, что характер кинетики прочности бетона, льда и суммарной прочности в основном остается таким же с той лишь разницей, что все показатели прочности в силу меньшей эффективности таких добавок имеют более низкие значения (см. рис. 1).

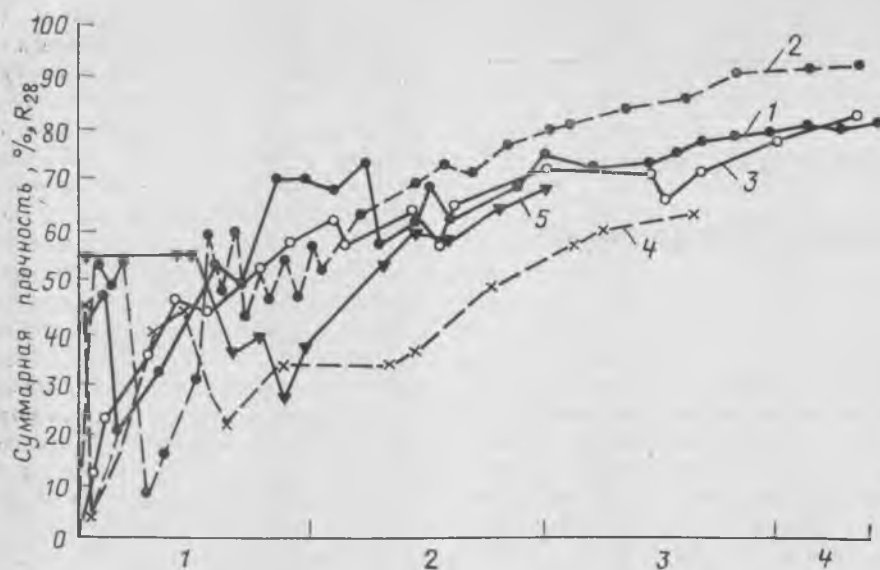


Рис. 2. Изменение суммарной прочности бетона стыков, замоноличиваемых в условиях Нового Уренгоя в зимний период 1981/82 г.
1—5 — ноябрь — апрель

Таким образом, в условиях выдерживания при температуре до -20°C монолитные конструкции из бетона, содержащего противоморозные добавки в количестве 10% массы цемента, можно частично загружать через 14 сут при введении П, ХК+ХН, ХК+НН, ННХКМ и через 60 сут при использовании НН и НКМ. Если после загрузки конструкции резко потеплеет и температура выдерживания бетона повысится до температуры, при которой лед теряет связующую способность, прочность бетона к этому времени достигнет 16—18 МПа (см. рис. 1). Если же повышение температуры произойдет в период выдерживания бетона с момента его укладки до загрузки, то интенсивность твердения возрастет и ко времени загрузки конструкции прочность бетона еще более увеличится.

Прочность льда в бетонах, содержащих противоморозные добавки, учли при бетонировании подготовок под полы, а также при замоноличивании стыков 9-этажных крупнопанельных зданий в Новом Уренгое, Норильске, Якутске и других городах. В районах с расчетной зимней температурой $-30\ldots -40^{\circ}\text{C}$ применение других методов выдерживания малых объемов бетона весьма затруднительно, зачастую неприемлемо. С целью изучения вероятности резких повышений температуры и связанных с этим потерь несущей способности льда в суммарной прочности замороженного бетона стыка в ЦНИИОМТП обработали фактические температурные данные Норильска. Но-

вого Уренгоя, Братска, Якутска в зимний период 1981—1983 гг. Аналитическими расчетами суммарной прочности бетона и льда по кривым набора прочности бетона с противоморозными добавками при $-5\ldots -40^{\circ}\text{C}$ установлено, что прочность в течение всего зимнего периода значительно превышает требуемую по проекту.

На рис. 2 приведены результаты расчета суммарной прочности бетона для Нового Уренгоя с ноября 1981 г. по апрель 1982 г. Прочность, необходимая при монтаже третьего (3,5 МПа), пятого (5,1 МПа) и девятого (7,5 МПа) этажей, с достаточным запасом обеспечивается суммарной прочностью бетона и льда.

С ноября 1980 г. по май 1983 г. в Новом Уренгое смонтировано 14 зданий серии 1ЛГ-600А. При низких температурах наружного воздуха замоноличивали раствором, содержащим 10% поташа или нитрита натрия. Монтаж зданий осуществляли непрерывно с учетом несущей способности замороженного бетона (раствора) стыка. Экономический эффект от внедрения указанной технологии по сравнению с электропрогревом бетона превысил 20 тыс. р. на один 4-секционный дом.

Выводы

Для некоторых монолитных бетонных конструкций (дороги, подготовки под полы, стыки крупнопанельных зданий и т. п.) рекомендуется учитывать прочность льда в бетонах, содержащих противоморозные добавки, с целью частичного загрузки конструкций до достижения бетоном проектной прочности.

Температурные деформации полимерсиликатного раствора

Известно, что нагревание и высушивание растворов, применяемых, например, для выравнивающих стяжек полов, кровельных покрытий, футеровок емкостей и т. д., сопровождаются деформациями усадки, искажающими температурную деформацию. Поэтому тепловое расширение обычно изучают на высушенных до постоянной массы образцах. Поскольку при работе в конструкциях влажность полимерсиликатного раствора ближе к гигроскопической, изучали температурные деформации в этом состоянии (2% по массе).

Соотношение компонентов «кварцевый песок — андезитовая мука — жидкое стекло — кремнефтористый натрий» принято следующим: 170:170:100:18 (табл. 1). Образцы IV и V содержат 3 мас. ч. фурилового спирта, VII и VIII — 5 мас. ч.; образец VI — 3 мас. ч. фурилового спирта и 0,0045 мас. ч. солянокислого анилина. Перед испытанием раствор выдерживали в воздушно-сухих условиях ($t = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\varphi \leq 50\%$).

Таблица 1

№ образцов	γ , г/см ³	Влажность раствора, % по массе, после циклов нагрева		
		1	2 (4)	3 (5)
I	1,90	1,52/1,05*	1,15/0,82	—/—
II	1,90	2,30/1,50	1,70/0,58 (0,80/0,58)	0,83/0,68 (0,78/0,42)
III	1,90	1,30/0,50	0,81/0,64	—/—
IV	1,90	0,97/0,41	0,77/0,66	0,79/0,39
V	1,90	1,26/0,37	0,89/0,25	—/—
VI	1,92	1,48/—	0,50/—	0,80/0,33
VII	1,92	1,80/0,76	1,26/0,81	1,14/0,24
VIII	1,92	1,68/0,88	1,29/1,17	1,17/1,12

* Перед чертой начало, после черты — конец цикла нагрева.

Температурные деформации исследовали (2—3 образца каждого состава) на высокотемпературном кварцевом dilatометре ДКС-900 по методике Главмоспромстройматериалов. Начальную длину призматических образцов размером $20 \times 10 \times 10$ мм измеряли с точностью до 0,01 мм. В начале и конце каждого цикла нагрева призмы взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,001 г. После окончания эксперимента образцы высушивали при $105\text{—}110^{\circ}\text{C}$ до удаления гигроскопической влаги, что позволяло установить изменение их влажности (см. табл. 1).

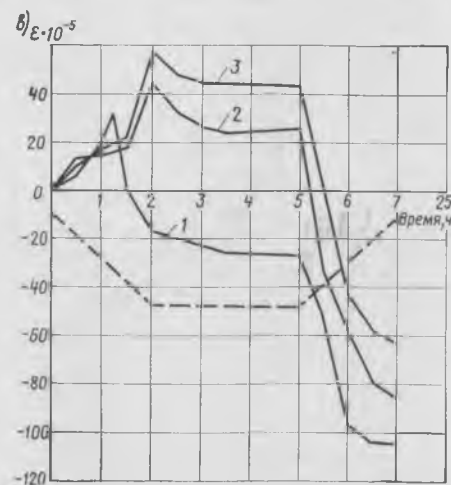
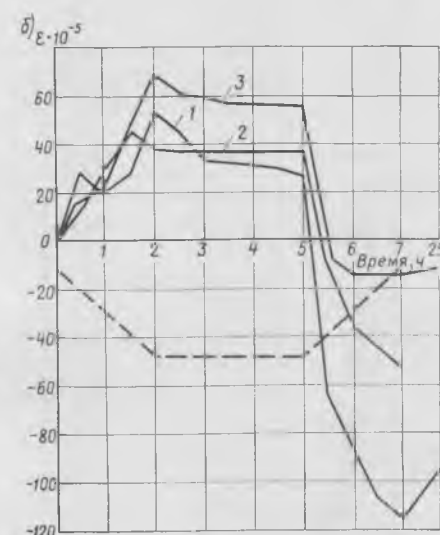
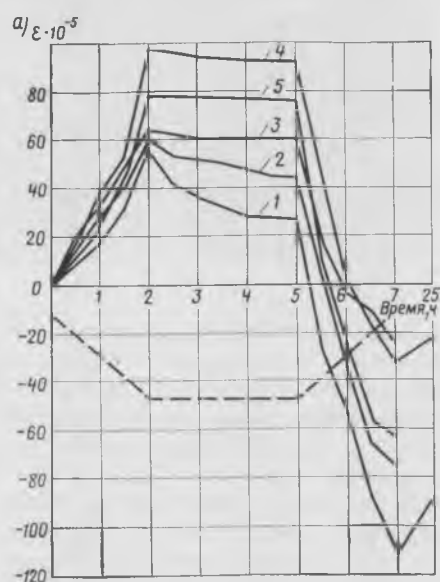
Длину образцов измеряли при циклическом нагреве по режиму: подъем температуры от 20 ± 2 до 100°C в течение 2 ч; выдержка при 100°C — 3 ч; охлаждение до комнатной температуры в измерительной камере — 1,5–2 ч. Температуру в камере поднимали со скоростью 5–7 $^\circ\text{C}$ в 1 мин. Приращение (укорочение) длины образцов и температуры в измерительной камере фиксировали через каждые 5–10 мин. По результатам замеров рассчитывали относительное продольное удлинение ($\epsilon \cdot 10^{-5}$) (см. рисунок).

Как следует из рисунка и табл. 1, относительные температурные деформации изменялись во времени в зависимости от температуры и влажности образцов. В течение первых 2 ч нагрева относительное удлинение возрастало от нуля до величины, зависящей от начальной влажности раствора. Максимальное значение влажности раствора соответствовало минимальному относительному удлинению образцов. По мере снижения начального содержания влаги в растворе (образцы II, IV, VIII) максимальное относительное удлинение образцов увеличивалось (см. рисунок). Это объясняется тем, что с сокращением содержания гигроскопической влаги в растворе снижались линейные деформации усадки и соответственно сказывалось их влияние на температурное расширение материала. Чем больше из материала испаряется гигроскопической влаги, тем большую он дает усадку и тем меньше величина относительного удлинения, равная сумме линейных деформаций усадки и температурного расширения. При близких значениях влажности образцов, например, в начале третьего цикла нагрева относительное удлинение оказалось примерно одинаковым независимо от наличия полимерной добавки и ее концентрации.

В течение 3-часового прогрева при постоянной температуре (100°C) относительное удлинение призм несколько уменьшилось вследствие испарения влаги из раствора. Разность относительных удлинений образцов в начале и конце прогрева при 100°C составила величину усадки материала при этой температуре. Она понижалась с возрастанием числа циклов нагрева, по мере сокращения начального содержания влаги в растворе, постепенно приближаясь к нулю (см. рисунок).

При падении температуры до 20°C наблюдалось температурное сжатие образцов. Отличие конечной и начальной длины призм объясняется остаточными деформациями усадки при условии, что температурное расширение при нагреве

до 100°C равно температурному сжатию при охлаждении до 20°C . Относительная



Деформации кислотоупорного раствора на основе растворимого стекла при циклическом нагреве и охлаждении от 100 до 20°C . а — без добавки; б — с добавкой 3% фурфуролового спирта; в — то же, 5%; 1–5 — циклы нагрева; — — — — температурная кривая

линейная деформация усадки всех образцов после первого цикла составила $(1-1,2) \cdot 10^{-3}$, после второго — $(0,6-0,8) \cdot 10^{-3}$, после третьего — $(0,2-0,5) \cdot 10^{-3}$. Усадка материала понижалась с уменьшением содержания гигроскопической влаги в растворе.

По данным dilatометрических измерений устанавливали среднее значение коэффициента линейного расширения раствора в температурном интервале (α_t) по формуле

$$\alpha_t = \frac{\Delta l}{l_0 (t_n - t_{n-1})},$$

где Δl — абсолютное удлинение образцов в температурном интервале, мм; l_0 — длина образца при комнатной температуре, мм; t_{n-1} , t_n — начальная и конечная температуры интервала, $^\circ\text{C}$.

Коэффициенты линейного температурного расширения полимерсиликатных растворов, исследованных на dilatометре, представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ образцов	№ циклов нагрева	$t_{n-1}, ^\circ\text{C}$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$\epsilon \cdot 10^{-5}$	$\alpha \cdot 10^{-6}, ^\circ\text{C}^{-1}$
I	1	25	100	77,38	10,32
	2	25	100	139,84	18,64
II	2	23	100	63,71	8,33
	3	23	100	96,24	12,50
III	1	24	100	57,09	7,56
	2	24	100	80,21	10,55
IV	1	26	100	52,96	7,20
	3	26	100	63,90	9,44
V	2	21	100	86,03	10,89
	2	25	100	81,57	10,88
VI	3	27	100	102,44	14,03
VII	1	22	100	79,65	10,15
	2	22	100	43,39	5,56
VIII	3	26	100	58,93	7,96

Коэффициент линейного температурного расширения обычного кислотоупорного раствора при средней температуре интервала около 60°C имел значение $(7,5-18,6) \cdot 10^{-6}$, а полимерсиликатного раствора — $(5,6-14) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Выводы

Установлено, что температурный коэффициент линейного расширения полимерсиликатного раствора близок к аналогичному показателю стали, что создает благоприятные условия для надежной совместной работы раствора и стальной арматуры.

Испарение гигроскопической влаги при нагревании полимерсиликатного раствора сопровождается деформациями усадки, понижающими его линейное расширение. Величина усадочных деформаций снижается по мере уменьшения содержания гигроскопической влаги.

Усадочные деформации, вызываемые испарением гигроскопической влаги при нагревании жидкостекольных композиций, могут вызывать образование трещин в конструкциях и сооружениях, работающих при повышенных температурах.

И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЕВ, д-р техн. наук (ВНИПИТеплопроект);
Е. Н. МАЛИНСКИЙ, канд. техн. наук, М. М. АБДУЛЛАЕВ, инж. (НИИЖБ)

Тепловыделение цемента при твердении бетона в гелиоформах

Применяемые в современной заводской технологии производства сборного железобетона методы ускорения твердения и режимы теплового воздействия не позволяют использовать теплоту гидратации цемента.

Одной из главных является задача создания новых методов ускорения твердения бетона, позволяющих значительно повысить степень использования экзотермии цемента. При этом необходимо иметь в виду, что наибольший эффект дают мягкие режимы прогрева, так как дозированное внешнее тепловое воздействие создаст условия для интенсификации гидратации цемента при возрастающем участии внутреннего источника тепла в процессе прогрева.

Основной показатель эффективности мягких режимов — степень участия теплоты гидратации цемента в общем расходе энергии на прогрев $\eta = Q_3/P_{тр}$, где Q_3 — теплота гидратации, $P_{тр}$ — общая потребность энергии для прогрева бетона. Как следует из рис. 1, в определенных условиях степень участия экзотермии цемента в прогреве бетона может достигать величины 0,6—0,7, что позволяет соответственно снизить мощность внешнего источника энергии.

Реализуя новые предложения по созданию современной технологии ускоренного твердения железобетонных изделий в полигонных условиях с использованием солнечной энергии, НИИЖБ и ВНИПИТеплопроект разработали и апробировали ряд способов. Одним из них является способ твердения бетона в гелиоформах с применением солнцезащитных и теплоаккумулирующих покрытий (СВИТАП)¹, позволяющий через сутки после изготовления получать бетон прочностью, равной 45—70%

$R_{28}^{н.т.}$ в зависимости от марки.

Измерения температурного поля твердеющего бетона изделий толщиной до 300 мм показали, что их прогрев радиационным потоком в гелиоформах с при-

менением СВИТАП осуществляется по весьма мягким режимам со скоростью подъема температуры 5—7°C/ч. Это говорит о том, что роль тепловыделения цемента значительно возрастает при применении гелиоформ.

