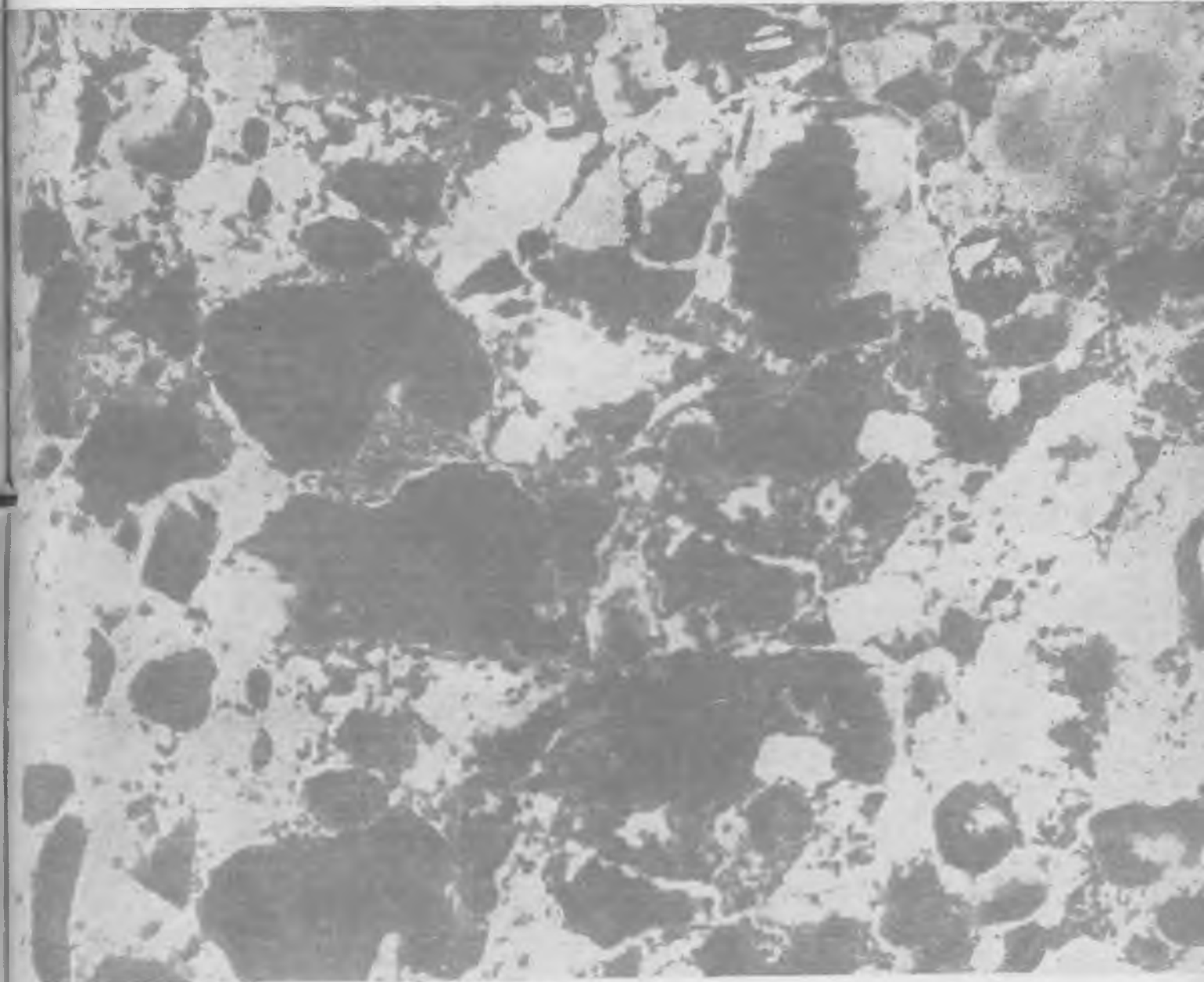
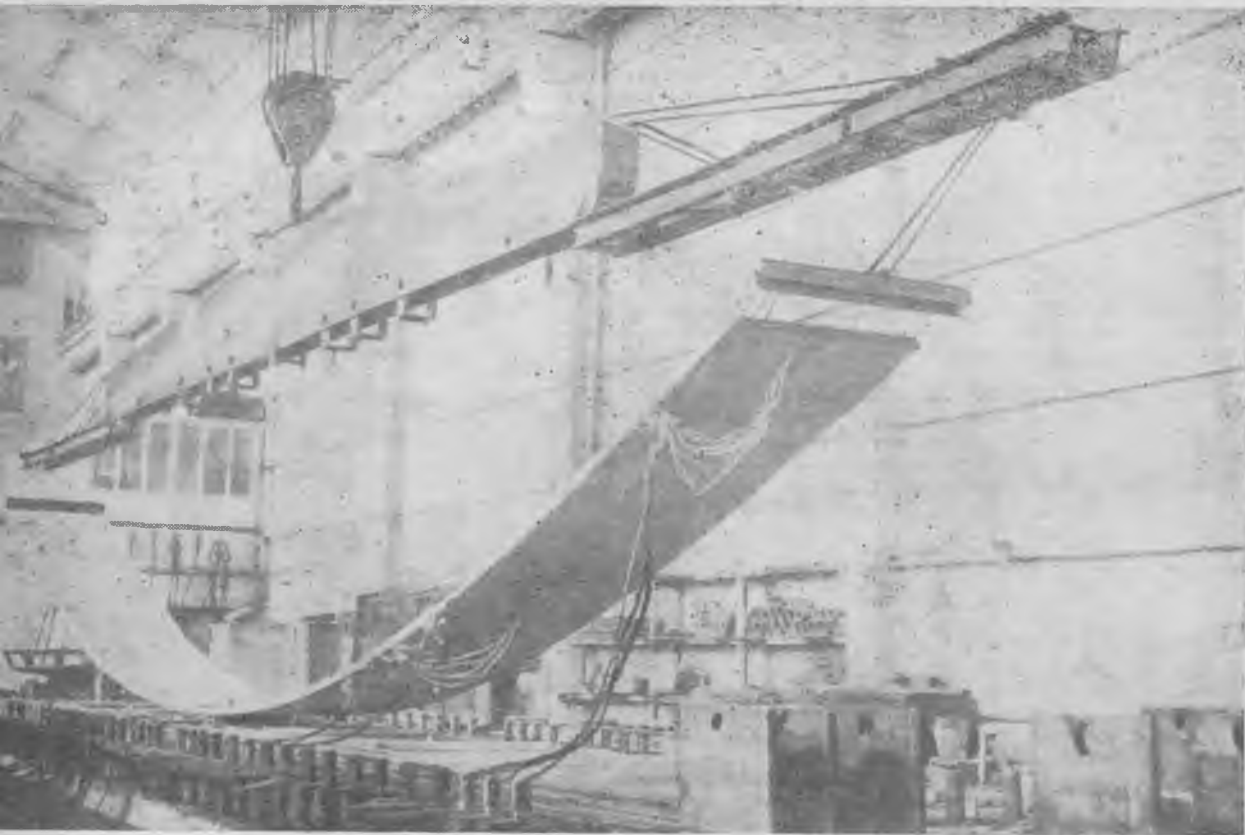


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 4

1986

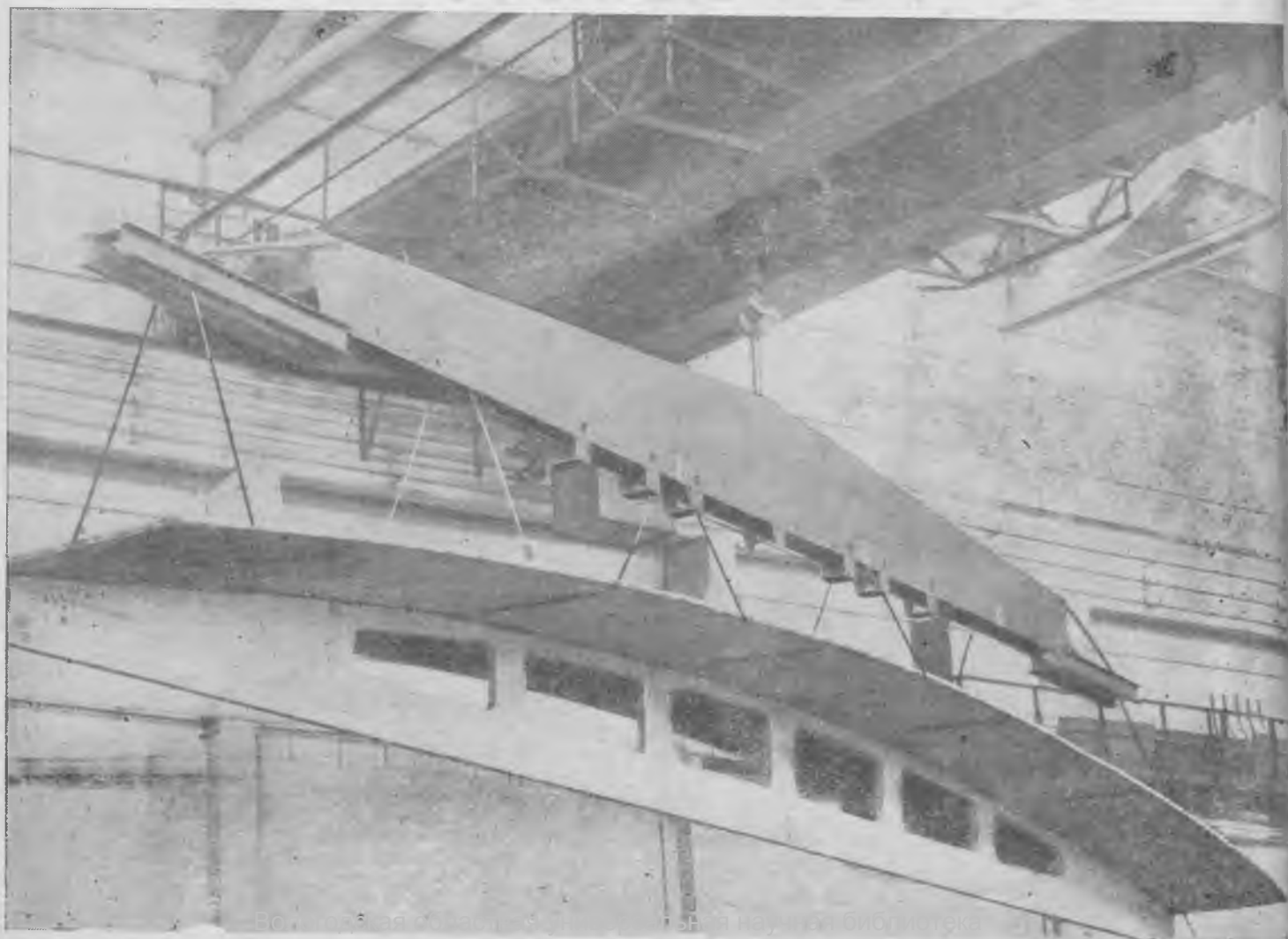




Гибкая трещиностойкая железобетонная плита на длинной 24 м и толщиной 40 мм с двухосным преднапряжением

T-образная плита на пролет 3×18 м, смонтированная из пластин с двухосным преднапряжением

(к статье В. В. Михайлова, Б. В. Гусева «Изготовление тонких пластин и плит с двухосным преднапряжением»)



БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

4 (373)

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Апрель 1986

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!	
По пути научно-технического прогресса	2
Трибуна соревнующихся	
Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования	3
Конструкции	
<i>Бородачев Н. А., Береснев В. Л., Колчин М. В., Мердеев М. Х.</i> Испытания элеватора с силосным корпусом из керамзитобетона	4
<i>Каламдадзе В. Ш.</i> Анкерно-угловые легкобетонные опоры для воздушных линий электропередачи	6
Бетоны	
<i>Павлов В. И., Геворкян А. А., Волокитин Г. Г.</i> Ограждающие конструкции из плазмированного полимерсиликатбетона	9
<i>Волженский А. В.</i> Влияние концентрации вяжущих на их прочность и деформативность при твердении	11
Заводское производство	
<i>Сабуров В. С., Соловьев Б. В.</i> Кассетная форма для изготовления Z-образных лестничных маршей	13
<i>Козлов Н. П., Курносоев Э. А., Дубин Е. М.</i> Производство газобетонных изделий	14
<i>Михайлов В. В., Гусев Б. В.</i> Изготовление тонких пластин и плит с двухосным преднапряжением	15
Строительное производство	
<i>Лагойда А. В., Романова Н. А., Мельник Ю. Р., Файнгольд И. Я.</i> Использование обработанного добавкой ЩСПК песка для бетона	17
Вопросы реконструкции	
<i>Фомица Л. Н.</i> Контроль напряженного состояния сжатых элементов железобетонных конструкций	19
Вопросы экономики	
<i>Саакян А. О., Газарян Ю. Х., Тер-Оганян М. Г.</i> Технико-экономическая оценка конструктивных узлов каркасных зданий	21
В помощь проектировщику	
<i>Демчук Л. И., Милонов В. М.</i> Уточнение расчета изгибаемых жаростойких элементов с арматурой класса А-III	23
В порядке обсуждения	
<i>Миронов С. А., Москвин В. М.</i> К вопросу о теории искусственных конгломератов и «законе створа»	25
Стандарты и нормативные документы	
<i>Корнев Н. А., Кузьмич Т. А.</i> Новое в проектировании конструкций из легких бетонов (по материалам СНиП)	27
Библиография	
<i>Холмянский М. М., Коган Е. А.</i> Полезное пособие	28
<i>Бердичевский Г. И.</i> Книга о сталебетонных конструкциях	29
Информация	
<i>Трамбовецкий В. П.</i> Методы испытаний РИЛЕМ для ячеистых бетонов	30



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

© Стройиздат, 1986

ПО ПУТИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Строительные коллективы Московской области, вступив в первый год двенадцатой пятилетки, настойчиво трудятся над выполнением задач, поставленных перед отраслью XXVII съездом КПСС.