Для выявления степени участия тепловыделения цемента в прогреве бетона за счет использования солнечной энергии были проведены специальные эксперименты в ЦСЛ Минсельстроя УзССР в естественных условиях сухого жаркого климата в Нариманове (Ташкентская область). Применяли следующие мате-

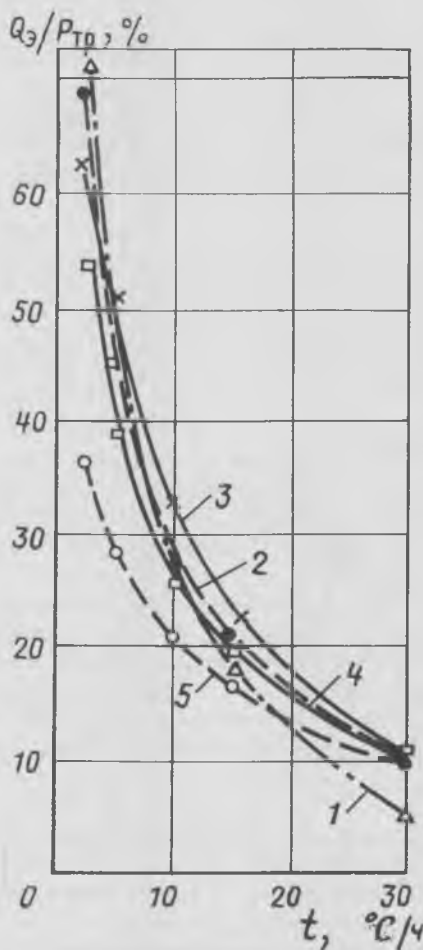


Рис. 1. Степень участия теплоты гидратации цемента при предварительном выдерживании
1 — 0 ч; 2 — 2 ч; 3 — 6 ч; 4 — 10 ч; 5 — 18 ч

риалы: портландцемент марки 400 Ахангаранского завода ($R_c = 424 \text{ кгс/см}^2$), гранитный щебень фракции 5—20 мм и кварцевый песок с $M_{кр} = 3,4$ Эйвалекского карьера.

Формовали образцы трех серий различной массивности размерами $0,15 \times 0,15 \times 0,15$, $0,3 \times 0,3 \times 0,15$ и $0,5 \times 0,5 \times 0,15$ м. Модуль открытой поверхности всех образцов был равен $\sim 6,7 \text{ м}^{-1}$. Один образец каждой серии был изготовлен из бетона состава 1:1,55:2,62 с $B/C = 0,45$ (О. К. = 1—3 см), другой представлял собой модельное тело² и был изготовлен из аналогичных материалов, но цемент в нем был заменен тонкомолотым кварцевым песком, имеющим примерно одинаковую с портландцементом тонкость помола. Деревянные (для снижения теплопроводности) формы устанавливали на лабораторном стенде, для сокращения теплотерь в окружающую среду все их грани изолировали насыщенным керамзитом фракции 5—10 мм (рис. 2). Образцы прогревали с помощью солнечной радиации только через верхнюю грань, на которую устанавливали СВИТАП. В середине каждого образца по высоте размещали ХК термпары, показания которых записывали с помощью автоматических потенциометров КСП-4.

Кинетика прогрева и остывания бетона и модельного тела при суточном цикле выдерживания приведена на рис. 3.

Вначале рассмотрим влияние масштабного фактора на тепловые режимы образцов. Температурные кривые свидетельствуют о повышении эффективности прогрева с увеличением размеров образцов в плане ($b \times l$) и приближением их формы к форме пластины ($b = l = (5-6)h$, где b, l, h — соответственно ширина, длина и высота). Благодаря тепловой изоляции торцовых граней их охлаждающее влияние оказалось незначительным уже при $b = l = (2,7-3)h$. Это подтверждается тем, что стандартные образцы серии 1 имели максимальную температуру в центре 43—44°C, а образцы серии 3 оказались прогретыми до 62°C и сохранили высокий уровень температуры (42°C) в конце цикла охлаждения (рис. 3, б).

Аналогичная зависимость была выявлена при установлении по экспериментальным данным величины градусо-часов S , которая использовалась нами только в качестве сравнительной характеристики суммарного теплосодержания образцов. На рис. 4 приведена зависимость S от объема бетонных образцов,

² А. с. № 260224. Эталонное калориметрическое тело для теплотехнических исследований твердеющего бетона. И. Б. Заседателев, Г. В. Мишин и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. 1970, № 3.



Рис. 2. Фрагмент лабораторного стенда

свидетельствующая о том, что в стандартном образце количество градусочасов составляет только 72% по сравнению с образцом серии 3. Прогрев последнего мало отличается от прогрева реальных изделий плитного типа, S которых в аналогичных экспериментах составила 1260 градусочасов.

Анализ позволяет сделать важный для практики вывод о том, что при использовании солнечной радиации для ускорения твердения бетона в изделиях контроль его суточной прочности по испытанию стандартных образцов является недопустимым (можно использовать лишь образцы размером в плане $0,4 \times 0,4$ м и больше). По-видимому, следует широко использовать на гелиополигонах неразрушающие методы контроля прочности.

Роль тепловыделения при прогреве изделий может быть выявлена при сопоставлении температурных режимов в образцах твердеющего бетона и модельного тела. Вследствие экзотермии це-

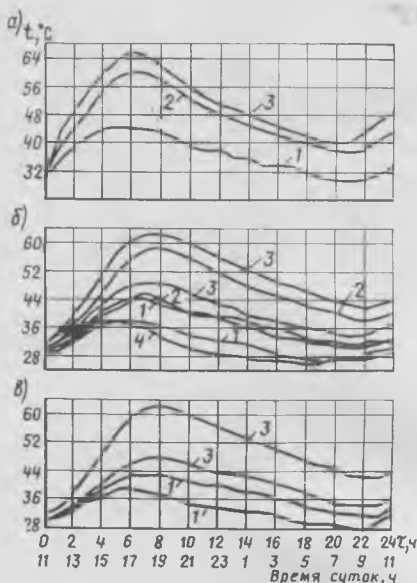


Рис. 3. Прогрев различных образцов бетона и модельного тела под СВИАП
а — в 5 мм от верхней поверхности образцов; б — в 75 мм; в — в 145 мм; 1 — образцы размером $0,15 \times 0,15 \times 0,15$ м (серия 1); 2 — размером $0,3 \times 0,3 \times 0,15$ м (серия 2); 3 — размером $0,5 \times 0,5 \times 0,15$ м (серия 3); 4 — окружающая среда

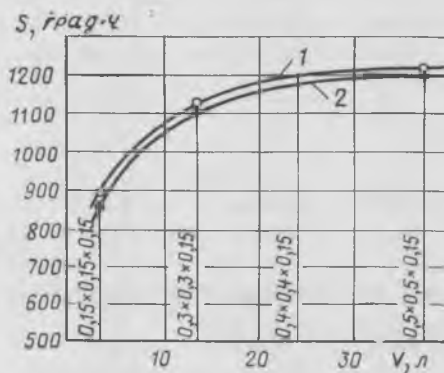


Рис. 4. Зависимость прогрева бетонных образцов от их массивности

1 — в 5 мм от верхней поверхности бетона;
2 — в середине образцов

мента середина бетонного образца за 7 ч прогрелась до 62°C , в то время как аналогичная зона в модельном теле достигла только 48°C . Примерно такая же разница температуры бетона и модельного тела наблюдалась в нижних зонах образцов. Превышение теплосодержания бетонного образца по сравнению с модельным телом целиком относится к действию внутреннего источника тепла в бетоне — экзотермии цемента. На стадии разогрева образцов разность их теплосодержания (ΔJ , ккал) при достижении максимальной температуры составляет:

$$\Delta J = c \gamma V \times \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_m - t_n)}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n (t'_m - t'_n)}{n} \right], \quad (1)$$

где c — удельная теплоемкость бетонной смеси и модельного тела, ккал/(кг $\times$ °C); γ — объемная масса бетонной смеси и модельного тела, кг/м³; V — объем образцов, м³; t_n , t'_n — начальная температура бетонной смеси и модельного тела, °C; t_m , t'_m — максимальная температура нагрева бетонного образца и модельного тела, °C.

В эксперименте превышение теплосодержания бетонного образца над модельным телом составило $\Delta J = 304$ ккал,

Если допустить, что теплотери бетонного образца и модельного тела на стадии подъема температуры одинаковы, можно принять

$$\Delta J = Q_p^p,$$

где Q_p^p — количество теплоты, выделенное в бетоне при гидратации цемента к моменту достижения максимальной температуры, ккал.

Оценим степень участия теплоты гидратации цемента (η) в общем расходе тепла на прогрев бетона под СВИАП:

$$\eta = \frac{Q_p^p \cdot 100}{c \gamma V \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_m - t_n)}{n} \right]}. \quad (2)$$

Для образцов серии 3 $\eta = 44,7\%$.

Таким образом, ускорение твердения бетона под СВИАП на наиболее энергоемкой стадии теплового воздействия — стадии подъема температуры — достигается за счет совместного действия солнечной радиации и внутреннего источника тепла.

Представляет интерес определение степени завершенности процесса гидратации цемента L к моменту достижения максимальной температуры бетона при совместном действии радиационного теплового потока и внутреннего источника:

$$L = \frac{q_x^x}{q_{28}^{28}}, \quad (3)$$

где q_x^x — удельное тепловыделение бетона в возрасте x , ч; q_{28}^{28} — то же, в возрасте 28 сут.

Величина удельного тепловыделения исследуемого цемента равна: $q_9^{28} = 82$ ккал/кг, а на стадии разогрева и в суточном возрасте она, найденная по экспериментальным графикам, составила соответственно $q_9^p = 19$ ккал/кг и $q_9^c = 48$ ккал/кг. Следовательно, степень завершенности процесса в конце периода разогрева бетона составила $L_p = 0,232$, а в суточном возрасте — $L_c = 0,585$.

Таким образом, при отсутствии солнечной радиации (ночной период) действие внутреннего источника тепла активно продолжалось и бетонное изделие находилось в условиях термосного выдерживания. Это способствовало замедлению скорости остывания бетонного образца и сохранению в конце периода достаточно высокой температуры в нем (42°C) при отсутствии специальной тепловой изоляции на неопалубленной поверхности.

Величина тепловыделения цемента на стадии термосного выдерживания бетона для исследуемого образца составила

$$Q_3^B = (L_c - L_p) q_3^{28} g_{ц}, \quad (4)$$

где $g_{ц}$ — масса цемента в образце, кг.
 $Q_3^B = 463$ ккал.

Общая величина внутреннего тепловыделения бетона при суточном выдерживании образцов составит $Q_3^B + Q_3^H = 767$ ккал. Сравнивая эту величину с количеством тепла, полученным от солнечной радиации через СВИТАП ($Q_{рад} = 389$ ккал), можно определить метод тепловой обработки бетона в гелиоформах как радиационно-термосный.

Выводы

При ускоренном твердении бетона за

счет использования солнечной энергии, и, в частности, при твердении изделий в гелиоформах с применением СВИТАП, до 50% тепла, идущего на прогрев бетона, поставляет внутренний источник энергии — экзотермия цемента.

Применение гелиоформ является поэтому реализацией нового метода ускоренного твердения бетонных изделий, при котором внешнее тепловое воздействие обеспечивает высокую степень использования теплоты гидратации цемента на наиболее энергоемкой стадии процесса — прогрева бетона.

Использование в качестве внешнего источника солнечной радиации позволяет полностью отказаться от пропаривания

изделий в жаркий и теплый периоды года в районах с жарким климатом, а в остальное время значительно сократить расход энергии на их тепловую обработку. При этом не только достигается большая экономия топливно-энергетических ресурсов, но существенно повышается качество бетона вследствие более равномерного разогрева изделий.

В связи с действием масштабного фактора температурные режимы изделий, твердеющих в гелиоформах, не могут моделироваться в стандартных контрольных образцах бетона, вследствие чего контроль прочности бетона изделий на гелиополигонах должен осуществляться с помощью неразрушающих методов.

УДК 691.327:666.973.2.666.64-492.3:666.9.046

В. В. ЦЫРО, канд. техн. наук; Н. Т. СКИБА, инж. (Стройиндустрия Минстроя СССР)

Тепловая обработка изделий из керамзитобетона в продуктах сгорания природного газа

Одним из способов экономии энергоресурсов при производстве сборного железобетона является термообработка изделий из него в среде продуктов сгорания природного газа. Изделия обрабатывают в тех же ямных камерах, что и при пропаривании. Теплоноситель получен путем сжигания природного газа в теплогенераторах ТОК-1 конструкции ВНПО Союзпромгаз. Установка для тепловой обработки изделий продуктами сгорания природного газа включает камеру тепловой обработки, теплогенераторы, системы рециркуляции, газоснабжения, вентиляции и автоматическую систему безопасности.

Техническая характеристика теплогенератора ТОК-1

Номинальная тепловая мощность, кВт	217
Давление природного газа перед горелкой, атм	0,6—1
Расход природного газа, м ³ /ч	10—15
Температура теплоносителя, °С: на входе в теплогенератор	120
на выходе из теплогенератора	160
Скорость теплоносителя на выходе из вентилятора, м/с	25
Габаритные размеры теплогенератора, мм	2865×850×1200
Масса, кг	675

Теплогенератор смонтирован на единой жесткой раме и размещается непосредственно у камеры тепловой обработки с расчетом засасывания теплоносителя из одного конца камеры и подачи его после перемешивания продуктов сгорания в другой. Температура теплоносителя регулируется подачей газа на горелку.

Как и при пропаривании, при новом

способе тепловой обработки изделия устанавливают в камеру в виде пакетов с зазорами, обеспечивающими равномерное обтекание их рециркулируемым теплоносителем. Режим тепловой обработки подбирается из расчета достижения бетоном отпускной прочности. Температура бетона при этом не должна превышать 80—85°C, а теплоносителя — соответственно 90—110°C.

Впервые в Минстрое СССР новый способ термообработки запроектирован СКТБ Стройиндустрия и совместно с Воронежским ТУС и ВНПО Союзпромгаз внедрен в 1982 г. на заводе керамзитобетонных изделий треста № 6 «Стройдеталь» (ст. Латная Воронежской области) при производстве панелей наружных стен для промышленного и гражданского строительства. Мощность завода 26 тыс. м³ изделий в год. В производстве используют керамзитовый гравий объемной насыпной массой 500—550 кг/м³ и старо-оскольский портландцемент марки 400.

Прочность бетона при сжатии после прогрева новым способом несколько выше прочности пропаренных образцов. Прочность бетона на растяжение та же. При новом способе тепловой обработки значительно улучшается однородность прочности бетона. Расход природного газа на тепловую обработку 1 м³ керамзитобетона составляет 9,3 м³.

Новый способ тепловой обработки исключает затраты топлива на получение пара. При этом рассчитанная

экономия природного газа на годовой объем изделий завода (26 тыс. м³) составила 1200 тыс. м³. Если при ранее существующей технологии на получение пара расходовалось 755 040 кг усл. топлива, то в результате внедрения термообработки в продуктах сгорания природного газа затрачивается 403 200 кг усл. топлива, т. е. в 1,8 раза меньше. Экономический эффект составил 37 тыс. р. в год.

По результатам промышленной эксплуатации и приемочных испытаний установлено, что цикл термообработки сокращается на 2—3 ч; влажность керамзитобетонных изделий уменьшается до 7%; повышается качество открытой поверхности изделий (отсутствуют шелушение, следы капель и др.); улучшаются условия труда рабочих в цехе из-за отсутствия повышенной влажности; ликвидируется работа котельной на выработку пара для тепловлажностной обработки изделий; исключается необходимость в строительстве дорогостоящих теплотрасс и паропроводов; повышается общая культура производства.

Перечисленные преимущества внедренной технологии и эффективность эксплуатации создают предпосылки для широкого распространения данного опыта на предприятиях стройиндустрии, для изготовления как керамзитобетонных, так и железобетонных конструкций.

СКТБ Стройиндустрия оказывает техническую помощь предприятиям Минстроя СССР в переводе существующих технологий на новый способ с использованием природного газа. Уже закончена разработка проектов для заводов в Новгороде, Йошкар-Оле, Риге и других городах.

За справками обращаться по адресу: 170034, г. Калинин, ул. Ерофеева, 5, СКТБ Стройиндустрия.

Л. С. ИЦКОВИЧ, инж., М. Т. СОЛДАТКИНА, д-р техн. наук, проф.
(Белорусский политехнический ин-т)

Влагоотдача бетона после термообработки

Распалубка железобетонных изделий после термообработки сопровождается значительным выделением влаги. При этом меняется влагосодержание бетона, что сказывается на его качестве; с другой стороны, испаряющаяся влага должна быть удалена из помещения формовочного цеха для обеспечения требуемых санитарно-гигиенических условий в рабочей зоне.

Если особенности влагообмена твердеющего бетона с окружающей средой в процессе тепловлажностной обработки исследованы достаточно широко [1, 2], то нестационарный тепло- и массообмен остывающего после распалубки бетона с окружающей средой изучен недостаточно, и его установление представляет большие трудности [3].

Влагоотдача остывающего влажного бетонного изделия — функция многих внутренних и внешних факторов: температуры бетона в момент распалубки, его начальной влажности, характеристик внутреннего тепло- и массопереноса (определяемых структурой сформировавшегося капиллярно-пористого тела), толщины изделия, параметров окружающей среды (температуры, влажности, скорости движения).