В Политическом докладе Центрального Комитета КПСС XXVII съезду Коммунистической партии Советского Союза Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Горбачев М. С. отметил, что техническую реконструкцию мы не сможем осуществить без коренного улучшения капитального строительства. А это требует поднять на новый индустриальный и организационный уровень весь строительный комплекс, минимум в 2 раза сократить инвестиционный цикл как при реконструкции предприятий, так и при сооружении новых объектов. Нельзя более мириться с низкими темпами строительства, из-за чего замораживаются огромные средства, тормозится научно-технический прогресс в народном хозяйстве.

Борьба за рациональное использование ресурсов, всемерное повышение качества продукции, ускоренное внедрение достижений научно-технического прогресса, широкое распространение бригадного и коллективного подряда в строительстве — вся эта созидательная работа нацелена на ускорение социально-экономического развития страны, дальнейшее улучшение жизни советских тружеников. Проводимая партийными организациями области массово-политическая работа способствует большому политическому и трудовому подъему в строительных подразделениях, среди всех тружеников Подмосковья. Это особенно проявляется в размахе социалистического соревнования за досрочное выполнение и перевыполнение плановых заданий 1986 г., каждодневном упорном труде многих передовых коллективов строителей.

За годы одиннадцатой пятилетки труженики Московской области добились определенных успехов в развитии всех отраслей экономики. Вклад в общее дело внесли и строители. Ими немало сделано по реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий подмосковной индустрии. На основе расширения применения прогрессивных конструкций, новых эффективных материалов, внедрения передовой технологии осуществлено дальнейшее повышение технического уровня строителей.

Строительные коллективы Московской области в результате широко развернувшегося социалистического соревнования новыми трудовыми успехами встретили XXVII съезд КПСС. Передовые подразделения строительных предприятий и организаций досрочно рапортовали о выполнении плановых заданий завершающего года одиннадцатой пятилетки.

В народном хозяйстве области за счет всех источников финансирования на 1 января 1986 г. введено в действие основных фондов общей стоимостью 1,8 млрд. р., в том числе по объектам производственного назначения — 1,3 млрд. р. В 1985 г. в целом по области произведено более 3,4 млн. м³ сборного железобетона, около 4,58 млн. т цемента.

В 1985 г. были введены в действие в установленном порядке пусковые комплексы и объекты на 14 важнейших стройках, в том числе на 4 стройках первостепенной важности. Кроме того, на начало 1986 г. государственные комиссии приняли в эксплуатацию производственные мощности на заводе «Электросталь» им. Тевосяна, Люберецком заводе сельскохозяйственных машин им. Ухтомского, Климовском и Давыдовском заводах сельскохозяйственного машиностроения, Куровском меланжевом комбинате Орехово-Зуевского района, Ступинском заводе ячеистого бетона.

В 1985 г. капитальные вложения на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий составили 660 млн. р., объем строительно-монтажных работ, выполненный собственными силами государственных подрядных организаций, составил 1,2 млрд. р.

Основной генподрядчик области — Главмособлстрой выполнил в 1985 г. подрядных работ на сумму 725,3 млн. р.,

произвел товарной строительной продукции на сумму 662,2 млн. р.

За счет всех источников финансирования в 1985 г. на территории области построено жилых домов общей площадью 2,4 млн. м².

В течение 1985 г. передовые коллективы строителей внесли заметный вклад в дело социального переустройства сел Подмосковья. Высоких показателей добились строительные организации Егорьевского, Лотошинского, Шаховского, Воскресенского районов области и города Электростали. Показателен опыт работы строителей Шаховского и Рузского районов. Борясь за достижение высоких рубежей, трудовые коллективы строителей этих районов заключили трудовой договор о своевременном вводе в совхозах и колхозах жилых домов усадебного типа. Так, коллективами ПМК-96 треста Мособлсельстрой № 18 построены и досрочно сданы в эксплуатацию более 35 домов усадебного типа в совхозе «Волочаново». Следует отметить, что все дома выполнены из кирпича, арболита и керамзитобетона.

По итогам Всероссийского социалистического соревнования за успешное выполнение Государственного плана экономического и социального развития РСФСР на 1985 г. и заданий одиннадцатой пятилетки, достойную встречу XXVII съезда КПСС переходящим Красным знаменем Совета Министров РСФСР и ВЦСПС награжден коллектив Буньковского экспериментального завода по производству деталей домов для села. Тружениками завода ко дню открытия XXVII съезда КПСС выпущено сверхплановой продукции на сумму более 14 тыс. р.

Среди награжденных переходящим Красным знаменем коллектив мытищинского комбината «Стройперлит». Это предприятие создано на базе бывшего кирпичного завода. В настоящее время оно занимает ведущее место в строительной индустрии страны по производству вспученного перлитового песка, теплоизоляционных и перлитофосфогелевых плит, сэндвич-панелей из перлитопластбетона. Труженики комбината обязались в 1986 г. довести производство прогрессивных сэндвич-панелей до 100 тыс. м².

В 1986 г. строителям Подмосковья предстоит осуществить напряженную программу. Капитальные вложения возросли по всем источникам финансирования, расширена география пусковыхстроек. Значительная часть средств направлена на реконструкцию и наращивание мощностей действующих предприятий, где основной объем работ предстоит выполнить подразделениям Главмособлстрой.

Трудовые коллективы строителей области обязались в 1986 г. на основе лучшего использования научно-технического потенциала, совершенствования управления и организации производства досрочно выполнить план строительно-монтажных работ на Куровском меланжевом объединении, Подольском механическом заводе им. Калинина, Истринском комбинате хлебопродуктов. Намечено сократить сроки освоения производственных мощностей на Храпуновском инструментальном заводе, стана 350/250 на заводе «Электросталь», досрочно ввести в эксплуатацию два блока Загорской гидроаккумулирующей станции.

Стремясь внести достойный вклад в реализацию социальной программы партии, строители области обязуются сдать в эксплуатацию жилых домов общей площадью 2,3 млн. м², школы на 15,4 тыс. мест, больницы на 1200 коек, построить в совхозах и колхозах области 1,2 тыс. жилых домов усадебного типа, обустроить объектами социально-бытового и культурного назначения 102 производственных центра.

Взятый партией курс на интенсификацию экономики страны, совершенствование стиля и методов работы партийных организаций, повышение ответственности кадров и укрепление дисциплины на всех участках дает ощутимые результаты. Трудиться и дальше с высокой отдачей, отметить 1986 год — год XXVII съезда КПСС ударной, вдохновенной работой — дело чести каждого коллектива, каждого строителя.

Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования

В результате широко развернувшегося Всесоюзного социалистического соревнования коллективов научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР за успешное выполнение и перевыполнение заданий одиннадцатой пятилетки в 1985 г. многие организации добились высоких показателей в создании и внедрении новой техники, обеспечивающей получение большого экономического эффекта в народном хозяйстве, снижение трудозатрат, материалоемкости, в том числе металлоемкости, снижение себестоимости продукции, и при этом добились высоких показателей в выполнении плановых заданий и принятии социалистических обязательств.

Рассмотрев итоги Всесоюзного социалистического соревнования коллективов 21 научно-исследовательской организации, коллегия Госстроя СССР и президиум ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов постановляют:

Признать победителем соревнования с сохранением переходящего Красного знамени Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов с выплатой первой денежной премии коллективу Литовского научно-исследовательского института строительства и архитектуры Госстроя Литовской ССР, Каунас.

Признать победителями соревнования и наградить переходящими Красными знаменами Госстроя СССР и ЦК профсоюза с выплатой первых денежных премий коллективы:

ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательского института бетона и железобетона Госстроя СССР, Москва;

ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательского института оснований и подземных сооружений имени Н. М. Герсеванова Госстроя СССР, Москва.

Наградить вторыми денежными премиями коллективы:

Научно-исследовательского института строительных конструкций Госстроя СССР, Киев;

ордена Трудового Красного Знамени Центрального научно-исследовательского

института строительных конструкций имени В. А. Кучеренко Госстроя СССР, Москва;

Белорусского научно-исследовательского и проектно-технологического института организации и управления строительством Госстроя БССР, Минск.

Отметить хорошую работу коллективов:

Научно-исследовательского института строительства Госстроя ЭССР, Таллин;

Латвийского научно-исследовательского и экспериментально-технологического института строительства Госстроя Латвийской ССР, Рига.

Выполняя решения XXVI съезда КПСС, коллективы проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР активно включились во Всесоюзное социалистическое соревнование за успешное выполнение и перевыполнение заданий одиннадцатой пятилетки.

Коллективы всех проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР с большим воодушевлением и патриотическим подъемом восприняли решения апрельского и октябрьского (1985 г.) Пленумов ЦК КПСС, итоги совещания в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса, определившие курс партии на ускорение социально-экономического развития страны, и еще шире развернули социалистическое соревнование за успешное выполнение плана экономического и социального развития на второе полугодие 1985 г. и одиннадцатую пятилетку, социалистических обязательств по достойной встрече XXVII съезда КПСС.

По итогам работы за второе полугодие 1985 г. коллективы 43 проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР выполнили условия Всесоюзного социалистического соревнования.

Коллегия Госстроя СССР и президиум ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов постановляют:

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

Государственного проектного института Киевский Промстройпроект Госстроя СССР, Киев;

Государственного проектного института Днепрпроектстальконструкция Госстроя СССР, Днепропетровск;

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 проектно-экспериментального института инженерного оборудования городов, жилых и общественных зданий Госгражданстроя, Москва;

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

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

Государственного территориального проектного института Армпромпроект Госстроя Армянской ССР, Ереван;

Государственного проектного института Эстпромпроект Госстроя Эстонской ССР, Таллин.

Признать победителями Всесоюзного социалистического соревнования и наградить переходящими Красными знаменами Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов с первыми денежными премиями коллективы:

Проектного института № 2 Госстроя СССР, Москва;

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

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и

Н. А. БОРОДАЧЕВ, канд. техн. наук, В. Л. БЕРЕСНЕВ, инж. (Куйбышевский инженерно-строительный ин-т); М. В. КОЛЧИН, М. Х. МЕРДЕЕВ, инженеры (Куйбышевский Промэнергопроект)

Испытания элеватора с силосным корпусом из керамзитобетона

управления имени Б. С. Мезенцева Госгражданстроя, Москва;

Украинского государственного проектного института Укргорстройпроект Госстроя Украинской ССР, Харьков;

Института инженерных изысканий Госстроя Литовской ССР, Вильнюс;

Государственного проектного института Молдгипрограждансельстрой Госстроя Молдавской ССР, Кишинев.

Присудить вторые денежные премии коллективам:

Государственного проектного института Казахский Промтрансстрой Госстроя СССР, Алма-Ата;

Государственного проектного и научно-исследовательского института Укрниипроектстальконструкция Госстроя СССР, Киев;

Государственного проектного института Госхимпроект Госстроя СССР, Москва;

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

Центрального треста инженерно-строительных изысканий Госстроя РСФСР, Москва;

Кубанского государственного института по проектированию объектов сельского строительства Госстроя РСФСР, Краснодар;

Института проектирования промышленного строительства Литпромпроект Госстроя Литовской ССР, Каунас;

Института инженерных изысканий Госстроя Киргизской ССР, г. Фрунзе;

Государственного территориального проектного института Таджикгипропром, Душанбе;

Государственного проектного института Армгоспроект Госстроя Армянской ССР, Ереван.

Отметить хорошую работу 19 коллективов проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР.

На мукомольном заводе в г. Куйбышеве проведены натурные испытания экспериментального элеватора вместимостью 30 тыс. т для хранения зерна. Он имеет два силосных корпуса с полезной высотой 50 м и рабочее здание. Каждый из корпусов представляет собой конструкцию, образованную двумя призматическими оболочками: наружной и внутренней диаметрами соответственно 24 и 15 м, которые соединяются между собой радиальными вертикальными стенками-диафрагмами. Центральный объем предназначен для хранения 6400 т зерна. По контуру периферийного объема расположены 20 ячеек по 430 т (рис.1).

Фундаменты выполнены свайными с кольцевым монолитным ростверком под периферийным объемом. В центральном объеме предусмотрено плавающее днище. Надсилосные плиты над периферийны-

ми ячейками изготовлены из железобетона, а центральный объем перекрыт металлическим куполом, подвешенным к четырем перекрестным фермам. Стены силосных корпусов толщиной 0,2 м возведены из керамзитобетона марки М200 в скользящей опалубке. Армирование выполнено из горячекатаной стержневой арматуры класса А-II в виде пространственных арматурных каркасов заводского изготовления. Стык каркасов предусмотрен в зонах наименьших моментов в двух вертикальных сечениях каждого пролета наружной и внутренней стен.

Днища центрального объема и периферийных ячеек имеют форму, обеспечивающую выпуск зерна на транспортеры самотеком. Кроме четырех отверстий, диаметрально расположенных в днище центрального объема, выпуск зерна предусмотрен через вертикально расположенные перепускные отверстия в одну из периферийных ячеек. Зерно из силосных емкостей поступает к норям по двум тоннелям подсилосного этажа.

Геометрическая форма поперечных сечений упрощает возведение силосных корпусов в скользящей опалубке и, учитывая достаточное число силосных емкостей для различных партий зерна, эксплуатацию сооружения в целом.

В связи с этим были проведены исследования статической работы силосных корпусов как пространственно-деформируемой системы с учетом неупругих свойств керамзитобетона [1], разработка и экспериментальное обоснование надежности стыка пространственных арматурных каркасов [2], также оценка качества керамзитобетона непосредственно в стенах силосных корпусов.

Целью натурных испытаний была качественная оценка работы стен при различных схемах загрузки и фактического трещинообразования, уточнение горизонтального давления зерна в центральном объеме ($H=50,0$ м, $D=15,0$ м) и температурных воздействий окружающей среды.

Загрузка выполняли в два этапа.

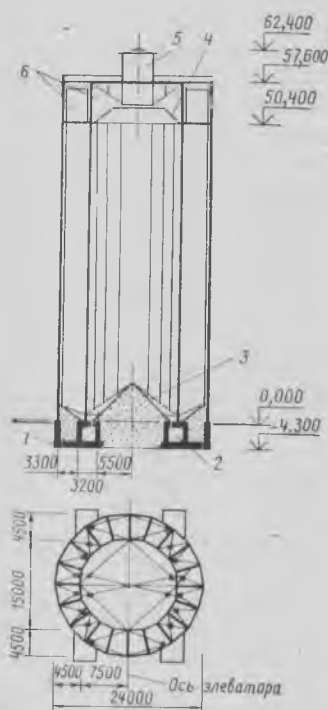


Рис. 1. Силосный корпус

1 — кольцевой свайный ростверк; 2 — подсилосный тоннель; 3 — забутка; 4 — металлический купол; 5 — галерея; 6 — надсилосный этаж

Первый предусматривал накопление зерна в центральном объеме до отметки 30,0 м, т. е. 60% емкости с последующей перегонкой его в периферийные ячейки до полного заполнения. После выдержки полностью загруженного периферийного объема проводили разгрузку. Второй этап состоял в полном загрузке центрального и 40% емкости периферийного объемов.

Горизонтальное давление зерна на стены центрального объема фиксировали на отметках 10 и 15 м; деформации горизонтальной и вертикальной арматуры — на отметках 10 и 20 м; температуру стен и воздуха — на отметках 10, 20 и 53 м. Давление зерна измеряли тензорезисторными преобразователями давления конструкции ЦНИИСК типа М70. Для повышения чувствительности преобразователи оснащали механическими усилителями, с помощью которых устанавливали диапазон измерения давлений 0...0,15 МПа. Деформации арматуры измеряли проволочными тензорезисторами с базой 20 мм. В качестве температурных преобразователей использовали полупроводниковые термометры сопротивления типа ММТ-4 с сопротивлением $R_{20} = 3$ кОм.

Контролируемые параметры фиксировали в режимах загрузки, выдержки, проточной и выгрузки. При измерении горизонтального давления отмечали его распределение по периметру. Отдельные ячейки периферийного объема дополнительно заполняли зерном для выяснения влияния его объема на изменение давления зерна в соответствующих зонах центрального объема.

В режимах загрузки и выпуска зерна отмечена неравномерность распределения горизонтального давления по периметру стены. При расстоянии между преобразователями 7,6 м единичные значения давления отличались в 3 раза и более. При этом среднее по периметру давление P_r при загрузке и выдержке в полностью загруженном объеме составляет $1,15 P_0$, где P_0 — нормативное давление зерна по СН 261-77.

Кратковременное открывание задвижки и незначительный выпуск зерна через отверстия в днище не повышают горизонтального давления. Заполнение отдельных ячеек периферийного объема и проточный режим движения зерна в них также не изменяет давления в центральном объеме. Проточный режим, выполненный в центральном объеме в течение 5 ч при одностороннем выпуске зерна через отверстия в днище со средней производительностью подачи 100 т в час, для контролируемого сечения на отметке 10 м (при расстоянии от верха засыпки $y = 28$ м) не изменил картины рас-

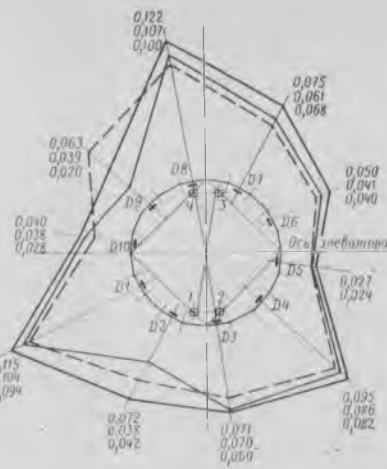


Рис. 2. Горизонтальное давление зерна по периметру стены центрального объема на отметке 10 м при разгрузке

— $y = 40$ м; $P_r = 0,071$ МПа; $P_0 = 0,061$ МПа; — $y = 28$ м; $P_r = 0,060$ МПа; $P_0 = 0,052$ МПа; - - - - $y = 19$ м; $P_r = 0,059$ МПа; $P_0 = 0,042$ МПа

пределения давления. Исключением был преобразователь в зоне над выпускным отверстием. Здесь наблюдали пульсирующее изменение давления с амплитудой 17%, или $\pm 4,9$ кПа.

Выпуск зерна не вызывает резкого увеличения давления. Горизонтальное давление начинает превышать P_0 более чем в 1,3 раза при $y = 1,3D$. При этом зафиксированы значительные изменения показаний отдельных преобразователей как в сторону уменьшения, так и увеличения (рис. 2).

Для силосов диаметром 15 м с соотношением $H/D \leq 3,3$ горизонтальное давление не превышает расчетного, преду-

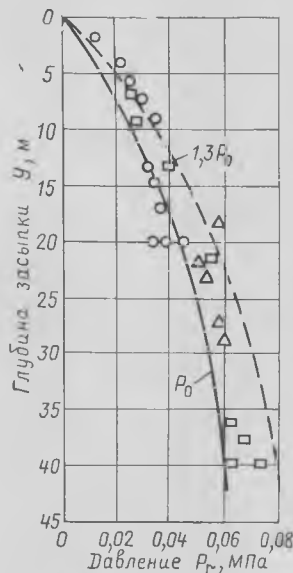


Рис. 3. Горизонтальное давление зерна на стены центрального объема при различных режимах

○ — давление при разгрузке (1-й этап испытаний); □ — давление при загрузке (2-й этап испытаний); △ — давление при разгрузке (2-й этап испытаний)

смотренного СН 261-77. Среднее давление в контролируемых уровнях при всех режимах эксплуатации составляет $P_0 < P_r < 1,3 P_0$. При выпуске зерна для сечений при $y \approx D$ среднее по периметру горизонтальное давление значительно превышает расчетное с коэффициентом перегрузки 1,3 (рис. 3).

Деформации арматуры соответствовали характеру загрузки центрального объема. Наибольшие относительные деформации горизонтальной арматуры при полностью загруженном центральном объеме наблюдались в растянутой части пролета внутренней стены на отметке 10 м и не превосходили 65×10^{-5} . Фактические приращения деформаций были ниже значений, полученных в результате статических вариантных расчетов силового корпуса как пространственно-деформируемой системы. Например, на

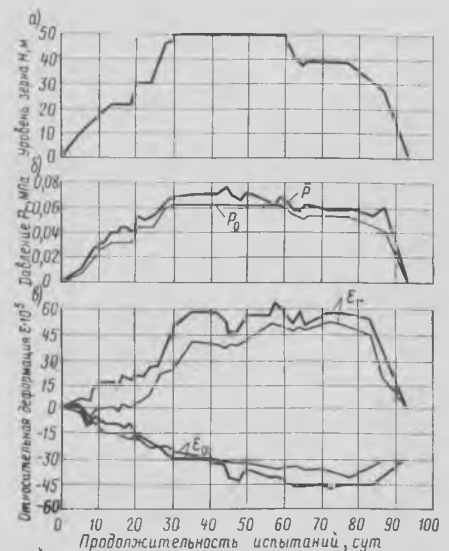


Рис. 4. Деформация арматуры стен

а — уровень зерна (2-й этап испытаний); б — горизонтальное давление на стены центрального объема на отметке 10 м; в — относительные деформации арматуры; e_r — деформации горизонтальной арматуры в пролетной части стены центрального объема; e_v — средняя деформация вертикальной арматуры стен в контролируемом сечении; — — — — — отметка 10 м; — — — — — отметка 20 м

отметке 10 м фактическое приращение деформаций наиболее растянутой арматуры в пролете составило 56×10^{-5} , а по расчету в упругой стадии — 95×10^{-5} . с учетом неупругих свойств железобетона и образования трещин — 85×10^{-5} . Для сечения на отметке 20 м приращения деформаций соответственно равны $(41; 93; 88) \times 10^{-5}$.

Максимальные приращения относительных деформаций вертикальной арматуры при полной загрузке составили 47×10^{-5} . При разгрузке силосного корпуса в вертикальной арматуре наблюдали остаточные относительные деформации 30×10^{-5} (рис. 4), что свидетельст-

вует о пластических деформациях керамзитобетона.

При освидетельствовании силосного корпуса после испытаний в наружных стенах зафиксировали повреждения в виде раздробления и смятия керамзитобетона на отметках 0...10 м. Они были вызваны недостаточной прочностью бетона в зонах перерывов бетонирования и носят локальный характер. Вертикальных трещин в наружных и внутренних стенах силосного корпуса в пределах полезной высоты, превышающих 0,05 мм, не обнаружили.

Подобное незначительное трещинообразование в стенах объясняется повышенной предельной растяжимостью керамзитобетона, насыщенного арматурой и находящегося в условиях двухосного напряженного состояния. Исследования [3] подтвердили, что напряжения в перпендикулярном направлении уменьшают ширину раскрытия трещин, причем в керамзитобетонных элементах она находится в обратной зависимости от сжимающих усилий.

Прочность керамзитобетона силосных корпусов определяли по результатам специально выбранных из различных элементов стен кернов. Последние диаметром 120 мм высверливали в бетоне возраста 150 сут через 2 м по высоте до отметки 10 м и через 4 м выше. Результаты испытаний показали, что фак-

тическая прочность керамзитобетона соответствует требованиям проекта.

Двухлетние наблюдения позволили получить картину распределения температур в стенах силосного корпуса. Так, наиболее неблагоприятное воздействие на работу элементов стен оказывает перепад температур между наружной и внутренней стенами. В течение года практически постоянно наблюдается перепад в 8—10°C и достигает 15—17°C в осенний период при наличии зерна в центральном объеме.

Анализ температурных напряжений по данным вариантных расчетов показал, что усилия в стенах от температурных воздействий среды соизмеримы с усилиями от основных расчетных нагрузок. Наличие перепада температур между стенами, вызванного снижением температуры наружной стены на 150°C, приводит к перераспределению усилий в вертикальных сечениях. Усилия во внутренней стене соответственно снижаются. Кроме того, в летние солнечные дни перепад температур в наружных стенах северной и южной ориентации может достигать 4°C, а максимальный подъем средней по сечению температуры наружной стены в течение дня — 5°C. Отмечен также практически стабильный перепад температуры по периметру внутренней стены около 8°C.

Выводы

Для силосных корпусов высотного типа расчетное горизонтальное давление зерна можно принимать по СН 261-77.

При оценке температурных воздействий на сооружения подобного типа следует учитывать максимальный перепад температур стен наружной и внутренней оболочек до 15°C. Для снижения напряжений от возможного охлаждения наружной стены рекомендуется проектировать ее более деформативной на действие усилий от диафрагм. Это можно обеспечить переносом точек перелома граней наружных стен в середину пролета между диафрагмами.

Для силосов с соотношением $H/D=3,3$ допускается разгрузка емкости через отверстие в днище независимо от уровня зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородачев Н. А., Гуревич А. Л., Пржездецкий Б. В. Теоретическое исследование напряженного состояния экспериментального силосного корпуса с учетом неупругих свойств бетона и арматуры // Исследование напряженного состояния железобетонных силосных сооружений. — Саратов: СПИ, 1981. — С. 128—143.
2. Пржездецкий Б. В. Экспериментальные исследования несущей способности петлевых стыков арматурных каркасов // Железобетонные конструкции. — Куйбышев: Изд-во Куйбышевского ун-та, 1978. — С. 58—63.
3. Лукьянов Е. Ф. К вопросу расчета трещиностойкости стен круглых силосов // Железобетонные конструкции. — Куйбышев: Изд-во Куйбышевского ун-та, 1982. — С. 82—86.