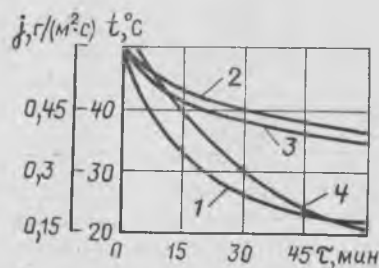
Определение влагоотдачи бетона в производственных условиях весьма затруднительно. Не удастся решить эту задачу и аналитически, поскольку система дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса для капиллярно-пористого тела [4] включает много переменных коэффициентов и критериев, в результате чего получение достоверных количественных характеристик тепло- и влагообмена в настоящее время проблематично.

Поэтому представляется целесообразной методика косвенного установления влаговыделений остывающего бетона, основанная на измерении температуры поверхности изделия. Если изделие остывает без испарения влаги с поверхности, то температура поверхности в любой момент времени рассчитывается достаточно просто [5]. Если же остывание изделия сопровождается испарением влаги с открытой поверхности, то

температура оказывается несколько ниже, причем разница между фактически измеренной температурой поверхности t_n и расчетной (без влагоотдачи) t_n^* тем больше, чем интенсивнее поток влаги в окружающую среду j . Следовательно по величине $\Delta t_n = t_n^* - t_n$ можно судить о значении j .

Основанием правомерности предлагаемой методики явился проведенный на ЭВМ ЕС-1022 численный эксперимент. При этом решалась одномерная (для неограниченной пластины) задача нестационарного тепло- и массообмена влажного капиллярно-пористого тела с окружающей средой при граничных условиях третьего рода, когда поток испаряющейся с поверхности влаги является функцией потенциала массопереноса, при равномерном начальном распределении температур и потенциалов массопереноса по толщине [4]. По решениям системы дифференциальных уравнений переноса рассчитывали значения t_n , t_n^* , j , $\Delta t_n/j$ при различных исходных данных. Варьировали значения критериев и коэффициентов внутреннего и внешнего тепло- и массопереноса, структурных характеристик бетона, толщины изделия для разных интервалов времени τ .

Анализ результатов численного эксперимента свидетельствует о том, что из всего множества переменных факторов на характер зависимости $\Delta t_n/j = f(\tau)$ заметно влияют только толщина изделия



Изменение температуры и интенсивности влагоотдачи распалубленной бетонной поверхности после термообработки: 1 — температура поверхности образца, остывающего с испарением влаги; 2 — то же, без испарения влаги; 3 — расчетная температура поверхности образца, остывающего без испарения влаги; 4 — интенсивность испарения влаги

и коэффициент влагопроводности материала. Остальными факторами (в том числе коэффициентами тепло- и влагоотдачи) можно пренебречь, поскольку при изменении их значений, например, в 2 раза величина $\Delta t_n/j$ изменяется не более чем на 10%.

Таким образом, подтверждено, что для данного бетона при фиксированной толщине изделия относительное переохлаждение его поверхности Δt_n может служить мерой интенсивности потока испаряющейся влаги.

Зависимость $\Delta t_n/j = f(\tau)$ всесторонне изучена в лаборатории строительной теплофизики Белорусского политехнического института. Бетонные образцы в герметизированных и теплоизолированных по контуру (для моделирования условий неограниченной пластины) формах подвергали термообработке по заданному режиму, после чего распалубливали одну из граней. Образцы остывали при непрерывном контроле массы и температуры поверхности. Одновременно исследовали контрольные образцы, остывающие без испарения влаги с распалубленной поверхности, закрытой тонкой стальной пластинкой.

В результате установлено, что температура поверхности образцов, остывающих без испарения, всегда несколько выше (на 1—1,5°C) расчетной [5], что объясняется наличием внутреннего источника тепла — экзотермии цемента (см. рисунок). Температура поверхности образцов, остывающих с испарением влаги, значительно ниже температуры поверхности контрольных образцов. Относительное переохлаждение поверхности Δt_n быстро возрастает сразу после распалубки, достигая 10—15°C, а затем стабилизируется. При этом интенсивность влагоотдачи j снижается.

Применительно к технологии производства объемных блок-комнат из аглопоритобетона, принятой на Минском ДСК-3, выполнен математически спланированный эксперимент. Исследовали влияние независимых переменных: начальной температуры бетона при распалубке ($t_0 = 50 \pm 10^\circ\text{C}$), начальной влажности ($W_0 = 11,5 \pm 1,5\%$), температура воздуха ($t_b = 20 \pm 10^\circ\text{C}$), толщины изделия ($\delta = 55 \pm 10$ мм) и времени с момента распалубки (τ). Получены адекватные линейные модели процесса остывания поверхностей блок-комнат после термообработки и распалубки для интервала времени:

$$\begin{aligned} \Delta \tau \text{ до } 30 \text{ мин} & - \Delta t_n/j = 9,3 + 1,34 \tau \\ 30 < \Delta \tau < 50 \text{ мин} & - \Delta t_n/j = \\ & = 51,6 - 0,616 \delta + 1,07 \tau; \\ 50 < \Delta \tau < 70 \text{ мин} & - \Delta t_n/j = \\ & = 82,4 - 1,01 \delta + 0,88 \tau. \end{aligned}$$

Как следует из полученных моделей, в начальный период остывания фактор толщины изделия δ статистически незначим, но с течением времени его значение возрастает, что, очевидно, связано с внутренним тепло- и влагопереносом. Факторы t_0 , W_0 и t_n оказались статистически незначимыми (при уровне значимости 5%) во время всего эксперимента.

Характер этих зависимостей (знаки коэффициентов и степень влияния аргументов) хорошо согласуется с результатами численного эксперимента на ЭВМ.

При фиксированной толщине изделия

δ методом наименьших квадратов полученные зависимости можно аппроксимировать в виде

$$j = A \tau^n \Delta t_n.$$

Например, для $\delta = 65$ мм

$$j = 0,17 \tau^{-0,603} \Delta t_n.$$

Таким образом, измерив в заводских условиях температуру поверхности распалубленного изделия и сравнив ее с расчетной (в предположении остывания без испарения), можно просто и для практических целей достаточно точно определить влагоотдачу бетона на стадии остывания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малинина Л. А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1977.
2. Гамаюнов Н. И., Афанасьев А. Е., Козинников Н. Д. Исследование процессов тепло- и массопереноса в бетоне при различных способах подвода тепла и относительной влажности среды. — В кн.: Массоперенос при получении высокопрочных строительных материалов. Минск, ИТМО АН БССР, 1978.
3. Заседателев И. Б., Богачев Е. И. Массообмен с внешней средой при твердении бетона в воздушно-сухих условиях. — Бетон и железобетон, 1971, № 8.
4. Лыков А. В., Михайлов Ю. А. Теория тепло- и массопереноса. М., Госэнергоиздат, 1963.
5. Пехович А. И., Жидких В. М. Расчеты теплового режима твердых тел. Л., Энергия, 1976.

УДК 666.973.32:666.9.055

С. В. МАКСИМОВ, инж., Л. А. ПОЛОНСКИЙ, В. В. СУДАКОВ, кандидаты техн. наук (ЛенЗНИИЭП)

Безвибрационное формование керамзитобетонных конструкций

В ЛенЗНИИЭП разработана технология безвибрационного формования керамзитобетонных конструкций различного назначения.

В качестве крупного заполнителя применяли керамзитовый гравий промышленных партий Обуховского завода строительных конструкций Ленинграда. Основные свойства керамзита приведены в табл. 1.

Портландцемент применяли Пикалевского завода (марки 400) и завода им. В. В. Воровского (марки 500). Мелким заполнителем служил кварцевый песок с модулем крупности 2,62. Составы керамзитобетона представлены в табл. 2.

Согласно разработанной технологии, керамзитобетонная смесь приготавливается на посту формования. В процессе перемешивания в смесителе специальной конструкции, имеющем наружную терморубашку, смесь разогревается до 75—80°C, а затем формируется за счет разности давлений над и под ней.

Схема работы установки по формованию конструкций в вертикальном положении с помощью перепада давлений представлена на рис. 1. Под смесителем находится герметически связанная с ним камера, в которую устанавливается форма-кассета. Камера в период формования герметизируется, и в ней с помощью вакуумной системы создается разрежение порядка 0,01—0,02 МПа. Над бетонной смесью в момент формо-

Таблица 1

Свойства	Фракционность, мм		
	5—10	10—20	20—40
Насыпная объемная масса, кг/м³	680	515	390
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	6,1	2,8	1,0
Объем межзерновых пустот, %	38	46	53
Водопоглощение за 1 ч, % по массе	11	12,5	14,8

Таблица 2

Состав	Керамзит фракции, мм	Расход составляющих на 1 м³			
		цемент, кг	керамзита, м³	песка, кг	воды, л
1	5—10	300*	0,6	693	243
2	5—10	300*	0,8	403	230
3	10—20	200**	1,0	345	222
4	10—20	300**	1,0	295	210

* Цемент марки 500.

** Цемент марки 400.

ования поддерживается атмосферное давление. В нижней части смесителя по всей его длине располагается герметичный затвор. При быстром его открывании бетонная смесь поступает из зоны более высокого давления в зону более низкого давления и заполняет полость формы.

В процессе движения в вакуумном пространстве из бетонной смеси частич-

но удаляется воздух, а также испаряется часть воды затворения. Снижение воздухоудерживающей способности смеси приводит к повышению качества поверхности изделия, на которой отсутствуют поры и каверны. Уменьшение воздухоудерживающей способности бетонной смеси способствует повышению плотности и прочности керамзитобетона.

Данный способ формования следует использовать при производстве несущих конструкций из керамзитобетона, к которым не предъявляются высокие теплотехнические требования. По этой технологии целесообразно изготавливать внутренние стеновые панели, перегородки, плиты перекрытий, лестничные марши и т. д.

Прочность керамзитобетона при описанном выше способе формования по сравнению с обычным вибрационным повышается на 5—15%. Причем, как установлено, с увеличением марки керамзитобетона эффективность этого способа формования возрастает. Это объясняется тем, что снижение воздухоудерживающей способности, следовательно, уменьшение количества воздушных пор оказывают положительное влияние на керамзитобетон более высоких марок.

Формование конструктивно-теплоизоляционных керамзитобетонных изделий предлагается осуществлять с помощью избыточного давления. Схема работы установки для изготовления данного вида конструкций представлена на рис. 2. После приготовления керамзитобетонной смеси в смесителе с помощью компрессора создается избыточное давление порядка 0,17—0,19 МПа. Форма перед формованием устанавливается под смеситель и находится при атмосферном давлении. При быстром открывании затвора смесителя бетонная смесь под действием перепада давлений 0,07—0,09 МПа заполняет форму.

Вышеуказанными способами формовали керамзитобетонные панели внутренних стен серии КП-13 в натуральную величину (1500×900×100 мм). Разность давлений составляла во время эксперимента 0,08 МПа.

Прочность керамзитобетона в панелях определяли ультразвуковым импульсным методом.

Средняя прочность и объемная масса бетона в панелях, изготовленных из составов 1 и 2 (см. табл. 2), при формовании с применением вакуумирования составляли соответственно 15,9 и 20,7 МПа, 1500 и 1440 кг/м³. При формовании панелей из смесей тех же составов с помощью избыточного давления средняя прочность и объемная масса были равны соответственно 13,9 и 18,8 МПа, 1460 и 1400 кг/м³. Повышение прочности и объемной массы при формовании с вакуумированием объясняется снижением воздухосодержания бетонных смесей. Увеличение прочности бетона от верхних слоев к нижним для панелей составляло 7—15%, в то время как при вибрационном способе формования изделий неоднородность прочности по высоте достигает 40% и более [1].

Одним из вариантов безвибрационного формования керамзитобетонных конструкций является способ раздельного заполнения формы крупным пористым заполнителем и цементно-песчаным раствором. При раздельном бетонировании форму помещают в герметичную камеру, заполняют на всю высоту крупным пористым заполнителем, создают в камере разрежение, после

Таблица 3

Давление в форме, МПа	Перепад давлений, МПа	Прочность бетона на сжатие, МПа	
		состав 3	состав 4
0,04	0,06	5,8	10,4
0,03	0,07	8,5	13,1
0,01	0,09	9,1	13,4
0,007	0,093	9,1	13,4

чего подают в форму цементно-песчаный раствор. Изделия можно изготавливать на ранее описанной установке (см. рис. 1). При резком открывании затвора, соединяющего смеситель с камерой, цементно-песчаный раствор интенсивно и равномерно распределяется между зернами крупного заполнителя. Предварительное вакуумирование пористого заполнителя, находящегося в форме, в сочетании с укладкой раствора под давлением способствует втягиванию воды и частичек цемента в поры заполнителя. Для интенсификации процесса водопоглощения в камере сразу после формования целесообразно увеличивать с помощью компрессора давление до 0,3—0,4 МПа.

С целью определения технологических параметров процесса формования были проведены экспериментальные исследования. Формовали образцы, высота и поперечное сечение которых составляли соответственно 60 и 15×15 см. В работе использовали составы 3 и 4. Изготовленные образцы распиливали на кубики со стороной 15 см, которые затем испытывали на сжатие. В табл. 3 приведены

технологические параметры формования и соответствующие им результаты средней прочности образцов.

Из полученных данных следует, что оптимальная величина разрежения формы находится в диапазоне 0,03—0,01 МПа. При данном способе формования прочность изделий повышается на 20—30%.

С целью определения оптимальной области применения данного способа формования были проведены следующие эксперименты. Форму для изготовления панелей на всю высоту заполняли керамзитовым заполнителем фракций 10—20 и 20—40 мм, помещали в камеру и создавали вакуумметрическое давление 0,02 МПа. Затем в форму подавали литой цементно-песчаный раствор. По зоне распространения раствора определяли максимальную высоту конструкций, бетонирование которых целесообразно производить данным способом. При использовании керамзита указанных фракций максимальная высота составляет 0,5 и 0,9 м. При изготовлении изделий значительной высоты необходимо производить послойное бетонирование. Наряду с улучшением физико-механических свойств и сокращением длительности процессов твердения керамзитобетона при данном способе значительно снижается объем приготавливаемой смеси, что позволяет уменьшить габариты и мощность смесителя.

Разработанные способы безвибрационного формования керамзитобетонных конструкций различного назначения позволяют повысить качество поверхности изделий, однородность свойств бетона по их простиранию, физико-механические свойства. При этом возникают условия для создания высокопроизводительных автоматизированных каскадно-конвейерных линий, обеспечивающих возможность изготовления на одном посту множества марок изделий.

Расчеты показывают, что при внедрении описанной технологии снижаются расход цемента и металлоемкость оборудования. За счет сокращения продолжительности тепловой обработки до 6—7 ч уменьшаются и энергетические затраты. Исключение вибрации не только обеспечивает долговечность формовой оснастки и, следовательно, соблюдение геометрических размеров формируемых изделий, но и создает комфортные условия труда работающих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

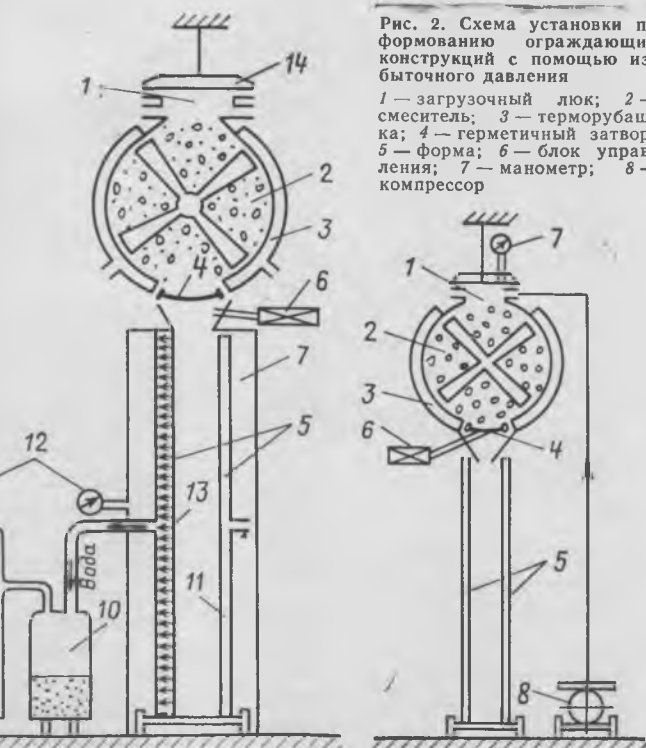
1. Полонский Л. А. Вакуумирование в технологии строительного производства на Севере. Л., Стройиздат, 1980.
2. Полонский Л. А., Максимов С. В. Повышение эффективности производства конструкций из керамзитобетона. — Строительные материалы и конструкции. Киев, 1982, № 1.
3. Максимов С. В. Импульсное формование легких бетонов. — В кн.: Современные способы формования бетонных и железобетонных изделий. Л., ЛДНТП, 1982.