УДК 621.315.66:624.012.35-183.4

В. Ш. КАЛАНДАДЗЕ, канд. техн. наук (ГрузНИИЭГС)

Анкерно-угловые легкобетонные опоры для воздушных линий электропередачи

По разработкам ГрузНИИЭГС Минэнерго СССР в стране нашли применение легкие бетоны марок М150—600 для изготовления опор воздушных линий электропередачи. Прочность бетона стоек таких опор выбирают в зависимости от наличия того или иного вида легких заполнителей и требований, предъявляемых к несущим конструкциям в определенном регионе.

Для легких бетонов можно использовать различные искусственные и естественные пористые заполнители, в том числе и золошлаковые. В 1979—1980 гг. ГрузНИИЭГС начал работу по исследованию золошлаковой смеси в качестве

заполнителя бетона для стоек опор линий электропередачи. В 1980 г. на базе золошлаковых отходов Углегорской ГРЭС (Донецкой обл.) на Мироновском заводе ЖБК были изготовлены 26-метровые центрифугированные стойки из бетона марки М500, которые установлены на линии напряжением 110 кВ Рославль — Ершицы Смоленской обл. (рис. 1). На линии электропередачи напряжением 110—330 кВ в качестве промежуточных опор применяли железобетонные стойки, а для анкерно-угловых опор — металлические.

В последнее время Энергосетьпроект разработал эффективные конструкции

центрифугированных угловых и анкерно-угловых опор со стойками длиной 20 и 26 м, диаметром 800 мм. Масса опор 10,8...12,5 т, а расстояние до центра тяжести достигает 14 м.

Широко внедрение разработанных железобетонных анкерно-угловых опор сдерживается отсутствием необходимых для их монтажа мощных механизмов. Поэтому уменьшение их массы путем использования легких бетонов — задача весьма актуальная, так как это даст возможность применять для монтажа большинства таких опор краны, которыми сегодня располагают электросетевые организации.

В 1983—1985 гг. в этом направлении нами проводилась соответствующая научно-исследовательская работа в ГрузНИИЭГС, на Стрыйском заводе МЖБК производственного объединения Львов-энергостройпром и в производственном объединении Энергостройпром.

Сначала изучали физико-механические свойства золоаглопоритового заполнителя Днестровского завода и глинистого аглопорита Минского завода стройматериалов. Затем подобрали оптимальные составы легкого бетона с разным расходом цемента (в пределах 500...720 кг/м³) и при различном соотношении песка и гравия. На основании этой работы в лабораторных условиях было изготовлено и испытано 12 центрифугированных элементов диаметром 30 см, длиной 4 м с армированием 9Ø12 А-III. Разрушающий момент ($M_{\text{рад}}$) этих стоек менялся в пределах 75—117 кН·м. После таких испытаний на Стрыйском заводе изготовили центрифугированные стойки диаметром 800 мм. Всего было изготовлено 42 стойки марок СЦ 11-1, СЦ 11-1-0, СЦ 11-1-2-0 с продольным преднапряженным армированием 22Ø14 А-V и 26Ø14 А-V без напряжения, а также стойка СЦ 8-1 с преднапряженным продольным армированием 22Ø14 А-V и 28Ø14 А-V без напряжения.

Технологический процесс производства центрифугированных стоек опор из легкого бетона такой же, как при изготовлении центрифугированных стоек диаметром 800 мм из обычного бетона.

При изготовлении некоторых легобетонных стоек с максимальной частотой вращения 200—350 об/мин, уплотняющей силой $P=0,0025...0,0076$ МПа в изделии с внутренней стороны наблюдалось появление технологических продольных трещин, т. е. отслоение бетона участками вдоль длины стойки. Поэтому режим центрифугирования других стоек приняли следующим: 50-80-2, 100-2, 200-3 с максимальной частотой вращения 410 об/мин. При таком режиме бетон на внутренней стороне изделия не отслаивался.

Стойка СЦ 11-1 высотой 20 м выполнена из бетона марки М600 с толщиной стенки 85 мм (рис. 2). Прочность центрифугированного бетона определяли путем умножения прочности кубов из вибрированного бетона на коэффициент уплотнения

$$R_{\text{цб}}^n = K R_{\text{б}}^n, \quad (1)$$

где K — коэффициент уплотнения (для легких бетонов равен 1,37, для обычных 1,25).

При повышении марки бетона до М800 (которую можно получить, применяя цемент марки 600) толщину стенки



Рис. 1. Золошлакожелезобетонные центрифугированные опоры на линии 110 кВ Рославль — Ершицы (Смоленской обл.)

стойки можно уменьшить до 65 мм и соответственно снизить массу элемента до 7,5...7,8 т, что позволит еще больше облегчить монтаж стоек имеющимися кранами (см. рис. 2). К сожалению, не всегда удается получить такую марку бетона из-за ограниченного выпуска высокомарочных цемента.

Стойка СЦ 11-1-0 с толщиной стенки 65 мм из бетона марок М500 — М600 разрушилась рано, не достигнув контрольного момента ($M_{\text{кон}}$). При испытании таких тонкостенных стоек в зоне их заземления появились продольные трещины из-за большой поперечной силы, которая достигает 464 кН при расчетной нагрузке (приложенной к вершине стойки) $P_{\text{расч}}=84,2$ кН.

Поэтому нами предложены новые стойки марки СЦ 11-1-2-0 (см. рис. 2) с толщиной стенки от конца козла на длину 4,5 м (т. е. в зоне заземления) 85 мм, а выше — 65 мм. Технология их изготовления следующая. При установке арматурных каркасов в форму на расстоянии 4,5 м от козла стойки помещали бетонные или металлические диафрагмы (разделяющие стойку на две части) диаметром 71 см. С помощью бетоноукладчика полуформу заполняли бетонной смесью в соответствующем объеме в каждой из двух частей стойки. Затем на нижнюю полуформу устанавливали верхнюю и соединяли их шарнирными болтами. После натяжения продольной арматуры производили центрифугирование.

Результаты испытания показали, что можно внедрять облегченные стойки из бетона марок М500 — М600. Монтаж таких стоек более удобен в связи с перемещением центра тяжести к низу элемента.

На заводе испытали 10 стоек, из которых 7 готовили из бетона на зольном аглопорите и 3 — из бетона на глинистом аглопорите. Испытания (в горизонтальном положении) проводили на нормальный режим работы стойки с одним заземленным концом. К другому концу, в точке приложения равнодействующих, к стойке крепили тяговый трос. Некоторые стойки перед испытанием (до разрушения) взвешивали с помощью динамометра для определения объемной массы стоек.

Нагрузку прикладывали ступенями с помощью механической лебедки с замером прогибов и ширины раскрытия трещин (см. таблицу).

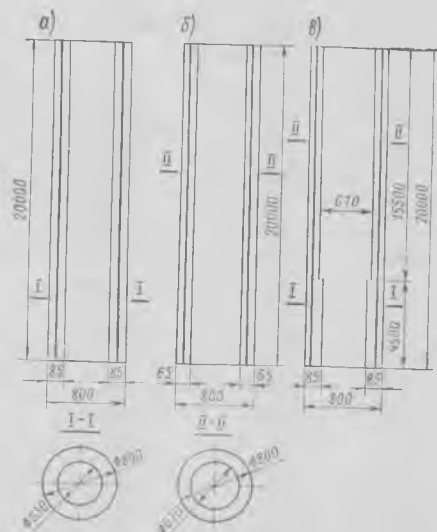


Рис. 2. Центрифугированные стойки диаметром 800 мм
а — СЦ 11-1; б — СЦ 1-1-0; в — СЦ 11-1-2-0

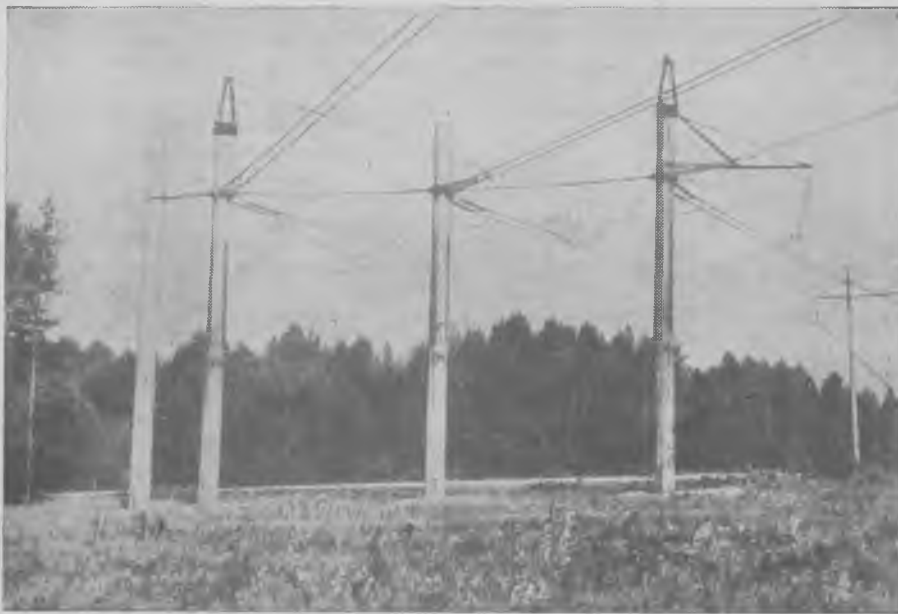


Рис. 3. Золоаглопоритожелезобетонные анкерно-угловые центрифугированные опоры, установленные в 1984 г. на ЛЭП-330 на Жлобинском металлургическом заводе в районе Бобруйска (БССР)

За разрушающую нагрузку принимали силу, взятую по динамометру, при которой стойка начинает разрушаться. Прочность стоек оценивали по неравенству

$$M_{раз} \geq M_{конт}, \quad (2)$$

где $M_{раз}$ — разрушающий момент, полученный по экспериментальным данным.

Контрольный момент определяли по формуле

$$M_{конт} = M_{расч} K_n, \quad (3)$$

где $M_{расч}$ — расчетный момент, который определяется по формуле

$$M_{расч} = M_{нор} K_p, \quad (4)$$

где $M_{нор}$ — нормативная (эксплуатационная) нагрузка; K_n — коэффициент надежности (коэффициент прочности), который для железобетонных опор равен 1,3...1,4; K_p — коэффициент перегрузки: в нашем случае $K_p = 1,2$.

Согласно ГОСТ 24762—81, для стоек СЦ 11-1, СЦ 11-1-0 и СЦ 11-1-2-0 расчетный момент принимали равным 1260 кН·м.

Ввиду невозможности обеспечения на Стрыйском заводе точных проектных размеров формуемых элементов после разрушения стойки определяли точную ее толщину в зоне максимальной нагрузки и с помощью известной формулы СНиП находили фактический расчетный момент по несущей способности стойки, значения которого приводятся в таблице.

В 1984 г. изготовленные Стрыйским заводом из золоаглопоритожелезобетона стойки марки СЦ 11-1 трестом Запад-электросетьстрой были установлены на ВЛ 330 кВ (рис. 3).

ПО Союзтехэнерго (Хотьково, Московской обл.) в 1985 г. продолжило испытания центрифугированных железобетонных стоек диаметром 800 мм, изготовленных Стрыйским заводом на базе зольного и глинистого аглопорита (рис. 4). Результаты этих испытаний также приведены в таблице.