Рис. 1. Схема полупромышленной установки по формованию изделий с помощью вакуумного эффекта

1 — загрузочный люк; 2 — смеситель; 3 — терморубашка; 4 — герметичный затвор; 5 — форма; 6 — блок управления; 7 — камера; 8 — ресивер; 9 — вакуум-насос; 10 — водосборник; 11 — терморезистивная стенка; 12 — вакуумметр; 13 — вакуумщик; 14 — герметичная крышка

Рис. 2. Схема установки по формованию ограждающих конструкций с помощью избыточного давления

1 — загрузочный люк; 2 — смеситель; 3 — терморубашка; 4 — герметичный затвор; 5 — форма; 6 — блок управления; 7 — манометр; 8 — компрессор



А. А. ШИШКИН, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии

Особенности замоноличивания стыков бетонами и растворами с противоморозными добавками

При бетонировании стыков сборных конструкций в зимнее время все большее распространение получают способы беспрогревной укладки в них бетонов и растворов с противоморозными добавками. Однако далеко не всегда правильно учитываются условия фактического твердения бетона таких стыков при различных условиях окружающей среды.

Существенным недостатком бетонов и растворов с противоморозными добавками является медленный процесс накопления ими на морозе необратимой прочности, которая определяет несущую способность сборных конструкций при переходе их из мерзлого состояния в оттаявшее, обычно в весенний период или зимой при наступлении затяжных оттепелей. Специфические особенности твердения бетонов и растворов с противоморозными добавками приводят к необходимости учета их прочности на каждой стадии работы. Таких стадий три: криогенная (морозная), оттаивания (переходная) и твердения после оттаивания при положительной температуре. На рисунке приведена схема изменения прочности растворяемых и бетонных смесей с противоморозными добавками во всех трех стадиях работы полносборных конструкций.

Из этих стадий наиболее сложной является криогенная, при которой в бетонах и растворах одновременно накапливаются две различные части прочности: первая образуется быстро при переходе свободной воды затворения смеси в лед, а вторая накапливается по мере твердения цементного вяжущего в бетоне и растворе при отрицательной температуре в присутствии противоморозной добавки. Первая часть этой прочности является обратимой — она исчезает при таянии, а вторая сохраняется и при положительной температуре окружающей среды, т. е. является необратимой. В практике зимнего монтажа сборных зданий, когда стыки будут работать с высокими напряжениями в криогенной стадии, чрезвычайно важно уметь определять раздельно величину обеих частей их прочности (т. е. обратимой и необратимой), на которую можно рассчитывать при определении несущей способности

оттаивающих конструкций, в противном случае возможны серьезные неудачи.

Примером неправильного определения несущей способности оттаивающих конструкций явилось обрушение крупнопанельного 15-этажного дома в 1979 г. Дом монтировали в течение 40 дней с января по февраль при средних морозах до -14°C с беспрогревным замоноличиванием стыков бетонами и растворами марки М200 с добавкой в них нитрита натрия. Средняя прочность материала стыков в замерзшем состоянии составляла 5 МПа и выше, т. е. приблизительно равнялась требуемой по расчету для монтируемого 15-этажного здания. После наступления оттепели в стенах здания начали появляться трещины, здание обрушилось. В тот период строителям не было известно о том, что несущая способность крупнопанельных

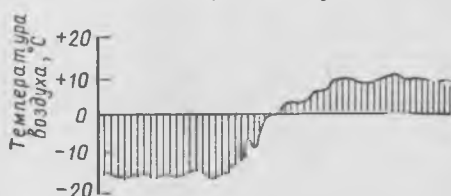
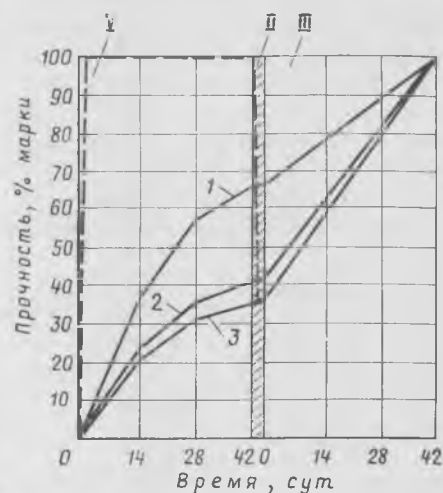


Схема изменения прочности растворяемых и бетонных смесей с противоморозными добавками в различных стадиях
I — криогенная стадия; II — стадия оттаивания; III — стадия твердения после оттаивания; 1 — необратимая прочность, накапливаемая при слабом морозе (до -3°C); 2 — необратимая прочность, накапливаемая при среднем морозе (до -15°C); 3 — необратимая прочность, накапливаемая при сильном морозе (до -30°C); — — — криогенная (обратимая) прочность

стен, смонтированных зимой на бетонах и растворах с противоморозными добавками, может сильно снижаться при их оттаивании, особенно если их монтировали на морозе сравнительно быстро и они не успели набрать достаточную необратимую прочность.

При проектировании строительства зданий повышенной этажности с замоноличиванием стыков бетонами и растворами с противоморозными добавками указываются требуемые по расчету величины их прогнозируемой прочности на различных стадиях готовности здания. Необходимо учитывать, что эта прогнозируемая прочность зависит от ряда изменчивых факторов — зимней температуры, активности противоморозной добавки и др., поэтому ее целесообразно уточнять, проводя контрольные лабораторные испытания фактической прочности образцов-кубов. В таблице приведены ориентировочные величины необратимой прочности бетонов и растворов с противоморозными добавками, накапливаемой ими при различной отрицательной температуре.

Характеристика температуры	Рекомендуемая добавка	Необратимая прочность, %, накапливаемая за период их выдерживания, сут		
		14	28	90
Слабые морозы (до -3°C)	Нитрит натрия или НКМ	50	65	85
Средние морозы (до -15°C)	То же	25	35	50
Сильные морозы (до -30°C)	Поташ	20	30	40

При контрольной проверке фактической прочности бетона или раствора стыков, которая должна выполняться в период окончания монтажа нижней части здания, образцы-кубы испытывают обычно в возрасте 14 сут (на крупнопанельных зданиях) или 28 сут (на кирпичных зданиях), выдерживания на морозе, но обязательно в период их оттаивания при комнатной температуре.

Выводы

Беспрогревное замоноличивание стыков сборных конструкций бетонами или растворами с противоморозными добавками позволяет значительно упростить монтаж зданий в зимних условиях, но требует обязательного выполнения ряда мероприятий, обеспечивающих твердение таких конструкций на различных стадиях их работы.

Во избежание перегрузки оттаивающих стыков крупнопанельных зданий повышенной этажности монтаж их верхней части (свыше пяти этажей) рекомендуется выполнять лишь после того, как необратимая прочность бетона или раствора достигнет не менее 5 МПа.

К. Е. ЕРМУХАНОВ, канд. техн. наук (Джамбулский гидромелиоративно-строительный ин-т)

Прочность высоких балок по наклонному сечению при действии изгибающих моментов и поперечных сил

Методы расчета прочности наклонных сечений, принятые в главе СНиП II-21-75, построены на основании экспериментальных исследований на балках достаточно ограниченной высоты (в основном с высотой $h_0 < 50$ см). Между тем проведенные за последнее время испытания высоких балок во ВНИИГ им. Веденеева и за рубежом (с h_0 до 100 см и более) показали, что методы СНиП существенно переоценивают несущую способность высоких балок, причем тем больше, чем больше высота элемента.

Для выявления отклонений расчета от опыта был проведен анализ существующих экспериментальных исследований на высоких балках [2—4].

В опытах [2] на балках без поперечной арматуры высота образцов изменялась от 15 до 120 см, а ширина сечения оставалась постоянной. При этом площадь сечения продольной арматуры и расстояние от опоры до груза пропорционально увеличивали, с тем чтобы

процент армирования $\mu = \frac{F_a}{bh_0}$ и относительное расстояние от опоры до груза a/h_0 оставались постоянными.

В опытах [3] на балках без поперечной арматуры высота образцов изменялась от 15 до 100 см. При этом пропорционально изменяли все остальные характеристики элементов, в том числе и крупность заполнителя для бетонной смеси, с тем чтобы сохранить полное подобие элементов.

В опытах [4] на балках с поперечной арматурой высота образцов изменялась от 35 до 125 см, а ширина сечения оставалась постоянной. При этом площадь сечения продольной арматуры и расстояние от опоры до груза пропорционально увеличивались, так что процент армирования и относительное расстояние от опоры до груза оставались постоянными. Количество поперечной арматуры, а следовательно, и процент

поперечного армирования $\mu_x = \frac{F_x}{bU}$ также оставались постоянными.

В опытах ВНИИГ им. Веденеева на балках без поперечной арматуры рабочая высота опытных образцов изменялась от 25 до 80 см, а ширина — от 10 до 30 см. При этом марка бетона и относительное расстояние от опоры до груза принимались почти постоянными. Причем опытные образцы имели сравнительно малый коэффициент армирования ($\mu_a = 0,004...0,009$) и некоторые опытные балки разрушались по нормальному сечению.

Результаты сравнения опытов с расчетом по СНиП приведены на рис. 1. При этом, для того чтобы выделить отклоне-

ния, связанные только с изменением высоты сечения, численные значения коэффициентов в формулах СНиП принимались такими, чтобы при высоте $h_0 = 30$ см расчетные и опытные значения несущей способности совпадали.

Для опытов [3] на балках без поперечной арматуры (рис. 1, а) расчетная несущая способность, определяемая по формуле

$$Q = \frac{k R_p b h_0}{a/h_0} \quad (1)$$

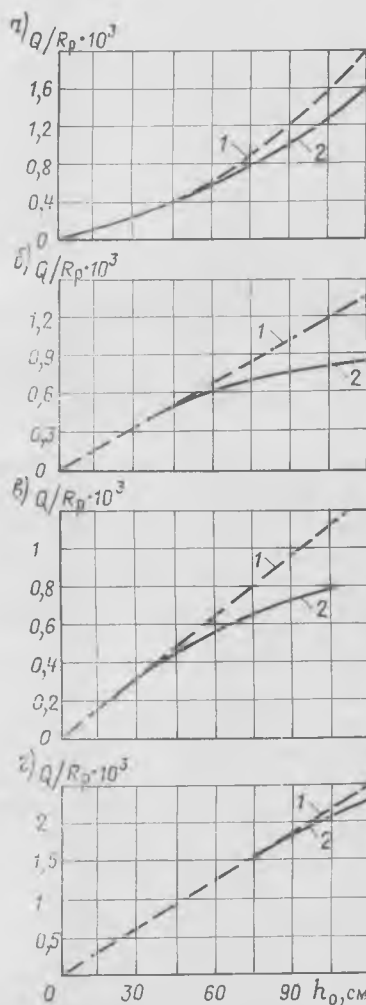


Рис. 1. Изменение расчетной и опытной несущей способности балок по наклонному сечению с увеличением рабочей высоты h_0

а — опыты [3]; б — опыты [4]; в — опыты [2]; г — опыты [4] (балки с хомутами); 1 — расчетная несущая способность по СНиП II-21-75; 2 — опытная несущая способность

увеличивалась пропорционально квадрату рабочей высоты h_0 , поскольку ширина сечения возрастала пропорционально h_0 , а соотношение a/h_0 оставалось постоянным. Опытная несущая способность возрастала слабее, так что соотношение $Q^{оп}/Q^{расч}$ при $h_0 = 60$ см составляло 0,860, а при $h_0 = 91$ см — 0,818.

Для опытов [2, 4] на балках без поперечной арматуры (рис. 1, б, в) расчетная несущая способность, определяемая по формуле (1), увеличивалась пропорционально рабочей высоте h_0 , поскольку изменялась только h_0 , а ширина b и соотношение a/h_0 оставались постоянными. Опытная несущая способность возрастала значительно слабее, так что соотношение $Q^{оп}/Q^{расч}$ составляло: по опытам [4] при $h_0 = 60$ см — 0,838, при $h_0 = 90$ см — 0,734, при $h_0 = 120$ см — 0,630; по опытам [2] при $h_0 = 60$ см — 0,851, при $h_0 = 90$ см — 0,750, при $h_0 = 109$ см — 0,670.

Для опытов [4] на балках с поперечной арматурой (рис. 1, г) расчетная несущая способность, определяемая по формуле

$$Q = 2 \sqrt{k R_p b q_x h_0}, \quad (2)$$

увеличивается пропорционально рабочей высоте сечения h_0 , поскольку ширина сечения b и интенсивность поперечного армирования q_x оставались постоянными. Опытная несущая способность возрастала примерно в такой же степени, так что соотношение $Q^{оп}/Q^{расч}$ составляло при $h_0 = 60$ см — 0,992, при $h_0 = 90$ см — 0,952, при $h_0 = 120$ см — 0,916.

Таким образом, для балок без хомутов наблюдается существенное отклонение расчета от опыта, вызванное ростом рабочей высоты сечения h_0 . Такое отклонение связано с недостаточной совершенной эмпирической структурой расчетных зависимостей, принятых в СНиП. Для балок с поперечной арматурой отклонения сглаживаются работой хомутов.

На рис. 2 представлены графики изменения соотношения $Q^{оп}/Q^{расч}$ с ростом рабочей высоты h_0 для балок без хомутов. Приближение расчета к опытам может быть осуществлено с помощью специального коэффициента K_h , отвечающего значениям $Q^{оп}/Q^{расч}$. Исходя из графиков (см. рис. 2) приближенное выражение для коэффициента K_h может быть представлено в виде

$$K_h = 1,10 - 0,10 h_0/h_{01}, \quad (3)$$

где h_{01} — рабочая высота сечения, равная 30 см; h_0 — рабочая высота сечения рассматриваемого элемента, см.

Поправочный коэффициент K_h вводится в расчетные формулы для элементов

с рабочей высотой $h_0 > 30$ см. При $h_0 = 30$ см $K_h = 1,0$; при $h_0 = 60$ см $K_h = 0,90$; при $h_0 = 90$ см $K_h = 0,80$; при $h_0 = 120$ см $K_h = 0,70$. С учетом поправочного коэффициента K_h соотношение $Q^{оп}/Q^{расч}$ при росте h_0 от 30 до 120 см находится в пределах 1—0,9.

Таким образом, расчет элементов большой высоты без поперечной арматуры следует производить с учетом поправочного коэффициента K_h .

Следует отметить, что результаты анализа относятся к элементам с наиболее характерной склонностью к разрушению по наклонному сечению с соотношением $a/h_0 = 3$. Имеющиеся опытные данные [2] показывают, что при соотношении $a/h_0 = 1$ таких отклонений расчета от опытов в сторону переоценки прочности элемента с ростом рабочей высоты h_0 не наблюдается. Поэтому для коротких элементов поправочный коэффициент K_h можно не вводить.

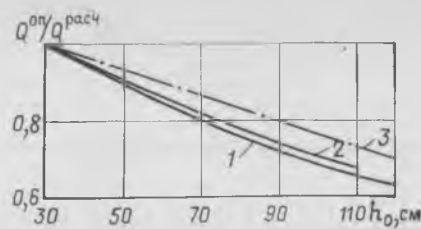


Рис. 2. Изменение соотношения $Q^{оп}/Q^{расч}$ с ростом рабочей высоты h_0
1 — по опытам [2]; 2 — по опытам [4]; 3 — зависимость для коэффициента K_h

В настоящее время в НИИЖБ разрабатывается новый метод расчета прочности наклонных сечений [1], более полно учитывающий напряженно-деформированное состояние в железобетонном элементе. Анализ показал,

что этот метод дает хорошее приближение к опытам и для высоких балок. Для большинства случаев, в том числе для наиболее практически важных элементов с поперечной арматурой, отклонение расчета от опыта при максимальной рабочей высоте $h_0 = 120$ см не превышает 15%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А. А., Залесов А. С. К расчету прочности наклонных сечений железобетонных элементов. — Бетон и железобетон, 1978, № 11.
2. Kanl G. How safe are our large reinforced concrete beams? Journal of the American Concrete Institute, vol. 64, No. 3, 1967.
3. Taylor H. P. J. The shear strength of large beams. Research Engineer, cement and Concrete Association, London, 1971.
4. Leonhardt F. und Weil G. Über den Einfluß der Balkenhöhe auf die Schubtragfähigkeit von einfeedrigen Stahlbetonbalken mit und ohne Schubbewehrung, 1968, Stuttgart.

Экономия ресурсов

УДК 625.888:691.328

К. Я. ВИТМАН, инж. (трест «Железобетон» Главновосибирскстроя)

Опыт изготовления длинномерных бортовых камней

В 1971 г. нами был предложен железобетонный бортовой камень длиной 5,5 м с центральным армированием в виде преднапряженного стержня диаметром 14 мм из стали класса А-IV без поперечного армирования [1, 2]. Он внедрен на заводе ЖБИ-7 треста «Железобетон» Главновосибирскстроя Минстроя СССР. Здесь же организовано его массовое изготовление.

В 1975 г. армирование длинномерного бортового железобетонного камня было пересмотрено с целью снижения расхода стали. Вместо стержня диаметром 14 мм из стали класса А-IV было предложено армировать бортовой камень двумя напряженными высокопрочными проволоками диаметром по 5 мм из стали класса В-II по ГОСТ 7348—63. На заводе были разработаны оснастка и технология для изготовления железобетонных камней ПН-1 с таким армированием и организован их массовый выпуск. Рабочие чертежи на изделие выполнены трестом Оргтехстрой Главновосибирскстроя.