Марка стойки	Вес стойки, кН	Вид легкого заполнителя	Момент трещинообразования $M_{тр}$, кН·м (% от расчетной нагрузки)	Ширина раскрытия трещин, мм, при нагрузке		Общий прогиб вершины стойки, см, при нормативной нагрузке	Прочность бетона в день испытания стоек, МПа, с учетом центрифугирования $R_{цб} = KR_B$	Фактический расчетный момент, $M_{расч}$, кН·м	Разрушающий момент, $M_{раз}$, кН·м	Коэффициент надежности (прочности) $K_n = \frac{M_{раз}}{M_{расч}}$	Коэффициент запаса $K = \frac{M_{расч}}{M_{нор}}$	Толщина стойки в зоне разлома, мм
				нормативной	расчетной							
СЦ 11-1	—	Зольный аглопорит	502 (40)	0,15	0,20	50	68	1145	1820	1,44	1,74	76
СЦ 11-1	—	То же	502 (40)	0,05	0,15	58	74	1260	1860	1,48	1,59	60
СЦ 11-1-0	66	>	502 (40)	0,05	0,16	56	80	1100	1650	1,30	1,57	72
СЦ 11-1-0	—	>	502 (40)	0,08	0,25	67	77	950	1400	1,10	1,33	72
СЦ 11-1-0	83	Обычный бетон	444 (35)	0,20	0,30	48	—	—	1570	1,25	1,50	70
СЦ 11-1	—	То же	444 (35)	—	0,15	58	55	1069	1780	1,41	1,70	85
СЦ 11-1-2-0	78	>	444 (35)	0,18	0,20	70	55	1069	1650	1,31	1,57	85
СЦ 11-1	—	>	444 (35)	0,10	0,20	80	74	1048	1663	1,32	1,59	75
СЦ 11-1-2-0	78	Глинистый аглопорит	444 (35)	0,16	0,20	55	67	1144	1740	1,38	1,66	83
СЦ 11-1-0	—	То же	444 (35)	0,25	0,3	74	63	1073	1570	1,24	1,50	66
СЦ 11-1-2-0	—	>	444 (35)	0,20	—	70	72	1094	1620	1,28	1,55	60
СЦ 11-1-0	79	Зольный аглопорит	444 (35)	0,21	0,25	59	—	—	2122	1,70	2,04	68
СЦ 11-1-0	79	То же	502 (40)	0,20	0,26	63	—	—	1768	1,50	1,80	75
СЦ 11-1	91	>	378 (30)	0,26	0,35	80	—	—	1725	1,36	1,63	85
СЦ 11-1	83	>	502 (40)	0,20	0,30	61	—	—	1638	1,30	1,56	84
СЦ 11-1	85	>	502 (40)	0,23	0,30	53	—	—	1996	1,59	1,90	72
СЦ 11-1	77	>	502 (40)	0,18	0,24	54	—	—	2190	1,74	2,08	73
СЦ 11-1-2-0	73	>	381 (30)	0,22	0,27	70	—	—	2142	1,70	2,04	70
СЦ 11-1	—	>	568 (50)	0,23	0,25	88	—	—	1731	1,44	1,54	83
СЦ 11-1	—	>	568 (50)	0,12	0,15	88	—	—	1731	1,54	1,64	71
СЦ 11-2-0	84	Глинистый аглопорит	442 (35)	0,35	0,55	96	—	—	1642	1,30	1,56	73
СЦ 11-1-0	80	То же	442 (35)	0,25	0,30	77	—	—	1642	1,30	1,56	66
СЦ 11-1	79	>	316 (25)	0,30	0,35	64	—	—	1804	1,50	1,80	69
СЦ 11-1	82	>	370 (30)	0,22	0,30	67	—	—	1443	1,14	1,38	66
СЦ 11-1	84	>	370 (30)	0,27	0,35	51	—	—	1987	1,54	1,89	77
СЦ 11-1	89	>	370 (30)	0,20	0,24	63	—	—	2130	1,69	2,03	83
СЦ 11-1	82	>	568 (50)	0,15	0,22	64	—	—	2010	1,61	1,93	69
СЦ 11-1-0	82	>	505 (40)	0,22	0,22	139	—	—	2760	2,19	2,63	69
СЦ 11-1	—	>	505 (40)	0,17	0,20	139	—	—	1400	1,24	1,34	74
СЦ 11-1-2-0	80	>	442 (35)	0,23	0,32	54	—	—	1731	1,44	1,54	65
СЦ 11-1	11	Обычный бетон	442 (35)	0,23	0,32	54	—	—	1845	1,46	1,76	91
СЦ 11-1	10	То же	505 (40)	0,20	0,35	58	—	—	1642	1,30	1,56	88
СЦ 11-1	10	>	505 (40)	0,25	0,30	57	—	—	2010	1,59	1,92	84

В. И. ПАВЛОВ, канд. техн. наук, А. А. ГЕВОРКЯН, инж. (МИСИ); Г. Г. ВОЛОКИТИН, инж. (Томский инженерно-строительный ин-т)

Ограждающие конструкции из плазмированного полимерсиликатбетона



Рис. 4. Испытание центрифугированных стоек диаметром 800 мм на базе зольного аглопорита на горизонтальном стенде ПО Союзтехэнерго (Хотьково, Московской обл.)

Опыты, проведенные в лаборатории ГрузНИИЭГС, на Стрыйском заводе и в ПО Союзтехэнерго по изготовлению и испытанию центрифугированных железобетонных элементов и стоек опор ВЛ диаметром 300...800 мм, изготовленных на зольном и глинистом аглопоритовом гравии, щебне и песке (фракций соответственно 3...15 м и 0...5 мм) насыпной плотностью 925...1100 кг/м³, показали следующее. Кубиковая прочность бетона после пропаривания с использованием цемента марок 500...600 с расходом в пределах 590...720 кг/м³ составила 30...60 МПа, масса стойки уменьшилась на 20...30% по сравнению с аналогичными элементами из обычного бетона. При использовании цемента марки 600 на базе зольного аглопорита был получен центрифугированный бетон прочностью до 80 МПа. Распределение легких пористых заполнителей по трубчатому сечению стойки было равномерным, сепарации их не наблюдалось. По несущей способности легкожелезобетонные стойки опор ВЛ равноценны стойкам из обычного железобетона. Следует также отметить, что при определении в Союзтехэнерго степени преднапряжения (прочности) продольных стержней испытываемых стоек она оказалась в пределах $\sigma = 80...200$ МПа, тогда как по проекту σ должна была равняться 580 МПа.

В СССР и за рубежом ведется поиск новых методов защиты поверхности ограждающих конструкций от воздействия агрессивной среды и агрессивных факторов с целью повышения их долговечности, теплотехнических показателей и улучшения архитектурно-выразительных свойств. Одним из этих способов является обработка поверхности низкотемпературной плазмой с образованием стекловидного покрытия. Ранее изучения свойств плазмированных полимерсиликатбетонов (ПСБ) как материалов для стен не проводили.

Составы исследуемых ПСБ представлены в табл. 1. Образцы-кубики с ребром 7,07 см готовили по стандартной методике. После 12 ч твердения при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ кубики расплачивали и сушили до постоянной массы при температуре 105°C . Плазмирование выполняли электродуговой плазмотроном Томского инженерно-строительного института (ТИСИ) при температуре $3000\text{--}5000^\circ\text{C}$ со скоростью обработки поверхности 0,045...0,12 м/с при мощности 30,8 кВт. Под воздействием высокой температуры изменялось состояние и состав вещества поверхностного слоя, появлялся тонкий слой расплава, после охлаждения которого образовывалась стекловидная пленка толщиной 0,2...0,5 мм. Для получения более равномерного покрытия перед плазмированием на поверхность образцов наносили плавень и в течение 30 мин сушили его в термощкафу при температуре 60°C . В качестве плавня использовали раствор $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Полученные покрытия светло-зеленого цвета имели хорошие декоративные свойства: поверхность образцов равномерно бугристая, бугорки и ямки не превышали толщины пленки покрытия. Под стекловидной пленкой визуально различался переходной слой более темного цвета между покрытием и материалом. На образцах состава 1 покрытие имело темно-коричневый цвет из-за керамзитового заполнителя.

Исследования показали, что адгезионная прочность пленок зависит от скорости обработки поверхности, плотности материала, вида крупного и мелкого заполнителя и плавня. Для ПСБ оптимальной оказалась скорость 0,09...0,12 м/с. Прочность сцепления пленки с основой материала у всех образцов из ПСБ выше, чем у обычных цементных бетонов и растворов.

Сравнительный анализ плазмированных ПСБ показывает, что их адгезионная прочность возрастает с уменьшением плотности бетона, у легких бетонов на керамзитовом заполнителе она выше, чем у тяжелых на гранитном и кварцевом (состав 3). Это объясняется тем, что коэффициенты теплопроводности и температуропроводности у пористых материалов меньше, чем у материалов плотной структуры. Кроме того, температура плавления керамзита ниже температуры плавления кварцевого песка и других тугоплавких компонентов. Это позволяет сократить время плазмирования и снизить силу теплового удара. Увеличение адгезионной прочности достигается также на-

Таблица 1

№ состава	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг						Плотность, кг/м ³
	щебня	песка	муки	стекла жидкого	натрия кремнефтористого	спирта фурфуролового	
1	431,7	233,7	341	275	41,3	8,3	1330
							1170
2	515,5	467,7	350,9	242	38,7	7,3	1620
							1478
3	953,6	476,8	476,8	324	48,7	9,6	2290
							2130

Примечания: 1. В составе 1 принят керамзитовый заполнитель, в составах 2 и 3 крупный заполнитель соответственно керамзитовый и гранитный, песок кварцевый, мука диабазовая. 2. Над чертой — для свежеприготовленного ПСБ, под чертой — для высушенного до постоянной массы

Таблица 2

№ состава	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Прочность сцепления стекловидного покрытия с основой, МПа
1	1170	12,07/11,40	4,09/3,33
2	1170	12,50/11,45	4,70/3,80
3	1170	12,53/11,35	4,81/3,80
4	1480	18,68/18,08	3,67/2,46
5	1480	16,61/15,02	3,80/2,46
6	1480	15,55/14,92	3,67/2,83
7	2130	24,90/20,70	2,62/2,21
8	2130	27,01/21,00	2,67/2,18
9	2130	25,10/20,50	2,60/2,00

Примечание. Перед чертой — контрольные образцы, после черты — испытанные на морозостойкость.

Таблица 3

Краситель	Концентрация, % массы	Расход красителя на 100 м ² поверхности, кг	Цвет	Цена красителя, р/кг	Стоимость окраски 100 м ² , р.
Серноокислый кобальт	5	1,5	Голубой	7,60	11,40
То же	10	3,0	Сяне-голубой	7,60	22,80
Соли хрома	7	2,15	Светло-зеленый	0,64	1,37
То же	10	3,0	Зеленый	0,64	1,92
Соли никеля	10 . . . 15	3,0 . . . 4,5	Светло-коричневый	2,00	6,00
Окись меди	10	4,3	Красный	2,60	11,18
Окись марганца	4	0,9	Черный	7,60	9,12
Окись железа	10	3,0	Красно-коричневый	1,80	5,40

несением на поверхность изделий буры, применяемой в качестве плавня. При высокотемпературной обработке поверхности образуются боросиликатные соединения с более низкой температурой плавления, чем у основных компонентов ПСБ. Расплав буры обладает меньшей вязкостью и большей смачивающей способностью. Часть расплава проникает через поры и микротрещины в толщу бетона, образуя на границе раздела фаз переходный слой, повышающий прочность сцепления стекловидной пленки с основой ПСБ.

Морозостойкость плазмированного ПСБ исследовали по ГОСТ 7025—78 в морозильной камере «Грюнланд» производства ГДР. Перед замораживанием образцы в течение 48 ч выдерживали в растворе хлористого натрия, затем устанавливали в морозильную камеру с температурой —15°С. Продолжительность одного цикла замораживания при установившейся в камере температуре —25°С принимали 4 ч. Затем образцы снова погружали в ванну с хлористым натрием при температуре 20°С, которую поддерживали в течение 2 ч оттаивания. Один цикл замораживания и оттаивания в насыщенном растворе NaCl по силе воздействия приравнивали к 10 циклам замораживания и оттаивания при насыщении образцов водой. Морозостойкость оценивали степень повреждения внешней поверхности образцов через каждые 5 циклов. Кубики считались выдержав-

шими испытания, если после установленного числа циклов на их поверхности не было обнаружено видимых повреждений. После 30 циклов испытаний образцы высушивали до постоянной массы при температуре 105°С, а затем определяли их прочностные характеристики (табл. 2).

На всех плазмированных ПСБ образцах после 30 циклов замораживания и оттаивания видимых следов разрушения не наблюдалось. На образцах без плазменного покрытия плотностью 2100 кг/м³ первые трещины появились после 5 циклов замораживания и оттаивания, плотностью 1170 и 1480 кг/м³ — после 15 циклов. Плазмирование поверхности существенно повышает морозостойкость

ПСБ, при этом прочность сцепления стекловидного покрытия с основой не снижается. Легкий ПСБ без плазмирования обладает большей морозостойкостью, чем тяжелый.

При исследовании влияния плазменной обработки поверхности на водопоглощение ПСБ установлено, что плазмирование позволяет в 1,8...2,5 раза уменьшить водопоглощение такого бетона. Особенно существенная разница наблюдалась у образцов, изготовленных на керамзитовом и смешанном заполнителе. Положительный эффект плазмирования объясняется тем, что в процессе оплавления поверхности поры и трещины заполняются расплавом. По данным исследований электронным микроскопом, открытая пористость в плазменном покрытии достигает 5...6%, что способствует воздухо- и паропроницаемости ограждающей конструкции.

Цветные плазменные покрытия на поверхности ПСБ получали путем ее предварительной обработки водными растворами солей металлов или эмульсиями окислов металлов и последующего плазмирования. Растворы или эмульсии наносили на поверхность образцов кистью, затем сушили при температуре 60°С в течение 15—30 мин. Составы красителей подбирали экспериментально для силикатного кирпича и уточняли в ходе исследований. В процессе плазменной обработки были получены покрытия с устойчивой окраской восьми цветов с раз-

личными оттенками. Характеристика красителей и полученный цвет плазменных покрытий на поверхности ПСБ представлены в табл. 3.

Фрагменты стен, изготовленные из легкого плазмированного ПСБ, установленные на опытно-промышленные испытания в гидрометаллургическом цехе цинкового завода Лениногорского полиметаллического комбината. Состояние фрагментов после двух лет испытаний удовлетворительное. Следов разрушения от воздействия агрессивной среды не обнаружено. Стены подвергаются воздействию повышенной влажности воздуха (61...75%) в летнее и высокой (76...97%) в переходное и зимнее время года. Внутренняя поверхность стен периодически подвергается воздействию кислого конденсата, содержащего свободную серную кислоту и сульфат цинка.