Железобетонный бортовой камень ПН-1, армированный высокопрочной проволокой, в 1981 г. был представлен на ВДНХ СССР. За разработку и внедрение технологии его изготовления сотрудники завода награждены медалями ВДНХ СССР.

Строительные предприятия Главновосибирскстроя в течение многих лет используют длинномерный бортовой и доборный камень длиной 1 м. В настоящее время это наиболее экономичный по расходу арматурной стали длинномерный бортовой камень. Расход стали на 1 м³ бетона длинномерного железобетонного бортового камня ПН-1 (длиной 5,5 м), изготавливаемого на заводе ЖБИ-7, составляет 10,3 кг. Экономия металла по сравнению с ГОСТ 6665—82 по заводу ЖБИ-7 при изготовлении в 1982 г. 3731 м³ длинномерных бортовых камней составила 178,6 т, за счет снижения расхода арматуры получена экономия 30,4 тыс. р.

Кроме того, внедрение длинномерных железобетонных бортовых камней поз-

волило применить для их изготовления более совершенную технологию, снизить трудоемкость, уменьшить расход пара на 1 м³ изделий за счет увеличения коэффициента использования емкости парочных камер, увеличить сьем продукции с 1 м² производственной площади, повысить качество изделий. В свою очередь применение их в строительстве городских улиц, дорог и проездов позволило резко поднять производительность труда в результате механизации укладки, сократить поломки бортового камня и улучшить качество работ.

Накопленный производственный опыт следует учесть при последующем пересмотре ныне действующего ГОСТ 6665—82 на камни бортовые бетонные и железобетонные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витман К. Я., Крошкин Ю. М. Бортовые железобетонные камни. — Реф. инф. Серия «Промышленность сборного железобетона», вып. 5. М., ВНИИЭСМ, 1976.
2. Крошкин Ю. М., Пахомов В. С. Опыт изготовления преднапряженного длинномерного бортового камня. — Бетон и железобетон, 1982, № 4.

В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., В. Ф. СТЕПАНОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ); Г. А. АЙРАПЕТОВ, И. Я. ХАРЧЕНКО, кандидаты техн. наук (Грозненский нефтяной ин-т)

Влияние термообработки на коррозионную стойкость арматуры в керамзитобетоне на НЦ

Известно, что область применения напрягающих цементов (НЦ) определяется необходимостью повышения трещиностойкости, жесткости, водонепроницаемости и долговечности той или иной конструкции.

Анализ результатов натурного обследования керамзитобетонных наружных стеновых панелей, эксплуатирующихся в условиях Северо-Кавказского региона в течение 15—20 лет, показал, что их качество далеко не всегда удовлетворяет высоким требованиям, предъявляемым к наружным ограждающим конструкциям. При этом установлено, что около 40% обследованных панелей имело трещины с шириной раскрытия до 0,3 мм, что явилось причиной потоков ржавчины на фасадах зданий и шелушения их поверхности. У 7% панелей обнаружено сквозное промокание при действии дождя с ветром.

Таким образом, легкобетонные наружные стеновые панели также целесообразно изготавливать с применением НЦ. Причем в легких бетонах на пористых заполнителях потенциальные возможности такого цемента удастся реализовать без дополнительного водного ухода за изделием за счет влаги, аккумулируемой заполнителем.

С целью выявления влияния НЦ и видов тепловой обработки на коррозионную стойкость арматуры, расположенной в конструкционно-теплоизоляционном керамзитобетоне, были проведены ускоренные коррозионные испытания арматуры. О состоянии стали в бетоне судили по характеру анодных поляризационных кривых. Проницаемость керамзитобетона оценивали по эффективному коэффициенту диффузии углекислого газа в карбонизированном слое бетона. Исследования проводили на образцах после их пропаривания, высокотемпературного воздушно-сухого и двухстадийного комбинированного прогрева.

Пропаривание проводили при $t=60^{\circ}\text{C}$ в течение 7 ч, высокотемпературный воздушно-сухой прогрев — при $t=120^{\circ}\text{C}$ с $t_{\text{из}}=3$ ч, а двухстадийный комбинированный прогрев осуществляли пропариванием при $t=60^{\circ}\text{C}$ в течение 1,5 ч с последующим кратковременным (1,5 ч) воздушно-сухим прогревом при $t=120^{\circ}\text{C}$.

Исследования проводили на напрягающем цементе НЦ-20 марки 500 Днепродзержинского цементного завода, керамзите П75 фракции 5—20 мм, обожженным керамзитовым песке с $\gamma_n=525$ кг/м³ со следующим соотношением компонентов (на 1 м³): Ц=223 кг; К=0,96 м³, П=0,48 м³, В=206 л. Бетонную смесь жесткостью 10—20 с

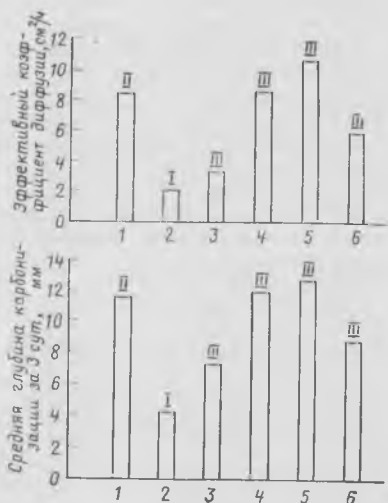


Рис. 1. Влияние способов ТВО на эффективный коэффициент диффузии и среднюю глубину карбонизации
1, 2, 3 — соответственно цементно-песчаный раствор, керамзитобетон на портландцементе и напрягающем цементе; 1—3 — пропаривание при $t_{\text{из}}=60^{\circ}\text{C}$; 4, 5 — воздушно-сухой прогрев при $t_{\text{из}}=120^{\circ}\text{C}$; 6 — двухстадийный комбинированный прогрев

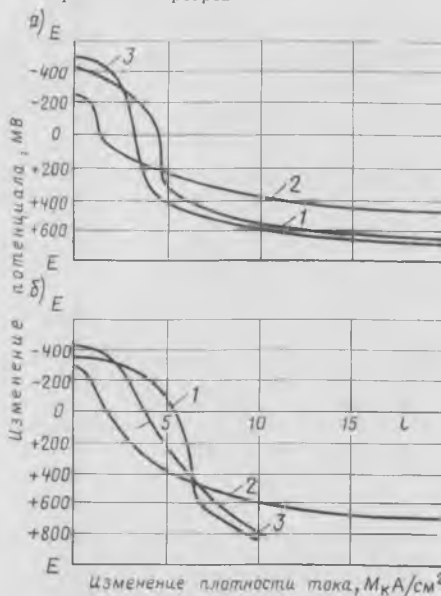


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые арматурной стали в керамзитобетоне а — после ТВО; б — в возрасте 6 мес; 1 — обычный керамзитобетон, пропаривание при $t_{\text{из}}=60^{\circ}\text{C}$; 2, 3 — керамзитобетон на НЦ (соответственно песок смешанный и воздушно-сухой прогрев, песок керамзитовый и двухстадийный прогрев)

уплотняли на лабораторной виброплотителе под пригрузом интенсивностью 20 г/см². Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1, а, диффузионная проницаемость напрягающего керамзитобетона после его пропаривания соизмерима с проницаемостью цементно-песчаного раствора состава 1:3 на портландцементе и значительно ниже, чем у обычного керамзитобетона. После двухстадийного комбинированного прогрева напрягающего керамзитобетона значение эффективного коэффициента диффузии на 22% ниже, а после высокотемпературного воздушно-сухого прогрева, наоборот, на 30% выше соответствующего показателя для обычного керамзитобетона аналогичного состава, прошедшего тепловлажностную обработку паром. Это, по-видимому, является результатом интенсивного обезвоживания бетона при его прогреве в высокотемпературной воздушно-сухой среде; что сопровождается образованием направленной капиллярной пористости и крайне неблагоприятными температурно-влажностными условиями твердения напрягающего цемента.

Анализируя состояние арматурной стали в обычном и напряженном керамзитобетоне путем снятия анодных поляризационных кривых сразу после прогрева (рис. 2, а), а также в возрасте 6 мес (рис. 2, б), можно сделать вывод о том, что арматура находится в пассивном состоянии. Однако после высокотемпературного воздушно-сухого прогрева активность стали к 6-месячному возрасту несколько повышается вследствие проявления пористым заполнителем гидравлической активности, в то время как после двухстадийного прогрева она остается практически на прежнем уровне.

Результаты лабораторных исследований полностью согласуются с данными исследования глубины карбонизации и степени коррозионного поражения арматуры образцов, хранившихся в естественных условиях в течение 2,5—3 лет.

Анализ результатов исследования коррозионной стойкости арматуры в конструкционно-теплоизоляционном керамзитобетоне на НЦ позволяет сделать вывод о том, что арматура в нем значительно более надежно защищена, чем в обычном керамзитобетоне аналогичного состава. При этом наиболее эффективным способом ТВО следует признать пропаривание по мягкому режиму с $t_{\text{из}}=60^{\circ}\text{C}$.

Полученные результаты могут служить основанием для того, чтобы при изготовлении наружных стеновых панелей из конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона на НЦ, предназначенных для эксплуатации в неагрессивных средах, отказаться от нанесения на изделия защитного слоя из цементно-песчаного раствора.

Предложенная технология была реализована на Грозненском заводе ЖБК при изготовлении однослойных наружных стеновых панелей, предназначенных для строительства 16-этажных жилых домов. Вследствие снижения себестоимости и повышения долговечности конструкций получен значительный экономический эффект.

Определение эффективности затрат, связанных с повышением долговечности конструкции

Рассматривается задача экономического обоснования замены обычной (базовой) конструкции более совершенной и долговечной. Для решения задачи приняты следующие предпосылки:

дополнительные затраты на усовершенствование конструкции окупаются за счет увеличения нормативного срока ее эксплуатации T ;
замена базовой конструкции более

совершенной не вызывает изменения текущих эксплуатационных расходов [1].

Экономический эффект от применения усовершенствованной конструкции ΔT определяется тем, что в течение дополнительного срока службы ее ΔT капиталовложения, необходимые для осуществления базовой конструкции K_0 , будут производительно использованы в народном хозяйстве, обеспечивая гаран-

тированную норму эффективности капиталовложений [1]. Следовательно,

$$\Delta T = E_n K_0 [1 + (1 + E_n) + (1 + E_n)^2 + \dots + (1 + E_n)^{T-1}], \quad (1)$$

где E_n — нормативный отраслевой коэффициент эффективности капиталовложений [2].

Очевидно, что дополнительные затраты на усовершенствование конструкции ΔK экономически целесообразны только при условии их окупаемости в течение нормативного срока t . Следовательно, значения ущерба от дополнительных затрат ΔK и экономического эффекта ΔT должны быть приведены к сроку окупаемости капиталовложений для возможности сопоставления разновременных величин [3].

При определении приведенного к сроку t значения экономического эффекта $P\Delta T$ в работе [1] каждое из слагаемых выражения (1) принималось со своим коэффициентом приведения. С этим нельзя согласиться, так как формула (1) не предусматривает ежегодного изъятия капиталовложений.

Приведенный к сроку окупаемости капиталовложений t экономический эффект $P\Delta T$ от применения усовершенствованной конструкции может быть выражен формулой

$$P\Delta T = \frac{E_n K_0}{(1 + E_{н.п})^{T + \Delta T - t}} \times [1 + (1 + E_n) + (1 + E_n)^2 + \dots + (1 + E_n)^{T-1}], \quad (2)$$

где $E_{н.п}$ — коэффициент приведения капиталовложений, принимаемый равным 0,083.

Так как выражение в квадратных скобках формулы (2) представляет собой сумму членов геометрической прогрессии из ΔT членов со знаменателем $q = (1 + E_n)$, то, учитывая ее свойства, находим

$$P\Delta T = K_0 \frac{(1 + E_n)^{\Delta T} - 1}{(1 + E_{н.п})^{T + \Delta T - t}}. \quad (3)$$

Ущерб от дополнительных затрат на усовершенствование конструкции ΔK следует рассматривать как сумму первоначальных дополнительных затрат ΔK и эффекта от производительного использования их в народном хозяйстве в течение нормативного срока окупаемости капиталовложений t . Таким образом,

$$\Delta K = \Delta K + E_n \Delta K [1 + (1 + E_n) + (1 + E_n)^2 + \dots + (1 + E_n)^{T-1}]. \quad (4)$$

Учитывая идентичность формулы (1) и выражения в квадратных скобках в формуле (4), а также преобразования, изложенные выше, находим

$$\Delta K = \Delta K (1 + E_n)^T. \quad (5)$$

Дополнительные затраты на усовершенствование конструкции будут экономически целесообразны при соблюдении условия

$$\Delta K \leq P\Delta T, \quad (6)$$

Принимая [1]

$$\Delta K = (y - 1) K_0, \quad (7)$$

Коэффициент увеличения срока службы	Нормативная эффективность капиталовложений		Нормативный срок службы базовой конструкции T , годы							
	E_n	годы	5	10	15	20	25	30	40	50
1,5	0,08	12	1,119	1,147	1,138	1,115	1,090	1,068	1,036	1,018
	0,10	10	1,125	1,160	1,153	1,131	1,106	1,082	1,047	1,025
	0,12	8	1,137	1,179	1,177	1,156	1,130	1,104	1,063	1,037
	0,15	7	1,151	1,205	1,211	1,195	1,170	1,144	1,097	1,064
2,0	0,08	12	1,217	1,248	1,215	1,168	1,124	1,089	1,043	1,020
	0,10	10	1,235	1,284	1,262	1,219	1,174	1,135	1,078	1,044
	0,12	8	1,263	1,337	1,322	1,297	1,255	1,213	1,145	1,097
	0,15	7	1,301	1,420	1,456	1,455	1,438	1,414	1,364	1,317
2,5	0,08	12	1,298	1,317	1,259	1,193	1,137	1,096	1,045	
	0,10	10	1,332	1,386	1,350	1,291	1,235	1,186	1,114	
	0,12	8	1,382	1,488	1,492	1,461	1,420	1,379	1,304	
	0,15	7	1,456	1,671	1,798	1,895	1,986	2,078	2,238	
3,0	0,08	12	1,365	1,363	1,283	1,204	1,142	1,098		
	0,10	10	1,418	1,473	1,428	1,363	1,301	1,247		
	0,12	8	1,496	1,642	1,678	1,679	1,670	1,657		
	0,15	7	1,618	1,983	2,316	2,698	3,171			
3,5	0,08	12	1,420	1,395	1,297	1,209	1,144			
	0,10	10	1,496	1,553	1,507	1,443	1,381			
	0,12	8	1,607	1,808	1,908	1,984	2,058			
	0,15	7	1,793	1,390	3,129	4,190				
4,0	0,08	12	1,466	1,417	1,305	1,212	1,145			
	0,10	10	1,567	1,630	1,590	1,535	1,481			
	0,12	8	1,717	1,996	2,203	2,420				
	0,15	7	1,986	2,934	4,421					
4,5	0,08	12	1,503	1,431	1,309	1,213				
	0,10	10	1,633	1,706	1,682	1,644				
	0,12	8	1,829	2,213	2,586					
	0,15	7	2,201	3,667						
5,0	0,08	12	1,534	1,441	1,312	1,214				
	0,10	10	1,696	1,785	1,786	1,774				
	0,12	8	1,943	2,467						
	0,15	7	2,445	4,665						
5,5	0,08	12	1,560	1,448	1,313					
	0,10	10	1,755	1,868	1,903					
	0,12	8	2,063	2,768						
	0,15	7	2,723							
6,0	0,08	12	1,581	1,453	1,314					
	0,10	10	1,813	1,956	2,038					
	0,12	8	2,188							
	0,15	7	3,043							

где y — коэффициент увеличения стоимости базовой конструкции K_0 ;

$$\Delta T = (m - 1) T, \quad (8)$$

где m — коэффициент увеличения срока службы базовой конструкции T при ее усовершенствовании, и подставляя в формулу (6) значения $ЛЭ\Delta T$ из формулы (3) и $y_{\Delta K}$ — из (5), находим

$$y \leq [Y] = 1 + \frac{(1 + E_n)^{(m-1)T} - 1}{(1 + E_n)^T (1 + E_{n.p})^{mT - T}}, \quad (9)$$

где $[Y]$ — предельно допустимый коэффициент удорожания базовой конструкции при замене ее усовершенствованной.

Нетрудно убедиться, что зависимость (9) справедлива как при $T > \tau$, так и при $T < \tau$.

Значения предельно допустимого коэффициента удорожания базовой конструкции при замене ее усовершенствованной $[Y]$, вычисленные по формуле (9) при различных сочетаниях T , m и E_n , принимая $\tau = 1/E_n$ [2] с округлением до целого числа лет и $E_{n.p} = 0,08$, приведены в таблице.

Значение предельно допустимого коэффициента удорожания базовой конструкции $[Y]$, приведенное в таблице, плавно возрастает с увеличением сроков ее службы m , окупаемости капиталовложений τ .

Значения $[Y]$, приведенные в указанной таблице и в работе [1], отличаются между собой не только по величине (при больших значениях коэффициента m), но и по характеру изменений.

Усовершенствование конструкций со сравнительно большим нормативным сроком службы $T \geq 40-50$ лет допустимо лишь только при незначительных дополнительных затратах ($y < 1,1$). Для конструкций с небольшим нормативным сроком службы $T < 10-20$ лет экономически целесообразны значительные дополнительные капиталовложения ΔK .

Причем при сравнительно небольшом нормативном сроке окупаемости капиталовложений τ (при достаточно большом нормативном коэффициенте их эффективности E_n) становятся экономически оправданными дополнительные капиталовложения ΔK , в несколько раз превосходящие стоимость базовой конструкции K_0 .

Выбор экономически наиболее эффективного варианта усовершенствованной конструкции, очевидно, следует производить по минимальному значению коэффициента эффективности дополнительных затрат $K_{э.у}$ [1], определяемого зависимостью

$$K_{э.у} = \frac{y_i}{[Y_i]} \rightarrow \min. \quad (10)$$

Предлагаемая методика определения эффективности дополнительных затрат на повышение долговечности конструкции и выбора ее наиболее эффективного варианта может быть распространена на проектируемые здания и сооружения в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меламут Л. Ш. Определение эффективности затрат, связанных с повышением долговечности конструкций. — Бетон и железобетон, 1978, № 3.
2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423-71)/Гострой СССР. М., 1972.
3. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений/Госплан СССР, Гострой СССР, АН СССР. М., 1969.

Библиография

УДК 691—327.001

Новое направление в теории прочности бетона и железобетона

ЗАЙЦЕВ Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. М., Стройиздат, 1982.

Объемы использования бетона и железобетона — важнейших строительных материалов — непрерывно возрастают. Сохраняется тенденция применения бетонов все более высокой прочности. Увеличение прочности бетона ведет к повышению его чувствительности к острым надрезам-трещинам, развитие которых в конечном счете приводит к его разрушению. Актуальной является проблема создания методов прогнозирования работоспособности бетона и железобетона в заданных условиях эксплуатации исходя из современных представлений механики разрушения твердых тел, т. е. с учетом наличия в их структуре дефектов типа трещин. Этой проблеме посвящена монография Ю. В. Зайцева.

В книге создана основа для определения прочности бетона исходя из тех же предпосылок, которые имеют место в механике хрупкого и квазихрупкого разрушения конструкционных материалов; обобщен большой теоретический и экспериментальный материал по изучению процессов деформации и разрушения бетона и железобетона.

Используя решения задач механики хрупкого разрушения для тел с пустотами, на контур которых выходят трещины, а также для зигзаг-трещины, автор анализирует процесс зарождения, развития трещин и завершения разрушения бетона. На основании этого раз-

работана модель материала типа бетона на учет пористости, неоднородности материала, физической нелинейности, ползучести, естественной трещиноватости и стохастического распределения трещин в его объеме. Рассматриваются возможные типы разрушения бетонов разного вида при разных напряженных состояниях.

На основе разработанных расчетных моделей и полученных зависимостей качественно и количественно объясняются многие физические явления, возникающие при нагружении бетона: различная для разных бетонов физическая нелинейность, увеличение объема материала при определенном уровне сжатия (коэффициент Пуассона $\nu \geq 0,5$), снижение прочности при длительном нагружении, значительное повышение прочности при двухосном и трехосном сжатии, а также некоторые другие моменты.

Необходимо отметить, что из-за сложностей, которые обычно возникают при изучении макронеоднородных материалов типа бетона (большой разброс данных), многие вопросы, связанные с деформированием, оценкой прочности и трещиностойкости, в книге решаются приближенно.

В связи с большими вычислительными трудностями решение задач математической теории трещин применительно к

оценке прочности бетона иногда производится с определенными упрощениями, некоторые из них имеются и в предложенных расчетных моделях бетона. В ряде случаев это связано с тем, что многие важные в практическом отношении задачи в теории трещин еще не решены вообще, некоторые требуют решения в трехмерной постановке.

В случаях, когда принимаются определенные упрощения, в решении задач важным является сопоставление полученных результатов с экспериментом. В книге представлен значительный экспериментальный материал автора и других исследователей, подтверждающий выдвинутые теоретические предположения.

Работа Ю. В. Зайцева является первой в отечественной литературе монографией, посвященной развитию и применению методов механики разрушения к проблеме прогнозирования прочности и работоспособности бетона в конструкциях, содержит новые оригинальные постановки и решения задач о деформировании и разрушении бетона. Книга послужит хорошим пособием исследователям, работающим в области прочности и трещиностойкости бетонов.

В. В. ПАНАСЮК, академик АН УССР;
Л. Т. БЕРЕЖНИЦКИЙ, канд.
физ.-мат. наук;
В. М. ЧУБРИКОВ, канд. техн. наук

По новой технологии

На ВДНХ СССР демонстрируется ряд новых эффективных разработок по технологии изготовления железобетонных конструкций.

В 1976—1977 гг. на Ганцевичском заводе крупнопанельного домостроения и Пинском комбинате стройиндустрии Главполесъеводстроя впервые в системе Минводхоза СССР была отработана и внедрена технология производства сборных железобетонных конструкций на низкочастотных виброплощадках ударного действия ШС-10.

Применение таких виброплощадок для изготовления железобетонных изделий характеризуется следующими особенностями: воздействием на бетонную смесь нелинейных колебаний (ударов) низкой частоты; интенсивным уплотнением бетона снизу вверх равномерно по всей форме; перемешиванием отдельных слоев при уплотнении; одинаковой плотностью всех слоев бетона.

Виброплощадки ударного действия просты по конструкции. Они состоят из трех основных частей: неподвижной — смонтированной на специальном фундаменте, подвижной — являющейся верхней частью установки, и привода.

В процессе уплотнения бетонной смеси верхняя часть установки с закрепленной на ней формой с помощью привода, смонтированного на фундаменте, поднимается на 3 мм, а затем свободно падает, соударяясь с нижней неподвижной рамой. Номинальная частота колебаний 235 ударов в минуту.

Бетонная смесь укладывается послойно, толщина слоя — 3—5 см. Ударный стол приводят в действие после укладки первого слоя, последующие слои укладываются во время работы виброплощадки.

Результаты внедрения ударной технологии на предприятиях строительной индустрии Главполесъеводстроя показали, что она позволяет улучшить качество изделий, особенно чистоту лицевых поверхностей; сократить расход цемента за счет применения более жестких бетонных смесей; снизить трудоемкость изготовления изделий за счет уменьшения трудозатрат на ремонт вибростола на 20—25%; снизить энергоемкость процесса формовки в 3—5 раз; улучшить условия труда формовщиков за счет уменьшения шума на посту формования по сравнению с обычными виброплощадками на 5—15 дБ.

В 1977—1981 гг. в Главполесъеводстрое на низкочастотных виброплощадках ударного действия было изготовлено 180,7 тыс. м³ сборного железобетона. Экономический эффект составил за этот период 335,9 тыс. р. Экономлено 3,2

тыс. т цемента и 162,6 тыс. кВт·ч электроэнергии.

В Украинском научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации Минводхоза СССР разработан пакетный метод изготовления плитных конструкций. Формование производят послойно на каждом поддоне по несколько плит, разделенных металлическими прокладками, являющимися дном форм. Тепловую обработку осуществляют электрообогревом (плоскими сетчатыми нагревателями, вмонтированными в днище форм) или паробогревом (на термододнах в теплоизоляционных камерах) при максимальном использовании тепла экзотермии при гидратации цемента.

Отличительная особенность способа состоит в применении комплекса технологических мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности производства и высокое качество изделий. К ним относится применение поверхностного метода формования при помощи скользящего виброштампа, жестких бетонных смесей с комплексными химическими добавками, многократного повторного виброуплотнения, закрытых жестких форм, избыточного давления на бетон при термообработке. Искусственное увеличение массивности бетона в пакете при равномерном кондуктивном подведении тепла «изнутри» от нагревателей позволяет сочетать кратковременный обогрев с последующим термосным выдержива-

нием, основанным на максимальном использовании внутреннего тепловыделения при гидратации цемента.

Применительно к типовому пролету (УТП 18×144 м) разработаны проектно-сметная документация и рабочие чертежи нестандартизированного технологического оборудования. В его состав входят: бетоноукладчик с вибропротяжным устройством для поверхностного способа формования; формы-опалубки, состоящие из поддона (термододона), комплекта форм (3—5 шт.) и термовлагоизоляционной крышки; сетчатые обогреватели, опрессованные стеклопластиком; конвейерная линия для механизированной резки стержней преднапряженной арматуры, распалубки изделий, чистки и смазки форм и перемещения их на пост формования; теплоизоляционные камеры с эжекторной схемой подачи пара в полость термододонов, применением механизированных крышек с гидроприводом и дистанционным управлением.

Основные технико-экономические показатели проектируемого оборудования по сравнению с существующим для изготовления преднапряженных плит (НПК 6×2×0,06 м) на Каховском заводе железобетонных изделий им. 50-летия СССР приведены в таблице.

Применение прогрессивной технологии и повышение уровня механизации при пакетном способе изготовления позволяют: увеличить выпуск продукции с единицы производственной площади в 1,6—1,7 раза; повысить производительность труда на 25—35%; уменьшить энергозатраты (в пересчете на условное топливо) в 2—7 раз; снизить удельную металлоемкость технологического оборудования на 27—29%. Годовой экономический эффект пакетного способа производства в одном пролете при электро- и паробогреве составляет соответственно 302 и 246 тыс. р.

В г. Полевском Свердловской обл. построен первый в стране завод по выпуску предварительно напряженных железобетонных изделий по безопалубочной технологии формования на длинных стендах с применением импортного оборудования фирмы «Макс Рот» (ФРГ).

Технологический процесс формования изделий состоит из следующих операций: армирования стального 150-метрового стенда, смазывания стенда и формования изделий, заглаживания верхней поверхности и укрытия бетонной полосы, снятия пленки и резки термообработанной бетонной полосы на изделия мерной длины, съема готовых изделий со стенда и его очистки.

Трестом Оргтехстрой Главсудрестрой Минтяжстроя СССР в содружестве с НИИЖБ и Уральским Промстройини-проектом отработана технология формования плит перекрытий длиной до 9 м с ультразвуковым и температурным контролем прочности бетона, подобраны составы бетонов. Внедрены грузозахватные приспособления для подъема и монтажа плит, не имеющих строповочных петель.

Завод выпускает многпустотные плиты перекрытия под нагрузки 450, 600 и 800 кгс/м². Высота плит 220 мм, ширина 600, 1200 и 1500 мм, длина от 2400 до 9000 мм.

Внедрение технологии безопалубочного формования плит перекрытий дает возможность получить экономию по

Показатели	Способ производства		
	Существующий	Пакетный	
		парогр.	электро-обогрев
Годовая производительность, м ³	19000	30400	33400
Годовая выработка на одного рабочего, м ³	655	921	1012
Съем продукции с единицы производственной площади, м ³ /м ²	7,3	11,7	12,85
Удельная металлоемкость оборудования, кг/м ³	22,8	16,57	16,05
Затраты теплоты в единицах условного топлива, кг/м ³	86,3	36,2	11,8
Удельные капитальные вложения (при реконструкции пролета), р/м ³	9,8	6,26	6,94
Трудоемкость на 1 м ³ изделий, чел.-ч	3,1	2,27	2,0
Себестоимость, р/м ³	64,93	57,67	56,48
Масса технологического оборудования, т	435,2	503,1	530,7
В том числе форм	306	381,3	40

приведенным затратам на 1 м² от 0,08 до 1,12 р.; сократить расход арматурной стали, приведенной к классу А-1, по сравнению с плитами со стержневым армированием до 25—30%; снизить металлоемкость технологического оборудования по сравнению с поточно-агрегатной технологией в 1,2—2,6 раза; снизить трудозатраты на производство плит в 2,2—5,7 раза; получить суммарный годовой народнохозяйственный эффект в сфере производства и строительства в зависимости от длины выпускаемых изделий от 375 до 497 тыс. р.

За дополнительными материалами обращаться по адресу: 620081, Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 38.

ЦНИИЧМ им. Бардина и Челябинский Промстройинипроект предложили в качестве напрягаемой арматуры использовать опытную сталь марки 40СР. Эта сталь содержит меньше, чем сталь 35ГС класса А-III, марганца, легирована кремнием для повышения сопротивляемости к разупрочнению при нагреве и натяжении арматурных стержней и дополнительно легирована бором с целью повышения прокаливаемости по сечению и увеличения пластических свойств. По механическим свойствам опытная горячекатаная арматурная сталь 40СР может быть рекомендована к применению вместо широко распространенной стали 35ГС класса А-III.

Электротермическая обработка стали 40СР позволяет получать арматуру (в зависимости от температуры отпуска) классов Ат-V—Ат-VIII и выше, что делает ее весьма перспективной для применения в предварительно напряженном железобетоне с применением электротермического и электротермомеханического способов натяжения. Сталь 40СР обладает повышенными прочностными свойствами по сравнению со сталью 35ГС. Это объясняется прокаливаемостью стали по сечению и устойчивостью к разупрочнению при высоких температурах нагрева. Опытная сталь 40СР (400 т) была использована при изготовлении плит покрытий размером 6×1,5 м и многопу-

стотных плит перекрытий размером 6×2 и 6×1,2 м с арматурой классов Ат-V и Ат-VI. Экономия металла в изделии при замене арматуры класса Ат-V на Ат-VI в среднем составила 25%.

За дополнительными материалами обращаться по адресу: 654047, Челябинск, ул. Сталеваров, 7. Челябинский Промстройинипроект.

Гипростроммашем (103287, Москва, 2-я Хуторская ул., 38а) разработан комплект оборудования для производства методом радиального прессования безнапорных бетонных труб $D_y=300$ мм типа Р1, $D_y=400$, 500 и 600 мм типа РТС по ГОСТ 20054—82. Он включает в себя трубоформовочный станок СМЖ-194А с набором оснастки и оборудование технологической линии СМЖ-407-418, обеспечивающие выполнение всех технологических операций, начиная от подачи бетонной смеси и кончая вывозом готовой продукции на склад.

Производство бетонных труб осуществляется следующим образом. Бетонная смесь подается от бетоновозной эстакады цеха в бункер трубоформовочного станка, где производится формование. Оно выполняется в двухстворчатых формах, в нижней части которых устанавливается поддон. В процессе участвуют две формы, в одной ведется формование, другая в это время находится на распалубке. Форма перемещается на ось формования станка и обратно двухпозиционной каруселью при повороте ее платформы на 180°.

Форма с отформованной трубой снимается со станка и переносится на поддон-тележку, где после открытия замков формы производится распалубка путем подъема формы вверх. Труба, стоящая на поддоне, остается на поддоне-тележке, а форма собирается с новым поддоном и возвращается на станок. Операция по транспортированию формы и распалубка производятся автоматическим захватом, подвешенным на крюке крана.

Поддон-тележка в зависимости от диаметра труб комплектуется 12—20

трубами, после чего устройством для выборочного перемещения тележек заталкивается в туннельную камеру термовлажностной обработки и транспортируется по ней в заданном режиме. Камера разделена на четыре зоны механизированными шторными разделителями. После выхода из камеры трубы, стоящие в одном поперечном ряду, снимаются с поддона-тележки и переводятся в горизонтальное положение самоходным кантователем, с которого они по две штуки переносятся автоматическим захватом на тележку для вывоза или складирования в цехе. Гидроиспытание труб, а также испытание их на прочность производятся на специальных стендах.

Оборудованием управляют оператор станка СМЖ-194А и два оператора линии с пультов, расположенных в начале и конце туннельной камеры. На базе оборудования комплекта разработан типовой проект 409-010-45 «Технологическая линия по производству бетонных труб $D_y=300\ldots 600$ мм», по которому комплект размещен в пролете 18×144 м с высотой подкранового пути 8,15 м. Годовой экономический эффект от внедрения одного комплекта составляет 223,9 тыс. р.

Техническая характеристика оборудования для производства бетонных безнапорных труб

Производительность, м ³ /год . . .	12700
(при производстве 25% труб каждого типоразмера), м/год . . .	98030
Установленная мощность, кВт . . .	127,8
Металлоемкость, кг/м ³	12
Удельные приведенные затраты с учетом монтажа трубопровода, р/м	6,59
Количество обслуживающего персонала в смену	14
Масса, кг	153400

Изготавливает оборудование лисичанский завод «Строммашина» (349908, Лисичанск, Ворошиловградской обл.) и черкасский завод «Строммашина» (257018, г. Черкассы).

В. М. МЕШКОВ, инж.

Нам пишут

УДК 693.814.25

Усовершенствование сварочного оборудования

На заводе крупнопанельного домостроения Фрунзенского ДСК Министерства строительства Киргизской ССР усовершенствована технология работы подвесных сварочных клещей на сварочных машинах МТПП-75, осуществленная рационализатором В. Д. Диком. Усовершенствование заключается в изменении способа регулировки продолжительности сварки, достигнутого изменением принципиальной электрической схемы стационарного регулятора РВЭ-7, с целью переноса управления режимом сварки с регулятора сварочной машины непосредственно на сварочные клещи.