Выводы

Плазменная обработка поверхности повышает морозостойкость и снижает водопоглощение ПСБ. Прочность сцепления стекловидного покрытия с основой ПСБ значительно выше, чем у цементных бетонов. Плазмирование улучшает декоративные свойства стен, их теплотехнические характеристики и повышает долговечность.

Легкий плазмированный ПСБ является перспективным материалом для стен зданий с кислыми агрессивными средами.

Авторские свидетельства

№ 46*

№ 1196469. ЦНИИпромзданий. Г. В. Филимонова и Ю. Л. Крицман. Изгибаемая железобетонная конструкция.

№ 1196470. КТБ Стройиндустрия. А. Ф. Тупилов, А. В. Андрейченко, А. В. Нестеров и В. П. Мотков. Установка для образования анкеров на арматурных стержнях.

№ 1196471. ЦНИИОМТП. Е. Д. Козлов, Н. И. Евдокимов, А. Р. Манукян и др. Способ изготовления рельефа из бетонных элементов на поверхности монолитных железобетонных конструкций.

№ 1196479. ЦНИИЭП жилища. Ю. Г. Граник и С. Ю. Гайдуков. Устройство для глубинного уплотнения бетонной смеси.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1985.

Влияние концентрации вяжущих на их прочность и деформативность при твердении

Технические свойства затвердевших смесей вяжущих с водой, включая долговечность, определяют основные факторы:

физические и физико-химические свойства вяжущих и образующихся при их взаимодействии с водой гидратов при твердении;

концентрация вяжущего по массе в единице объема исходной смеси и наличие оптимального, конкретного для всякого вяжущего и условий твердения ее значения, превышение которого создает предпосылки к падению прочности и даже саморазрушению системы в условиях свободного расширения;

микроструктура твердой фазы и пор в затвердевшем монолите, определяемая дисперсностью и конфигурацией частичек гидратных новообразований;

адгезионно-когезионные и иные физико-химические свойства частичек новообразований.

Чем больше абсолютный объем твердой фазы в единице объема затвердевшего монолита до указанного предельного его значения, чем интенсивнее проявляются адгезионно-когезионные свойства частичек, чем дисперснее последние и, следовательно, мельче поры, тем выше уровень показателей строительных свойств монолита, за исключением теплозащитных. Последние улучшаются с увеличением общей пористости и уменьшением размеров пор.

Оптимальная концентрация вяжущего в смеси с водой $K_{оп}$ определяется по формуле

$$K_{оп} = \frac{\rho_{гн}}{(1 + W_0)(1 + V_{гн}^п)} \quad (1)$$

где $\rho_{гн}$ — истинная плотность гидрата, г/см³; W_0 — количество неспаряемой воды при полной гидратации вяжущего, г/т массы исходного вяжущего; $V_{гн}^п$ — объем пор, образующихся между частичками гидрата, выраженный в см³/см³ абсолютного объема массы гидрата.

Водовяжущее отношение вычисляется по формуле

$$B/V = \frac{\rho_v - K_{оп}}{\rho_v K_{оп}} \quad (2)$$

где ρ_v — истинная плотность исходного вяжущего, г/см³.

По исследованиям [1], смесь вяжущего с водой, взятых в оптимальном соотношении или с пониженным количеством вяжущего, характеризуется нормальным ростом прочности, без аномалий. Смеси, содержащие повышенное количество вяжущего по сравнению с оптимальным, после начального нормального роста прочности в последующем обнаруживают ее снижение и увеличение объема, и тем больше, чем значительнее избыток вяжущего в ней по сравнению с оптимальным и чем меньше B/V . При большом избытке вяжущего создаются условия не только к падению прочности, но и к разрушению твердеющей смеси.

Эти явления объясняются давлением зародышей новообразований внутри сложившейся структуры при отсутствии необходимого свободного пространства для размещения новых частичек гидратов с промежутками между ними. Они могут возникать при дополнительном доступе в систему воды в виде жидкости или пара и взаимодействии ее с оставшимися в ней негидратированными частицами вяжущего.

Соответствующее оптимальной концентрации вяжущего в смеси с водой (по массе) отношение B/V всегда значительно больше требуемого стехиометрически по реакции его гидратации (приблизительно в 1,3...1,5 раза).

Объем промежутков между частичками гидратов всех вяжущих является индивидуальным и зависит также от условий взаимодействия компонентов системы.

По нашим исследованиям, объем промежутков между частичками гидратов $V_{гн}^п$ по (1) и оптимальное B/V при гидратации различных вяжущих в нормальных условиях составляет:

портландцемент — 0,37 см³/см³ абсолютного объема гидратов и B/V 0,39; бета-полуводный гипс — 0,2 см³/см³ абсолютного объема гидратов и B/V 0,24;

трехкальциевый алюминат, при образовании из него C_3AH_6 — 0,8 см³/см³ и B/V 0,67;

этtringит при образовании его из смеси гидроксида кальция, сульфата алюминия и воды — 1 см³/см³ и B/V — 0,9.

Таким образом, любое вяжущее вещество при оптимальной концентрации его в смеси с водой и при соответствующем B/V дающее твердеющую систему с обычными деформациями усадки, по мере увеличения его содержания и уменьшения B/V будет переходить сначала в безусадочные, а затем в класс расширяющихся и даже саморазрушающихся при свободном расширении при твердении, или напрягающих при гидратации в замкнутом объеме. Интенсивность и скорость развития соответствующих деформаций во времени должна зависеть от индивидуальных свойств вяжущих и условий твердения. При этом чем больше показатели неспаряемой воды W_0 , связываемой вяжущим при полной гидратации, и междучастичных объемов $V_{гн}^п$, тем больше объемные деформации.

Степень заполнения свободного объема в смеси вяжущего с водой гидратными новообразованиями, зависящая от степени гидратации исходного вещества и количества молекул воды в молекулах гидратов, непосредственно отражается на прочности и других свойствах твердеющей системы. Это делает необходимым определение абсолютного объема твердой фазы $V_{т.ф}$ к тому или иному сроку твердения системы (без учета вовлеченного воздуха и ее расширения) по формуле

$$V_{т.ф} = \frac{K_{исх}(1 - \alpha)}{\rho_v} + \frac{K_{исх} \alpha (1 + W_0)}{\rho_{гн}} \quad (3)$$

где $K_{исх}$ — содержание вяжущего в исходной смеси с водой, г/см³; α — степень гидратации; ρ_v , $\rho_{гн}$ — истинная плотность вяжущего и гидрата, г/см³.

Вычитая из объема затвердевшей системы значение абсолютного объема твердой фазы, получаем объем пор.

Объемная концентрация [2] гидратных новообразований N с допустимым приближением определяется по формуле А. В. Волженского и Ю. Д. Чистова.

$$N = \frac{K_{исх} [\rho_v (1 + W) - \rho_k (1 - \alpha)]}{\rho_k [\rho_v - K_{исх} (1 - \alpha)]}, \quad (4)$$

где W — количество неиспаряемой воды, г/г исходного вяжущего в системе; ρ_k — истинная плотность затвердевшего вяжущего (камня) к определенному сроку; остальные обозначения по формулам (1), (2), (3). Отсюда $V_{гн}^n$ — абсолютный объем пор, образующихся между частичками гидрата, для расчетов по формуле (1) равен

$$V_{гн}^n = \frac{1 - N}{N}. \quad (5)$$

Среди современных аналитических зависимостей прочности твердеющих смесей вяжущих с водой нам не известны такие, в которых учитывался бы переход показателей физико-механических и других их свойств через максимум с последующим их ухудшением, несмотря на постоянное увеличение концентрации вяжущего в системе.

Не находит отражения в формулах прочности и тот факт, что уменьшение водовяжущего отношения способствует повышению дисперсности частичек новообразований и, следовательно, прочности.

Таким образом, вопрос о разработке формул прочности с учетом экстремума и ее значений при низких В/В остается нерешенным. Существующие формулы с разной степенью достоверности могут использоваться для систем с оптимальным В/В и больше его.

Иллюстрацией к изложенному являются результаты исследований [3]. Из портландцемента ($\rho_v = 3,1$; $W_0 = 25,4\%$; $\rho_{гн} = 2,47$ при полной гидратации) формовали образцы (2×2 и $2 \times 2 \times 2$ см) при В/Ц, равном 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 и 0,25. Три дня они хранились над водой и далее, до 6 лет — в воде. В установленные сроки (3, 7, 28 сут, 6 лет) определяли их прочность и объем, пористость, степень гидратации по содержанию неиспаряемой воды и объемную концентрацию новообразований N . Результаты показали, что прочность образцов всех составов до 1..3 лет увеличивается, а затем уменьшается, и тем больше, чем меньше В/Ц. Например, прочность образцов, изготовленных с В/Ц=0,1 через три года достигла 160 МПа, а к 5 годам снизилась до 90 МПа.

Прочность образцов из другого цемента при В/Ц=0,2, достигнув 92 МПа к 3 годам, снизилась через 6 лет до 60 МПа.

Степень гидратации у образцов с В/Ц=0,05..0,15 через 5..6 лет достигла 0,45..0,5, а с В/Ц=0,2..0,25 была равна 0,75..0,78.

Образцы всех составов обнаружили увеличение объема, достигшее миниму-

ма в 3..5% к 28..90 сут твердения у изготовленных с В/Ц 0,05; 0,1; 0,15 и достигшее 0,3..1% у изготовленных с В/Ц 0,2 и 0,25. В последующем обнаружилось уменьшение объемов у образцов с В/Ц 0,2 и 0,25 до первоначальных значений, а у образцов с В/Ц 0,05; 0,1 и 0,15 — приблизительно до 2..2,5%.

Причина этого явления осталась невыясненной. По мнению автора, оно является следствием релаксации напряжений в затвердевшей системе, уменьшения содержания воды в гидратных новообразованиях, или совместного влияния обоих этих факторов.

Причина перехода начального набухания образцов к усадке при длительном твердении требует дальнейшего изучения, так как может быть связана с поведением бетонов в конструкциях, напряженных механически или с помощью напругающих цементов, влекущим нежелательное и даже опасное влияние на их несущую способность.

Подобные же опыты [4] были проведены с образцами, изготовленными из алюмосульфатно-шлакового быстротвердеющего цемента (АСШЦ). Он готовится совместным помолом полуводного гипса (30%), глиноземистого цемента (30, 20, 10%), доменного граншлака (35, 45, 53%) и портландцемента (5..7%). Бетоны при расходе АСШЦ в 350..400 кг/м³ (жесткость смесей 20..30 с) через 4 ч твердения при 20°C достигают прочности 4..6, через сутки — 12..16 и через 28 сут — 40..50 МПа. Бетоны на АСШЦ твердеют при повышенных температурах, и при термообработке (40..55°C) уже через 4 ч достигают прочности 15 МПа и более. По скорости начального роста прочности АСШЦ превосходит глиноземистый цемент и в 3..4 раза его дешевле [5].

Прочность образцов из смеси АСШЦ с водой (В/Ц — 0,1; 0,25 и 0,4), хранившихся над водой, до 4,5 года непрерывно возрастала. В опытах использовали цементы, содержавшие 30 и 20% глиноземистого цемента.

Образцы смесей с указанными В/Ц через 4 ч достигали прочности 15..30 и через сутки — 17..37 МПа. Через год прочность образцов с В/Ц=0,1 достигла максимума (90..95 МПа), а через 5,5 года — снизилась до 22 (№ 1) и 18,5 МПа (№ 2). Объем образцов из АСШЦ обоих составов в течение 3..6 мес увеличился на 1..2%, а в последующем постепенно снизился до начального.

Таким образом, при твердении образцов из АСШЦ наблюдалось такое же явление, как и у образцов из портландцемента. По этим опытам рекомендуется использование этого цемента при В/Ц не ниже 0,35..0,4.

Подобные экстремумы на кривых прочности образцов, изготовленных при пониженных В/В по сравнению с оптимальными, наблюдались у трехкальцевого алюмината, этрингита, гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ).

В настоящее время под руководством автора изучается новое вяжущее — известковый портландцемент, содержащий до 50..20% свободного оксида кальция и других веществ. Последние устраняют расширение системы при взаимодействии ее с водой. Бетоны на этом вяжущем через 4..7 ч твердения при 20°C достигают прочности в 4..6 МПа, а при 80..95°C — 15..20 МПа и более. По морозостойкости они в 2 раза и более превышают аналогичные свойства бетонов на исходном цементе при равном расходе вяжущего материала. По предварительным данным, оптимальное В/В лежит в пределах 0,35..0,4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А. В. Генезис пор в структурах гидратов и предпосылки к саморазрушению твердеющих вяжущих // Строительные материалы. — 1979. — № 7 — С. 22—24.
2. Волженский А. В. Расчеты объемов твердой фазы и пор в твердеющих вяжущих // Строительные материалы. — 1981 — № 8. — С. 19—21.
3. Волженский А. В., Карпова Т. А. Влияние низких водоцементных отношений на свойства камня при длительном твердении // Строительные материалы. — 1980. — № 7. — С. 18—20.
4. Карпова Т. А., Волженский А. В. Физико-механические свойства сверхбыстротвердеющего алюмосульфатношлакового вяжущего // Строительные материалы. — 1982. — № 7. — С. 19—21.
5. Кинетика твердения бетонов на СБТЦ при разных температурах / А. В. Волженский, Т. А. Карпова, В. Ф. Афанасьева и др. // Бетон и железобетон. — 1981. — № 3. — С. 32—33.

Авторские свидетельства

№ 1*

№ 1202883. Ю. В. Сокольский, Н. Ф. Ефремов, В. П. Волков и В. А. Малышев. **Двухъярусная установка для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1202884. ВНТО Союзжелезобетон. Н. М. Резников, А. А. Макеев, Э. Я. Эршлер и др. **Разделительная перегородка формы для изготовления железобетонных шпал.**

№ 1202885. Саратовский политехнический ин-т. Л. С. Захаров. **Устройство для изготовления армоцементных оболочек.**

№ 1202886. КТБ Стройиндустрия. А. Ф. Тупиков, А. В. Андрейченко, Л. И. Медовский и др. **Установка для вертикального формования железобетонных изделий.**

* См.: Открытия, изобретения, 1986.

УДК 69.057.5:691.7

Кассетная форма для изготовления Z-образных лестничных маршей

В 1983 г. Бзыбский экспериментальный завод ЖБК Министроя ГССР освоил изготовление Z-образных лестничных маршей типа С-ЛМ для домов серии ИИС-04. Эксплуатируемые до этого формы были трудоемки при сборке и распалубке. Горизонтально скользящие массивные продольные борта их перемещались под действием винтов с большими ходами. Для того, чтобы отодвинуть борт на 650 мм, двум рабочим необходимо было штурвальной гайкой сделать около 70 оборотов.

Для снижения трудоемкости, сокращения времени распалубки (сборки) форм, улучшения качества изделий и снижения уровня шума при вибрации заводом совместно с КБ по железобетону им. А. А. Якушева была разработана кассетная двухместная форма (см. рисунок).

С помощью оригинально разработанного запорно-распалубочного устройства можно 2—3 оборотами штурвальной гайки выполнить отрыв (запирание) продольных бортов в процессе распалубки (сборки) формы. Опираемые продольные бортов на подвижные каретки с развитой базой катков значительно облегчило их дальнейшее перемещение в горизонтальном направлении под действием гидроцилиндров после отрыва от бетона.

Кассетная форма содержит паровой поддон, паровую разделительную стенку, продольные и поперечные борта, запорно-распалубочные устройства, гидравлические механизмы перемещения продольных бортов и амортизаторы. Выполненные воедино с поддоном попарно расположенные направляющие служат для размещения в них четырех кареток, каждая пара которых связана с одним или другим продольным бортом. Запорно-распалубочное устройство состоит из штурвала, винтовой втулки с проходящим сквозь нее крюком и распорного элемента.

Гидравлические механизмы перемещения связаны с продольными бортами шарнирными рычагами, а через них — с гидроцилиндрами, установленными на

центральных кронштейнах поддона. На центральных кронштейнах и попарно расположенных направляющих установлены резиновые амортизаторы. На продольных бортах снаружи — вибраторы ИВ-21. Поперечные борта шарнирно связаны с торцевой частью разделительной стенки.

Работа кассетной формы происходит следующим образом. В предварительно очищенную смазанную форму устанавливают арматурный каркас, закрывают поперечные борта гидравлическим механизмом перемещения ставят продольные борта в рабочее положение и запирают запорно-распалубочными устройствами. При этом штурвал вместе с винтовой втулкой и крюком поворачивают до со-

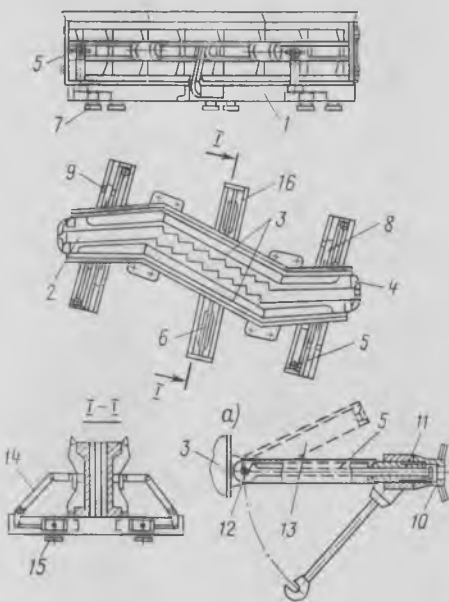
единения крюка с пальцем распорного элемента, установленного на продольном борту. Одновременно распорный элемент поворачивают навстречу до совмещения его со штоком повернутого крюка и винтовой втулки. Затем, сделав штурвалом 2—3 оборота, запирают распорный элемент. Выполнив те же действия на остальных трех запорно-распалубочных устройствах, форму можно считать собранной. После этого ее заполняют бетоном и вибрируют. Далее в форму подают пар.

После тепловой обработки производят распалубку с помощью тех же запорно-распалубочных устройств, но в обратном порядке. При вращении штурвала на 2—3 оборота конусная часть винтовой гайки выходит из сопрягаемого с ней конусного отверстия распорного элемента, который поворотом отводится в сторону. Благодаря имеющемуся в винтовой гайке пазу задняя торцевая поверхность винтовой втулки входит в контакт с головкой штоковой части крюка. Продолжая вращение штурвала при отведенном распорном элементе, в работу на отрыв борта от бетона включается крюк. Прделав аналогичные действия на остальных трех запорно-распалубочных устройствах, распалубка будет закончена и крюки отводятся в стороны. Включают гидравлические механизмы перемещения продольных бортов и краном снимают изделия.

Более чем двухгодичный опыт эксплуатации кассетной формы на Бзыбском экспериментальном заводе ЖБК подтвердил ее эффективность и работоспособность. Значительно сокращены трудоемкость в ее обслуживании, время распалубки и сборки, улучшено качество изделий и снижен уровень шума при вибрации.

Техническую документацию можно получить в КБ по железобетону по адресу: 109088, Москва, 1-я ул. Машиностроения, д. 5.

В. С. САБУРОВ, Б. В. СОЛОВЬЕВ,
инженеры
(КБ по железобетону им. А. А. Якушева)



Кассетная форма для изготовления Z-образных лестничных маршей

а — запорно-распалубочное устройство; 1 — паровой поддон; 2 — разделительная стенка; 3, 4 — продольные и поперечные борта; 5 — запорно-распалубочные устройства; 6 — гидравлические механизмы перемещения продольных бортов; 7 — амортизаторы; 8 — направляющие; 9 — каретки; 10 — штурвал; 11 — винтовая втулка; 12 — крюк; 13 — распорный элемент; 14 — шарнирные рычаги; 15 — гидроцилиндры; 16 — центральные кронштейны

Н. П. КОЗЛОВ (ПО «Вангажи» МПСУ ЛатвССР); Э. А. КУРНОСОВ, Е. М. ДУБИН (Рижский политехнический ин-т)

Производство газобетонных изделий

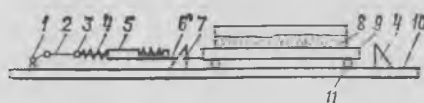
Производство газобетонных изделий на многих заводах осуществляется с применением вибротехнологии. Динамические воздействия на вспучивающуюся смесь при формировании снижают количество воды затворения, что интенсифицирует процесс производства газобетонных изделий и улучшает их качество. Опыт эксплуатации вибростолов для формирования ячеистых бетонов показал, что они имеют повышенный расход электроэнергии, вибровоздействие на обслуживающий персонал, значительный уровень шума, необходимость частой регулировки амплитуды колебаний. Эти недостатки ограничивают дальнейшее распространение вибротехнологии и приводят к ее сокращению. Однако учитывая положительный эффект динамических воздействий на вспучивающуюся смесь, многие научные коллективы ведут исследования в этой области.

Своеобразным экспериментальным полигоном является ПО «Вангажи» в ЛатвССР, выпускающее газобетонные изделия по трем технологиям, в основе которых лежит принцип динамических воздействий на вспучивающуюся смесь. На двух технологических линиях выпускают газобетонные блоки размером $6,4 \times 1,2 \times 0,6$ м по традиционной вибрационной и по ударной технологиям, разработанным НИПСиликатобетон [1]. На третьей выпускают армированные газобетонные панели размером $6,4 \times 3,0 \times 0,5$ м по ударно-колебательной технологии, разработанной Рижским политехническим институтом.

Для изготовления всех изделий используют бетон марки М 35 с объемной массой 600...660 кг/м³. Предел прочности бетона при сжатии (по ГОСТ 10180—78) составляет для блоков 4,1, для панелей — 4,9 МПа. Для блоков используют Броненский цемент, для панелей — Рижский.

Ударно-колебательная технология формирования основана на использовании горизонтального удара третьего рода (удара твердого тела по пружине без предварительного поджатия). Ударно-колебательная установка К-81 состоит из рамы с отбойными упорами, жестко закрепленной на фундаменте и перемещаемой на катках тележки, на которую устанавли-

вают форму со смесью. Тележка соединена с приводом с помощью блока пружин (см. рисунок). Интенсивность ударно-колебательного воздействия на смесь регулируется изменением скорости передвижения тележки при использовании кинематического привода с управляемым двигателем постоянного тока, а также изменением положения ударных упоров или жесткости пружин. Установка изготовлена в заводских мастерских, проста в эксплуатации и обслуживании. Привод вынесен в сторону от зоны установки формы. В ударных и вибрационных столах он расположен под формой, что неудобно в обслуживании. Установ-



Ударно-колебательная установка

1 — возбудитель колебаний; 2 — толкатель; 3 — регулирующие гайки; 4 — пружина; 5 — направляющая втулка; 6 — тяга; 7 — отбойные упоры; 8 — форма; 9 — подвижная рама; 10 — освоение; 11 — катки

Показатели	Технология		
	вибрационная	ударная	ударно-колебательная
Коэффициент вариации по прочности на сжатие по высоте изделия	0,09	0,14	0,08
Расход цемента, кг/м ³	166,2	177,2	218,0
Расход извести, кг/м ³	93,5	93,5	70,0
Объем выпуска 1984 г., тыс. м ³	68,0	68,0	55,5
Расход электроэнергии при формировании 1 м ³ газобетона, кВт/м ³	0,61	0,074	0,04
Энергоемкость на 1 т грузоподъемности, кВт	5,3	0,65	0,2
Металлоемкость на 1 т грузоподъемности, т	0,76	0,38	0,3
Микроструктура материала, %			
поры диаметром 0,2 мм	77,5	71,9	71,6
0,2 Д 0,8	16,7	19,5	19,4
Д 0,8 мм	5,8	8,6	9,0

Примечание. Анализ макропористости выполнен с применением лазерного анализатора пористости по методике [2], а пересчет с распределения по хордам на распределение по диаметрам выполнен по методике [3].

ка работает в низком диапазоне частот 0,3—2,0 Гц с размером колебаний от 3,5 до 28,5 мм. Сравнительная оценка применяемых технологий приведена в таблице.

Внедрение ударно-колебательной технологии полностью ликвидировало вредное воздействие вибрации и устранило шум от работающей установки. В результате значительно сократились затраты на ремонт и обслуживание формующего агрегата и парка форм. Преимуществом этой технологии является и то, что при реконструкции, связанной с установкой ударно-колебательной площадки К-81, не требуется возведения новых фундаментов. Требования к фундаменту ниже, чем для вибрационной технологии.

Экономический эффект от внедрения ударно-колебательной технологии формирования газобетонных армированных изделий по сравнению с вибрационной составляет 50 тыс. р. в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домбровский А. В., Сажнев Н. П. Производство изделий из ячеистых бетонов с применением ударной площадки // Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих. — М., 1979. — С. 3—10 (Сер. 8: Реф. сб./ВНИИЭСМ; Вып. 11).
2. Методические указания по определению дифференциальной макропористости строительных материалов. Лазерометрический метод // Методические указания по порометрии капиллярно-пористых строительных материалов. — Киев, 1983. — С. 14—17.
3. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. — М.: Металлургия, 1976. — 271 с.

Авторские свидетельства

№ 1*

№ 1202887. Е. Л. Климко, Е. С. Соيفертис, Ю. В. Галата и П. П. Иванча. Пустотообразователь для образования проемов в изделиях из бетонных смесей.

№ 1202888. ЛИСИ. Е. Ф. Ушаков, В. П. Птичников и О. К. Осмикин. Заглаживающая машина.

№ 1202890. КБ по железобетону им. А. А. Якушева. В. А. Болтиский, А. Н. Молодцов и Г. В. Кудрявцев. Приспособление для крепления вкладыша к форме.

№ 1202891. РППО Росортгехстрой. О. М. Лунин, Л. П. Гуляков и Н. В. Зуб. Устройство для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.

* См.: Открытия, изобретения, 1986.

В. В. МИХАЙЛОВ, Б. В. ГУСЕВ, доктора техн. наук, профессора (НИИЖБ)

Изготовление тонких пластин и плит с двухосным преднапряжением

В развитии конструктивных форм сборного железобетона в последние годы произошли существенные изменения. Возникли весьма легкие и материалосберегающие конструкции зданий и сооружений, выполненные с двухосным преднапряжением. Разработана технология и созданы автоматические системы для одноосного и двухосного непрерывного армирования, испытанные в массовом производстве железобетонных изделий.