Данное изменение было вызвано тем, что при работе серийными сварочными клещами регулирование продолжительности сварки (в зависимости от диаметра свариваемых стержней) осуществля-

лось с помощью потенциометра «Сварка», установленного в регуляторе РВЭ-7, находящемся в сварочной машине МТПП-75. Таким образом, регулировка с помощью потенциометра была связана с большими затратами рабочего времени, так как оператор должен оставлять рабочее место, подходить к сварочной машине и перенастраивать регулятор.

Усовершенствованная схема электронного регулятора предусматривает произвольный необходимый выбор времени сварки без предварительной настройки. Включение и выключение процесса сварки (включая синхронную с ним проковку) осуществляется с помощью кнопки, установленной непосредственно на рукоятке сварочных клещей. Это позволило полностью исключить затраты рабо-

чего времени на регулировку. Благодаря усовершенствованию упростилась схема электронного регулятора, высвободилась часть дефицитных деталей (радиолампы 6Н8-С, реле типа РКН, потенциометр ППЗ-12 и др.).

Внедрение предложений в арматурном цехе завода КПД Фрунзенского ДСК улучшило технические характеристики сварочной машины, дало возможность регулировать режим сварки непосредственно на сварочных клещах, повысило качество сварочных работ и сократило трудозатраты.

Более подробные сведения можно получить в тресте Оргтехстрой Минстроя Киргизской ССР по адресу: 720391, г. Фрунзе, ул. Белинского, 28.

О. С. ЛИЩЕНКО, инж.

УДК 691.87:691:714

ЛАСЛО БОДО (НИИ по строительству, ВНР)

Применение арматурных сталей повышенной прочности в железобетонных конструкциях

Предел текучести арматурных сталей, применяемых в настоящее время для изготовления железобетонных конструкций, обычно равен 400 МПа, а предел текучести арматуры сварных сеток — 500 МПа. Металлургическая промышленность способна производить стали более высокой прочности, однако их использование в ненапряженных железобетонных конструкциях затруднено ввиду требований ограничения ширины раскрытия трещин.

Несмотря на это, в последние годы в некоторых странах для армирования ненапряженных железобетонных конструкций успешно применяются стали повышенной прочности (предел текучести более 600 МПа), что приводит к значительной экономии средств. В связи с этим в Венгрии в НИИ по строительству были начаты исследования с целью определения условий применения стальной повышенной прочности для армирования ненапряженных железобетонных конструкций.

Изучали работу под нагрузкой железобетонных ненапряженных изгибаемых

элементов, имеющих различные коэффициенты армирования, а также работу железобетонных изгибаемых преднапряженных элементов с неполным (частичным) преднапряжением. Для армирования элементов использовали стали, изготавливаемые в Венгрии и Австрии. Венгерская арматура имеет винтообразный периодический профиль с высотой ребер 0,155 мм; наклон ребер к продольной оси стержня составляет 12°. Средние значения предела прочности и условного предела текучести арматуры составляют соответственно 761,4 и 658 МПа; $\delta_{10}=8\%$; $E_a=185\,000$ МПа. Арматура, изготавливаемая в Австрии, состоит из двух гладких продольных стержней, соединенных через каждые 95 мм приваренными гладкими поперечными стержнями. Расстояния между продольными стержнями, имеющими диаметр 4,8—11,5 мм, составляют 20—22 мм. Средние значения предела прочности и условного предела текучести арматуры соответственно равны 800 и 680 МПа; $\delta_{10}=8\%$; $E_a=190\,000$ МПа. Сталь обозначается диаметром продольных стерж-

ней, выраженным в десятых долях миллиметра, например: b1 48, b1 60 и т. д.

Были испытаны балки пяти серий. Серия I включала типовые балки перекрытий таровой формы поперечного сечения с полкой внизу, серия II — плиты прямоугольного сечения, серия III — перемишки прямоугольного сечения, серия IV — типовые многоспустотные настилы, серия V — типовые преднапряженные балки перекрытий двутаврового сечения. В образцах серии V изменялась степень неполного (частичного) преднапряжения, которая характеризовалась коэффициентом

$$\lambda = \frac{N_n}{N_a + N_n}$$

где N_n , N_a — растягивающие усилия, воспринимаемые соответственно напрягаемой и ненапрягаемой арматурой.

Образцы испытывали по схеме однопролетных статически определимых балок, нагруженных сосредоточенными силами в третях пролетов, при кратковременном действии нагрузки. Две балки серии I в течение полутора лет находились под действием длительной нагрузки. Результаты испытаний балок кратковременной нагрузкой приведены в таблице.

Анализ результатов экспериментов позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Оба исследованных вида стали повышенной прочности могут быть использованы для армирования железобетонных конструкций с неполным (частичным) преднапряжением, если степень преднапряжения $\lambda \geq 0,7$. В этом случае $a_{\text{макс}}$ не превысит величину 0,22 мм.

2. Увеличение степени армирования элемента благоприятно сказывается на ширине раскрытия нормальных трещин. Вероятным условием применения арматуры повышенной прочности в обычных железобетонных элементах является $\mu \geq 0,8\%$.

3. Для анкеровки растянутых стержней из стали, изготавливаемой в Австрии, необходимо учитывать 3—4 поперечных стержня из-за пластических деформаций их. Поэтому ширина раскрытия нормальных трещин не может быть определена исходя только из удлинения продольных стержней между двумя поперечными стержнями.

4. Прочность сталей с пределом текучести более 600 МПа может выгодно использоваться, если арматура имеет периодический профиль или/и сталь применяется в сварных сетках или каркасах.

5. Под действием длительной нагрузки максимальная ширина раскрытия нормальных трещин за полтора года увеличилась на 60—100%, а средняя — на 10—25%.

6. Запас элементов по прочности ($M_p^{\text{оп}}/M_p^{\text{р}}$), как правило, был удовлетворителен.

Из изложенного можно сделать вывод, что широкого применения арматуры повышенной прочности для армирования ненапряженных железобетонных конструкций в ближайшем будущем ожидать не следует, однако при соблюдении указанных выше условий они могут экономически выгодно использоваться. По предварительным оценкам, объем применения этих сталей может составлять 7—10% всего количества потребляемой арматуры.

Серия	Шифр образцов	Армирование	μ , %	$M_p^{\text{р}}$, кН·м	$M_{\text{эксп}}^*$, кН·м	$M_p^{\text{оп}}$, кН·м	$\frac{M_p^{\text{оп}}}{M_p^{\text{р}}}$	$a_{\text{т}}^{\text{макс}}$, мм	$a_{\text{т}}^{\text{ср}}$, мм	Число образцов
I	A1	2bi69	0,71	17,34	14,03	24,35	1,39	0,38	0,2	3
	A2	2bi69 + 1bi56	0,95	23,67	18,94	28,57	1,21	0,29	0,17	3
II	B1	5bi48 + 5Ø4,2	0,17	18,91	15,13	24,13	1,6	0,13	0,06	3
	B2	10bi48 + 5Ø4,2	0,3	32,65	26,12	47,41	1,82	0,14	0,06	3
III	C1	6bi69	1,6	33,4	26,7	43,34	1,62	0,13	0,09	5
	C2	4bi56	0,7	21,7	17,4	28,85	1,66	0,34	0,19	5
	C3	2bi56	0,35	9,3	7,4	16,43	2,21	0,46	0,24	5
	C4	2bi48	0,26	6,8	5,5	13,68	2,51	0,31	0,19	5
IV	D1	4bi69	0,21	42,9	34,32	61,75	1,44	—	—	3
	D2	4bi69 + 7bi48	0,38	77,7	62,17	94,09	1,21	0,33	0,19	3
	D3	8bi69 + 7bi48	0,59	118,02	94,42	164,1	1,39	0,34	0,17	3
V	E1	$F_n=5Ø7$; $F_a=2Ø8$			$\lambda=0,78$		1,24	0,22	0,12	3
	E2	$F_n=3Ø7$; $F_a=4Ø8$			$\lambda=0,51$		1,12	0,3	0,16	3
	E3	$F_n=5Ø7$; $F_a=2bi48$			$\lambda=0,71$		1,23	0,11	0,04	3
	E4	$F_n=7Ø7$; $F_a=0$			$\lambda=1$		1,27	0,04	0,03	3

Примечание. $M_p^{\text{р}}$ — расчетный разрушающий изгибающий момент; $M_{\text{эксп}}$ — расчетный изгибающий момент в эксплуатационной стадии; $M_p^{\text{оп}}$ — опытный разрушающий изгибающий момент; $a_{\text{т}}^{\text{макс}}$ и $a_{\text{т}}^{\text{ср}}$ — соответственно максимальная и средняя ширина раскрытия нормальных трещин при действии изгибающего момента $M_{\text{эксп}}$ при величине напряжения в растянутой арматуре балок серий I—IV, равной $\sigma_a = 472$ МПа.

Читательская конференция

В мае этого года в Институте сейсмостойкого строительства Госстроя ТССР (Ашхабад) проходила читательская конференция редакции журнала «Бетон и железобетон» с представителями научно-технической общественности Туркменской ССР.

Выступивший на конференции главный редактор журнала рассказал присутствующим о нынешних задачах и планах редакции, вытекающих из решений XXVI съезда партии, последующих Пленумов ЦК КПСС. Отмечалось, что, несмотря на наличие в республике интересных разработок по бетону и железобетону (освоение выпуска барханлитовых изделий, ячеистых бетонов неавто-

клавного твердения на основе барханских песков, использование мелкозернистых песков в бетонах различного назначения и др.), статей и материалов от специалистов из Туркмени в журнал поступает чрезвычайно мало.

О проводимых в Туркмени исследованиях и разработках в области бетона и железобетона рассказали кандидаты техн. наук В. Г. Дубаев, В. С. Преображенский, В. А. Аваков, К. Ч. Чошчиев, канд. экон. наук Н. Б. Бабаев. Выступавшие отмечали, что многие из этих работ могут представить интерес для других республик, поэтому целесообразно шире освещать их в центральной технической печати. Участники конференции отметили необходимость активизации в этом отношении специалистов строителей республики. С этой целью был организован и избран совет содействия журналу «Бетон и железобетон» по Туркменской ССР.

В заключение К. В. Михайлов выступил с докладом о современном состоянии и перспективах развития бетона и железобетона. В нем было охарактеризовано состояние теории и практики бетона и железобетона, показаны основ-

ные тенденции их развития на ближайший период и до 2005 г. Отмечалось, что этот основной материал современного строительства в ближайшие годы существенно изменится, продолжится дальнейшее совершенствование конструкций, повысятся расчетные сопротивления арматурных сталей, появятся новые виды цемента высоких марок. В докладе была подчеркнута необходимость активного использования местных сырьевых ресурсов, проведения крупномасштабных работ по экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве сборных железобетонных конструкций, применения в бетонах добавок различного назначения и полимерных композиций. Указывалось на необходимость широкого использования солнечной энергии при производстве бетонных работ и сборных конструкций, особенно в климатических условиях республики. Докладчик рассказал о новых прогрессивных конструкциях из железобетона, осветив при этом передовую отечественную и зарубежную практику, а также остановился на ряде других вопросов.

Доклад сопровождался демонстрацией цветных слайдов.

УДК 627.842/844

Горячев В. Н., Селиванова С. А., Корганов А. Г. Самонапряженные напорные трубы со стальным цилиндром. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 4—5

Приведены результаты испытаний напорных труб со стальным цилиндром для двух видов конструкций — преднапряженной и самонапряженной. Последняя имеет преимущество по несущей способности. Ил. 1, табл. 1.

УДК 69.057.12—4122

Лепский В. И., Семченков А. С., Орловский Ю. И. Усовершенствованный вариант серии 1.020-1. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 6—9

Приведены результаты работы по совершенствованию конструкций и сокращению номенклатуры серии 1.020-1 при одновременном расширении области ее применения, сокращении расхода стали и трудозатрат. Даны технико-экономические показатели панелей пролетом 6, 9 и 12 м. Ил. 4, табл. 1.

УДК 621.039.4:624.092

Испытания модели корпуса высокого давления из преднапряженного железобетона/К. З. Галустов, В. П. Коневский, В. Г. Малавин, Ю. С. Любачко. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 9—11

Представлены результаты испытания опытного корпуса реактора из преднапряженного железобетона на сочетании усилия от предварительного напряжения, внутреннего давления и высокой температуры. Результаты экспериментов сопоставлены с расчетом. Ил. 3, список лит.: 2 назв.

УДК 69.022.97

Колонины из бетона, твердеющего под давлением/А. П. Васильев, Н. Г. Матков, Г. В. Мурашкин и др. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 11—12

Приведены результаты испытаний натурных колонн из бетона, твердеющего под давлением, на центральное сжатие. Дано сопоставление теоретического и фактического упрочнения бетона в колоннах. Отмечено, что применение метода виброгидропрессования при производстве колонн по серии 1.020-1 (6. ИИ-04) позволяет сократить продольное армирование более чем на 20% без снижения несущей способности колонн. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 4 назв.

УДК 666.97.015:624.143.2

Гончарова Л. С., Творогов А. И. Учет прочности льда в бетонах, твердеющих на морозе. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 13—14

Рассмотрена возможность учета прочности льда в бетонах, содержащих противоморозные добавки, с целью частичного загрузки конструкций до приобретения бетоном проектной прочности. Ил. 2.

УДК 691.327:691.175:691.316.666.965.2:539.377

Павлов В. И. Температурные деформации полимерсиликатного раствора. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 14—15

Приведены результаты лабораторных исследований температурных деформаций полимерсиликатного раствора. Установлено, что коэффициент линейного температурного расширения полимерсиликатного раствора близок к соответствующему показателю обычной стали, что создает благоприятные условия для совместной работы этих материалов в армированных конструкциях. Испарение гигроскопической влаги из раствора сопровождается деформациями усадки, понижающими температурные деформации материала. Ил. 1, табл. 2.

УДК 691.54:666.9.015.45

Заседателев И. Б., Малинский Е. Н., Абдуллаев М. М. Тепловыделение цемента при твердении бетона в гелиоформах. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 16—18

Изложены результаты экспериментального исследования степени участия тепловыделения цемента в прогреве бетона при ускоренном твердении изделий в гелиоформах с применением солнцезащитных

покрытий СВИАП. Показано, что при гелиотехнологии внешнее тепловое воздействие обеспечивает высокую степень использования внутреннего источника энергии: до 50% тепла, идущего на прогрев бетона, поставляет экзотермия цемента. Ил. 4.

УДК 691.327:666.973.2.666.64-492.3:666.9.046

Цыро В. В., Скитиба Н. Т. Тепловая обработка изделий из керамзитобетона в продуктах сгорания природного газа. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 18

Рассмотрен один из способов экономии энергоресурсов при производстве сборного железобетона — термообработка железобетонных изделий в продуктах сгорания природного газа. Перечислены преимущества нового способа, показана экономическая эффективность от его внедрения.

УДК 691.327:66.04:543.712

Ицкович Л. С., Солдаткина М. Т. Влагодатча бетона после термообработки. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 19—20

Предложена и обоснована методика расчета влаговыведений бетонных изделий, распыляемых после термообработки, по измеренным температурам остывающей поверхности. Ил. 1, список лит.: 5 назв.

УДК 666.973.32:666.9.055

Максимов С. В., Полонский Л. А., Судаков В. В. Безвибрационное формование керамзитобетонных конструкций. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 20—21

Приведены результаты экспериментальных исследований режимов безвибрационного формования керамзитобетонных конструкций. Исследованы свойства керамзитобетона, отформованного с помощью перепада давлений. Даны рекомендации по применению способов безвибрационного формования. Ил. 2, табл. 3, список лит.: 3 назв.

УДК 624.072.23.012 45:539.4

Ермуханов К. Е. Прочность высоких балок по наклонному сечению при действии изгибающих моментов и поперечных сил. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 23—24

Приведены анализ и сравнение данных существующих экспериментальных исследований прочности высоких железобетонных балок по наклонному сечению при совместном действии изгибающих моментов и поперечных сил с методами их расчета по СНиП II-21-75. Установлено, что последние существенно переоценивают несущую способность таких балок. Предлагается вводить поправочный коэффициент в формулы СНиП, что дает хорошую сходимость результатов опытов и расчета высоких балок. Ил. 2, список лит.: 4 назв.

УДК 625.888:691.328

Витман К. Я. Опыт изготовления длинномерных бортовых камней. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 24

Предлагается менее металлоемкая и более экономичная усовершенствованная конструкция железобетонных бортовых камней. Список лит.: 2 назв.

УДК 69.054

Меламут Л. Ш. Определение эффективности затрат, связанных с повышением долговечности конструкции. — Бетон и железобетон, 1983, № 11, с. 26—27

Предложен способ оценки экономической целесообразности затрат на усовершенствование конструкций, обеспечивающее повышение их долговечности, исходя из нормативного срока окупаемости дополнительных затрат.

Приведена таблица предельно допустимых коэффициентов удорожания базовой конструкции при замене ее более усовершенствованной; предложен критерий для выбора наиболее выгодного варианта такой конструкции.

Указывается на возможность использования предлагаемого способа расчета для выбора наиболее целесообразного проектного решения сооружения в целом. Табл. 1, список лит.: 3 назв.

CONTENT

Gorjatchev V. N., Selivanova S. A., Korganov A. G. Selfstressed steel tubes with steel cylinders
 Salihova M. A. Chemically resistant plates for flooring
 Lepsky V. I., Semchenkov A. S., Orlovsky Yu. I. A modernized variant of series 1.020-1
 Galustov K. Z., Konevsky V. P., Maljavin V. G., Lobachko V. S. Testing of model of the high pressure case made of prestressed reinforced concrete
 Vasiliev A. P., Matkov N. G., Murashkin G. V., Butenko S. A., Afanasiev I. G. Columns of concrete hardening under pressure
 Goncharova L. S., Tvorogov A. I. Consideration of strength of ice in concrete hardening on the frost
 Pavlov V. I. Temperature strains of the polymer silicate solutions
 Zasedatelev I. B., Malinsky E. N., Abdullaev M. M. Heat release of cement during hardening of concrete in helio moulds
 Tsiro V. V., Skitiba N. T. Thermal treatment of expanded-clay lightweight concrete articles with natural gas combustion products
 Itskovitch I. S., Soldatkina M. T. Water yielding capacity of concrete after thermal treatment
 Maksimov S. V., Polonsky L. A., Sudakov V. V. Moulding of expanded clay lightweight concrete structures without vibration
 Shishkin A. A. Peculiarities of concreting the joints with cements and solutions with antifreeze admixtures
 Ermukhanov K. E. Strength of deep beams in the inclined section when effected by the bending moments and the cross forces
 Mikhailov V. V., Stepanova V. F., Airapetov G. A., Harchenko I. Y. Effect of thermal treatment on resistance to attack by corrosion of reinforcement in the expanded clay lightweight concrete

CONTENU

Gorjatchev V. N., Selivanova S. A., Korganov A. G. Les conduites autocontraintes en acier avec un cylindre en acier
 Salikhova M. A. Les dalles pour les planchers résistantes aux acides
 Lepsky V. I., Semchenkov A. S., Orlovsky Yu. I. La variante perfectionnée de la série 1.020-1
 Galoustov K. Z., Konevsky V. P., Maljavin V. G., Lubatchko V. S. Les essais de modèle du corps de la haute pression en béton armé précontraint
 Vassiliev A. P., Matkov N. G., Mourachkine G. V., Boutenko S. A., Afanasjev I. V. Les colonnes en béton durcissant sous la pression
 Gontcharova L. S., Tvorogov A. I., La prise en considération de la résistance de glace en bétons durcissants par temps froid
 Pavlov V. I. Les déformations thermiques du mortier polymère-silicique
 Zasedatelev I. B., Malinsky E. N., Abdullajev M. M. Dégagement calorifique du ciment pendant le durcissement du béton dans les hélioformes
 Tsyro V. V., Skitiba N. T. Le traitement thermique des pièces en béton de céramsite dans les produits de combustion du gaz naturel
 Itskovitch L. S., Soldatkine M. T. Le rendement de l'eau du béton après le traitement thermique
 Maksimov S. V., Polonsky L. A., Sudakov V. V. Le formage non-vibratoire des structures en béton de céramsite
 Chichkine A. A. Les particularités de l'action de rendre monolithes les joints par les bétons et par les mortiers avec des adjuvants anti-gels
 Ermoukhanov K. E. La résistance de hautes poutres le long de la section oblique sous l'action des moments de flexion et des forces transversales
 Mikhailov V. V., Stepanova V. Ph. Ajrapetov V. A., Khartchenko I. Ya. L'influence du traitement thermique sur la résistance aux acides des armatures dans le béton de céramsite sur la base de NTs

INHALT

Gorjatschew W. N., Seliwanowa S. A., Korganow A. G. Stahlrohre aus selbstvorspannendem Beton mit Stahlzylinder
 Salichowa M. A. Chemisch beständige Fussbodenplatten
 Lepski W. I., Semtschenkow A. S., Orlovski Ju. I. Verbesserte Variante der Serie von 1.02-1
 Galustow K. S., Konewski W. P., Maljavin W. G., Ljubatschko W. S. Prüfung des Gehäusemodells von hohem Druck aus vorgespanntem Stahlbeton
 Wassiljew A. P., Matkow N. G., Muraschkin G. W., Butenko S. A., Afanasjev I. W. Stützen aus unter Druck zu erhärtendem Beton
 Gontscharowa L. S., Tvorogow A. I. Berechnung der Eisfestigkeit in bei Frost zu erhärtendem Beton
 Pawlow W. I. Temperaturdeformationen des Polymersilikatmörtels
 Sassedatelew I. B., Malinski Je. N., Abdullajew M. M. Wärmeausscheidung des Zements bei Betonverhärtung in mit der Sonne zu erwärmenden Formen
 Zyro W. W., Skitiba N. T. Warmbehandlung von Erzeugnissen aus Keramikbeton in Verbrennungsprodukten des Naturgases
 Izkowitsch L. S., Soldatkina M. T. Feuchtigkeitsabgabe des Betons nach Wärmebehandlung
 Maksimow S. W., Polonski L. A., Sudakow W. W. Formgebung ohne Rüttelung von Keramikbetonkonstruktionen
 Schischkin A. A. Besonderheiten des Vermörtelns von Stößen mit Betonen und Mörteln mit Frostschutzzusatzmitteln
 Jermuchanow K. Je. Festigkeit von hohen Trägern durch geneigten Durchschnitt unter Wirkung von Biegemomenten und Querkraften
 Michailow W. W., Stepanowa W. F., Ajrapetow G. A., Chartschenko I. Ja. Einfluss der Wärmebehandlung auf Korrosionsbeständigkeit der Bewehrung im Keramikbeton unter Anwendung von Quellzement

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Демянюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), В. М. Москвин, Ю. М. Мухин, Д. А. 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 13.09.83.
 Формат 60×90/8

Печать высокая

Подписано в печать 21.10.83.
 Усл. печ. л. 4,0

Тираж 14525 экз.
 Уч.-изд. л. 5,86

Т-20901
 Зак. 352

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 издательств, полиграфии и книжной торговли г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

№ 22*

№ 1023050. Н. Г. Кузьменко, А. Н. Ахматовский и Н. И. Гамаюнов. Трест Сахалинпромстрой Главдальстроя. **Щитовая опалубка.**

№ 1023051. В. П. Балашов. Стойка для закрепления за строительную конструкцию.

№ 1024015. Томас Филипп Мерфи (Канада). Устройство для соединения двух строительных элементов.

№ 23

№ 1024579. Г. Р. Розенвассер, Д. Э. Якимчук, В. И. Ольмезов и др. Донецкий Промстройинипроект. **Подвижная опорная часть строительной конструкции.**

№ 1024569. Н. Н. Поляков, Л. В. Хайндрава, А. П. Гаевой и П. И. Есютин. ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко и Ставропольское отделение Всесоюзного объединения межколхозных строительных организаций Крайколхозстрой. **Плита покрытия.**

№ 1024570. Л. В. Лайхтман, В. И. Скрибо и О. Т. Гавришук. ИСиА Госстроя БССР. **Арматурный элемент.**

№ 1024571. В. С. Гузь, Ю. А. Исаенко, Н. П. Дурницкий и др. Коммунарский горно-металлургический ин-т. **Устройство для образования анкерных головок на арматурных стержнях.**

№ 1024572. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР.

Способ монтажа плит перекрытий.

№ 1024574. Г. И. Гескин, Б. Я. Грувер и Р. Н. Красновский. Донецкий Промстройинипроект. **Горизонтально-скользящая опалубка.**

№ 1024575. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. **Способ возведения здания.**

№ 1024576. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. **Устройство для монтажа плит перекрытий.**

№ 1024577. В. Г. Мохов. Кондуктор для монтажа и обслуживания купольных оболочек.

№ 1024578. В. Н. Буров, С. М. Гитник, И. А. Горобец и Л. Ф. Конева. ПИ № 2 Госстроя СССР. **Склад сыпучих материалов.**

№ 24

№ 1025771. В. А. Гордеев, Н. В. Кочкин, В. В. Склезнев и С. И. Клинов. Гипропромтрансстрой. **Безбалластное железобетонное основание железнодорожного пути.**

№ 1025778. А. С. Мацкевич, Н. Н. Маркевич и В. Х. Шкляр. **Стыковое соединение элементов сборной железобетонной конструкции.**

№ 1025779. П. А. Дмитриев, Ю. Д. Стрижаков и Т. В. Горбунова. Новосибирский инженерно-строительный ин-т. **Опорная часть моста.**

№ 1025780. С. И. Филатов, В. И. Кудряшов, В. И. Телегин и др. ЛИИЖТ и мостоотряд № 19 треста Мостострой. **Устройство для монтажа блоков пролетного строения моста.**

№ 1025786. А. И. Бураков и В. Ф. Дунин. СКБ Мосгидросталь. **Армокаркас железобетонного трубопровода.**

№ 1025792. В. И. Феклин. ДИСИ. **Стеновая конструкция (ее варианты).**

№ 1025793. Ю. Н. Никифоров, В. И. Феклин и В. Б. Швец. ДИСИ. **Способ возведения стены в грунте.**

№ 1025794. С. Л. Хасаневич и М. И. Никитенко. Белорусское отделение ВНИПИЭнергопром и БПИ. **Способ возведения подземной конструкции.**

№ 1025795. Т. И. Стоянова, В. Н. Голубков, В. Б. Хвостанцев и Е. Г. Пушкин. Одесский инженерно-строительный ин-т. **Способ возведения в грунте сборной свай.**

№ 1025802. В. Ф. Пясецкий, Л. Л. Мачабели, Ю. С. Алексеев и А. Д. Гожий. ЦНИИОМТП. **Анкерное устройство для крепления оборудования к фундаменту.**

№ 1025821. С. В. Макаров, А. С. Столевиц, Т. А. Командрина и др. Одесский инженерно-строительный ин-т. **Стыковое соединение наружных и внутренней стеновых панелей.**

№ 1025823. Л. З. Аншин. МНИИТЭП. **Железобетонная плита.**

№ 1025825. В. И. Трофимов, В. Б. Микуляк, К. Н. Илленико и Л. Н. Шамолина. ЦНИИСК. **Висячее покрытие здания и сооружения.**

№ 1025826. О. Б. Конопелько, В. Н. Щелконогов и В. Д. Хованский. НПО Союзспецфундаменттяжстрой. **Бетононасос.**

№ 1025832. Х. Н. Белалов, Л. М. Фогель, Е. М. Киреев и др. НИИЖБ и ВНИИ метизной промышленности. **Арматурная проволока периодического профиля.**

№ 1025834. Г. Я. Аласюк и В. П. Шмойлова. Куйбышевский филиал Оргэнергостроя. **Опалубочный щит для возведения бетонных сооружений.**

№ 1025835. А. И. Пижов, Б. А. Глухов, Б. А. Крылов и др. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. **Термоактивный щит опалубки.**

№ 1025837. В. К. Файбишенко, В. П. Птичкин, В. П. Деев и др. ПО Мосспецпромпроект и Московский архитектурный ин-т. **Опалубка для бетонирования плит перекрытий с ребрами.**

№ 1025839. В. П. Балашов. **Монтажные приспособление для установки строительных изделий.**

№ 1025840. Е. В. Горохов, И. Р. Рухович, Н. Н. Железняк и Ю. А. Тов. Макеевский инженерно-строительный ин-т. **Способ разрезания колонн каркаса в действующих промышленных зданиях.**

№ 1025841. Н. И. Шамриков. СКТБ Стройиндустрия. **Многоэтажное здание.**

№ 1025845. Л. В. Кибиткин. **Предварительно напряженная пространственная ферма и способ ее монтажа.**

№ 1025846. Г. Г. Манкулов и В. И. Станишевский. Тбилисский филиал Оргэнергостроя. **Способ монтажа высотных конструкций и устройство для его осуществления.**

№ 26

№ 1028762. В. Г. Кваша, П. Н. Коваль и И. С. Костив. Львовский политехнический ин-т. **Соединение имеющей вырезы накладной плиты проезжей части с балками железобетонного пролетного строения моста.**

№ 1028785. А. М. Гельфанд и др. Г. С. Лекумович и И. Я. Лучков-

ский. Харьковский Промстройини-проект. **Фундамент зданий, сооружений.**

№ 1028786. Н. А. Коренюк и К. Д. Романов. КиевЗНИИЭП. **Фундаментный объемный блок.**

№ 1028787. М. И. Забылин и С. В. Липовский. Новосибирский инженерно-строительный ин-т. **Свайный фундамент.**

№ 1028798. А. Д. Нелипа. Ленинградский научно-исследовательский и проектный ин-т по жилищно-гражданскому строительству. **Многоэтажное здание.**

№ 1028799. А. Б. Руссоник, Е. А. Лившиц, С. А. Карельский и др. Опытное производственное предприятие Энерготехпром. **Секция сборно-разборного здания или сооружения.**

№ 1028804. А. С. Тяжлов, Г. Н. Крючков, В. Д. Розенблит и Л. И. Щелокова. Трест № 24 Мос-облестрой. **Плита для пскрытий и перекрытий здания.**

№ 1028805. Г. Н. Львов и В. А. Максимова. МНИИТЭП. **Висячее покрытие зданий и сооружений.**

№ 1028806. Н. В. Канчели, Б. М. Гурьевич, Е. Н. Владимиров и М. Д. Филиппов. СПО Союзкурорт-проект. **Цилиндрическая висячая оболочка на прямоугольном плане.**

№ 1028807. Ю. Р. Скуянс и Д. И. Штакельберг. Рижский политехнический ин-т. **Способ изготовления трехслойных панелей.**

№ 1028808. В. Г. Савельев, В. К. Бондаренко и Н. П. Малярук. СКТБ с опытным производством стеклопластиков Института механики АН УССР. **Многослойная панель.**

№ 1028809. А. И. Мордич, А. В. Золотов, Н. Н. Маркевич и А. Л. Поляков. НПО Дорстройтехника. **Железобетонная балка.**

№ 1028810. Л. А. Кулагин. **Напряженная длинномерная строительная конструкция.**

№ 1028811. А. Е. Антонюк, В. Н. Першаков, А. Г. Онищенко и И. Г. Любченко. Украинский научно-исследовательский и проектный ин-т гражданского сельского строительства. **Рама каркаса здания.**

№ 1028812. Б. А. Никифоров, В. А. Харитонов, Вик. А. Харитонов и др. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. **Арматурная проволока периодического профиля.**

№ 1028813. А. Д. Назаров и А. М. Бикчектаев. НИИПромстрой. **Арматурный каркас.**

№ 1028814. Т. И. Мамедов и Н. М. Мулин. НИИЖБ. **Арматурный предварительно напряженный элемент.**

№ 1028818. Е. П. Рыльков и И. М. Лисунов. Северо-Кавказский ЗНИИТЭП сельского строительства. **Пробка для образования в бетонном изделии колодца под анкерный болт.**

№ 1028819. Е. Б. Терехов и В. М. Скрипник. ПКТБ Узводприборавтоматика. **Устройство для предварительного натяжения арматуры на поддоне.**

№ 1028820. Б. П. Белов и Ю. С. Жемчужников. Государственный Всесоюзный дорожный научно-исследовательский ин-т. **Способ изготовления железобетонных конструкций.**

№ 1028821. И. Д. Черненко. **Устройство для монтажа стеновых панелей.**

* См.: Открытия, изобретения, 1983.

ВНИМАНИЮ

**руководителей строительно-монтажных и
проектно-технологических организаций,
учебных комбинатов, учреждений профтехобразования,
высших и средних учебных заведений строительного
профиля!**

Стройиздатом подготовлена к изданию

серия плакатов

**«НОРМОКОМПЛЕКТЫ ДЛЯ
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ»**

На 35 двусторонних плакатах представлены технологические комплекты для выполнения 24 видов строительно-монтажных работ. Красочные иллюстрации и перечни технических средств, составляющих нормокомплект для рекомендуемых составов бригад и звеньев, представляют собой доходчивое наглядное пособие для обучения рабочих и студентов. Они помогут при формировании нормокомплектов в строительных организациях, при составлении заявок на средства малой механизации, оснастку, механизированный и ручной инструмент, средства измерений и контроля, средства индивидуальной защиты рабочих.

Представленные на плакатах нормокомплекты отражают современный уровень технологии строительного производства и опыт передовых строительных организаций.

Рекомендуемые нормокомплекты дают возможность повышения производительности и сокращения затрат ручного труда, повышения степени его безопасности и улучшения качества работ.

Выпуск плакатов в свет намечается в III—IV кварталах 1983 г. По мере выхода из печати плакаты будут направляться в соответствии с заказом **НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ**.

Бланк-заказ направлять по адресу: 101442, Москва, Каляевская, 23а, Стройиздат, отдел распространения.

Б Л А Н К - З А К А З

№ п.п.	Название серии	Заказываемое кол-во комплектов	Цена комплекта	Сумма
1	Нормокомплекты для строительно-монтажных работ		5 р. 25 к.	

Адрес:

Телефон:

М. п.

Распорядитель кредита _____

Главный бухгалтер _____