В строительной технике будущего следует ожидать применения эффективных конструкций минимальной материалоемкости. Одними из них являются тонкие пластины с двухосным преднапряжением толщиной всего 35...40 мм на основе эффективных цементов. На 2-й стр. обложки показана такая пластина длиной 24 м, ее прогиб, равный 1,5...2 м, не вызывает возникновения трещин, а также Т-образная плита покрытия на основе такой пластины.

В Главрязаньстрое на опытном стенде изготавливают плиты покрытия на пролет промышленных зданий из тонких ($\delta = 32$ мм) пластин с двухосным преднапряжением. Из них собирают покрытия гаражей, складов, хранилищ и зданий для сортировки овощей. В Каракуме организуется производство тонких пластин длиной 18...24 м для облицовки стенок оросительных каналов и водохранилищ.

В процессе освоения производства изделий с двухосным преднапряжением, в первую очередь тонких пластин, выяснилось, что конвейерный, агрегатно-поточный или метод производства на длинных стендах непригодны для их выпуска. С полной очевидностью это подтвердилось при проектировании линии в Вязьме (железобетонные рамы) и в Рязани (тонкие пластины), где для изготовления изделий были применены короткие механизированные стенды. Вопросам проектирования и использования коротких стендов для выпуска изделий с двухосным преднапряжением посвящена настоящая статья.

Еще в начале сороковых годов советские специалисты предложили механизированный способ непрерывного армирования железобетонных конструкций канатом и проволокой с помощью агре-

гата, который без участия человека производит все работы — правку, резку, раскладку на форме каркаса и натяжение арматуры*. Такие агрегаты успешно эксплуатируются на ряде заводов ЖБИ нашей стране, пятикратно снижая трудовые затраты на арматурных работах. Один из них [1], самоходный по принципу действия, способен навивать перекрестно расположенную преднапряженную арматуру (рис. 1), создавая таким образом конструкцию с двухосным преднапряжением (например дорожные плиты ПАГ-ХIV, малогабаритные рамы под рельсовых оснований, плиты облицовки каналов, тонкие пластины для составных плит покрытий на пролет и т. д.).

В СССР и за рубежом успешно применяют три схемы производства — конвейерную, поточно-агрегатную и на длинных стендах [2, 3]. Последнюю широко используют в США, причем большинство длинных стендов эксплуатируют на открытых площадках и полигонах для беспалубочного производства плитных

* А. с. 61894. СССР, 37А 3/03 37В 4/01 80В 51. Способ изготовления предварительно напряженных каркасов железобетонных элементов / В. В. Михайлов (СССР) // Бюллетень изобретений. — 1964. — № 19. — С. 78.



Рис. 1. Робот-манипулятор для механизированной намотки канатной арматуры (намоточная машина 6540)

однослойных или многослойных конструкций перекрытий и стен зданий. Все операции на стендах — чистка, смазка стенда, раскладка продольной канатной арматуры, раскладка и уплотнение бетонов всех слоев конструкции, прогрев бетона и разрезка заформованных элементов на заданные длины — механизированы. Трудоемкой ручной операцией остается только захват и натяжение арматуры, поскольку этот важный элемент технологии ориентирован на индивидуальный захват каждого стержня в отдельности и групповое натяжение арматуры мощными домкратами. Кроме того, на длинных стендах можно создавать только продольное одноосное преднапряжение.

Детальное изучение всех видов технологии, и особенно стендовой, для производства плоских и тонкостенных изделий натолкнуло на мысль о системе продольно расположенных коротких стендов с конвейерным движением агрегатов технологического комплекса. Создание этой новой категории изделий на коротких стендах стало реальным после разработки и применения роботов-манипуляторов непрерывного армирования, эффективных методов формирования и быстро твердеющих при прогреве цементов [4, 5].

По существу, мы имеем дело с кольцевым конвейерным движением роботов-манипуляторов вдоль неподвижных последовательно расположенных коротких стендов. Короткий стенд по периметру имеет несъемное обрамление в виде прямоугольного бордюра, который на 12 мм возвышается над плоской поверхностью выровненного (± 1 мм) дна. Стенды рекомендуются выполнять желе-

зобетонными преднапряженными, обрамленными фасонным металлом или стальными листами с тщательно отшлифованной поверхностью. В НИИЖБ долгое время успешно эксплуатируется преднапряженный стелс с отшлифованной поверхностью, собранный из отдельных сборных преднапряженных железобетонных блоков.

Современные быстротвердеющие вяжущие — это напрягающие цементы (НЦ) любого минералогического состава и быстротвердеющие порландцементы (БТЦ). Особый интерес представляют напрягающие цементы, которые при нормальном твердении через 1 сут набирают не менее 40% R_{28} .

При тепловой обработке быстрое затвердевание проявляется более эффективно. Так, бетоны на НЦ Усть-Каменогорского цементного завода при расходе цемента 500 кг/м³, прогретые в течение 8 ч при температуре 95°C показали прочность 28,5 МПа, а через 28 сут — 42,5 МПа; в возрасте 60 сут их прочность составила 61 МПа. Еще лучшие результаты были получены в НИИЖБ при опробовании быстротвердеющего напрягающего цемента (БТНЦ), изготовленного НИИцементом Минстройматериалов СССР. Прочность бетона через 6 ч составляла 25...30 МПа, что указывает на необходимость скорейшего про-

изводства БТНЦ для нужд строительства.

Для многих конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе или при отсутствии фильтрации воды, использование НЦ в качестве вяжущего является обязательным, поскольку бетон в этом случае становится не только несущим, но и гидроизоляционным материалом.

Тепловлажностная обработка (ТВО) бетона осуществляется по стелсам и начинается после того, как стелс заформован изделиями и на него накинута плотный теплоизолирующий материал. Теплоноситель — масло подается в полость под стелсом, непосредственно прикасаясь к металлическому листу стелса (если он сделан из железа) или к тонкой сильно армированной верхней стенке полого стелса. В течение 1 ч температура поднимается до 95°C, а снижают ее за 1 ч до 20°C при смене масла на холодное. В процессе прогрева изделия по линии стелсов движутся две сцепленные тележки, одна из которых наматывает на себя теплоизолирующий материал, освобождая поверхность изделия и дважды опрыскивая его горячей водой, а другая вновь накрывает стелс покрывалом.

Всесторонний анализ технологии изготовления изделий различного вида с двухосным преднапряжением (ПАГ-ХIV,

шпалы, пластины, плиты облицовки каналов и гидросооружений и т. д.) позволил определить оптимальный размер промышленного здания 24×144 м площадью 3450 м² с размещенными в нем короткими стелсами. В пролете расположены 3 линии рабочих стелсов (рис. 2). Стелсы на торцах имеют комплексы упоров, часть которых приводные опускаемые (ОУ), остальные неподвижные (НУ). После достижения бетоном отпускной прочности 25...30 МПа моторы опускаемых устройств включаются в работу, бетон изготавливаемых конструкций плавно обжимается усилием расчетного обжатия.

У правого торца здания расположено ремонтное помещение площадью 168 м², в котором отработавшие смену механизмы осматривают, чистят, заправляют и подготавливают для работы в следующей смене. У левого торца здания располагается промежуточный склад готовой продукции, площадка ОТК и испытания отобранных образцов и площадка под заводские бухты каната (общая площадь их 480 м²). В это помещение на автокарах привозят кабели со смесью для дальнейшей ее подачи в бункера бетонизирующего комбайна мостовыми кранами. Стелсы обслуживаются механизмом резки бетона и арматуры по периметру изделия, агрегатом для чистки, смазки поверхности стелса и автоматом для наматки натянутого каната или проволоки на упоры стелса, а также агрегатами для укладки, уплотнения и заглаживания бетона и укрытия стелса плотным теплоизолирующим материалом.

Ответственным элементом оборудования стелсов являются упоры, по которым производится навивка канатной и проволочной арматуры в заданной последовательности. Разработанный Гипростромамашем современный торцевой спусковой механизм рассчитан на нагрузку в 500 т (предельно допустимое продольное усилие преднапряжения), снабжен набором упоров необходимой высоты под индивидуальную нагрузку 125 т каждый. По краям подвижной плиты можно устанавливать по два упора в ряд для восприятия краевого усилия в 250 т, упоры могут также располагаться в середине стелса. Спуск натяжения арматуры осуществляется моторным приводом, перемещением верхней плиты торцевого упора. Заводские испытания упоров, выполненные по различным схемам с приложением нагрузки суммарным усилием 600 т, показали хорошие результаты.

Работа роботов-манипуляторов на I, II, III линиях коротких стелсов производится по конвейерной кольцевой схеме.

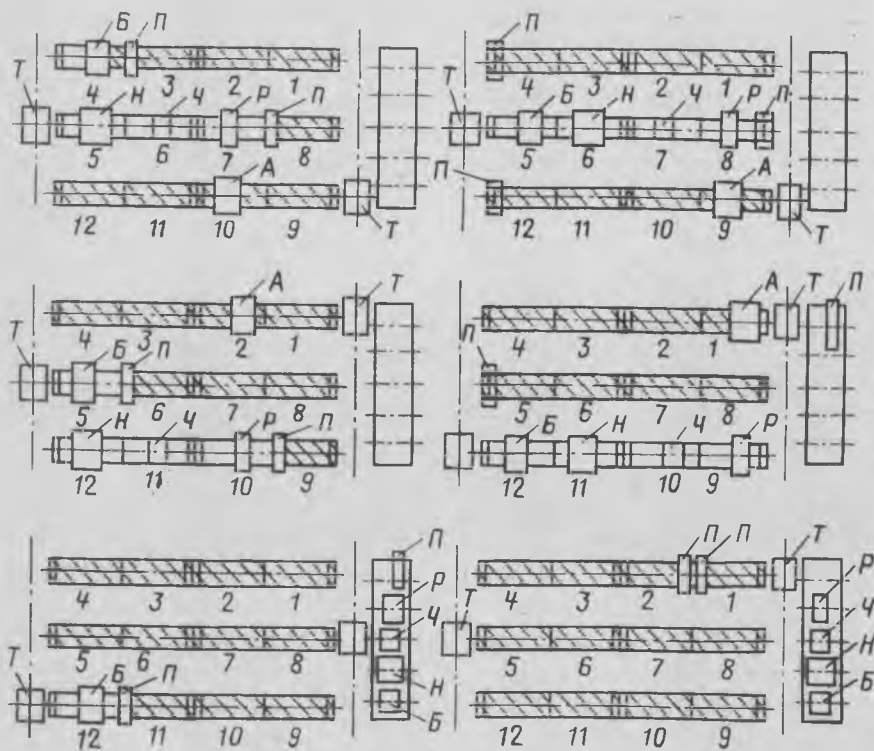


Рис. 2. Схема размещения коротких стелсов на трех технологических линиях в половине пролета промышленного здания размером 24×144 м
П — укладчик теплоизолирующего материала; Ч — машина для чистки и смазки; Н — робот-манипулятор для наматки арматуры; Ф — агрегат формирования; Т — трансверсная тележка; А — автокар; ОУ — опускаемые упоры; НУ — неподвижные упоры; Р — машина для резки; Б — агрегат роликового формирования

После чистки и смазки форм робот-манипулятор производит непрерывное армирование на первом стенде, затем последовательно перемещается на второй и последующие короткие стенды I линии.

На первом стенде осуществляется укладка и уплотнение бетонной смеси, затем формовочный агрегат перемещается на следующую позицию.

Тепловлажностная обработка осуществляется сразу по всей I линии стендов после завершения формования и укрытия изделия. Процесс изготовления продолжается при переходе агрегатов на стенды II, а затем III линий.

После зазершения тепловлажностной обработки на первом стенде осуществляется обрезка концов арматуры алмазными плитами. Затем с помощью крана и присосной траверсы плиты снимают и грузят на автокарную тележку. Автокарные тележки перемещаются по свободным путям стендов, они доставляют изделия на промежуточный склад ОТК, где их краном укладывают в штабеля. Таким образом, краны обеспечивают подвозку кубелей с бетонной смесью для загрузки бетоноукладчика, перегрузку изделий на автокар или с автокара в штабель, а также другие операции (достаточно использовать всего 2 крана). Вывозить изделия целесообразно между сменами.

Объем производства пластин с двухосным преднапряжением размером 3×12 и 3×24 м с трех линий стендов при двухсменной работе — 1728 м² в сут, или 17,3 тыс. м³ в год. Производительность при изготовлении дорожных плит ПАГ-ХIV составляет 24,2 м³ на 1 м² здания в год.

Описание технологии производства высокоэффективных изделий с двухосным преднапряжением на коротких стендах с конвейерным режимом работы является новшеством в заводском производстве тонкостенного железобетона. В тресте Рязаньстрой Минпромстроя СССР организовано производство таких составных Т-образных плит покрытий промзданий. Покрытия успешно сооружаются с 1984 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов В. В. Проволока бетонные парники. // Московский строитель. — 1953. — № 92.
2. Михайлов В. В. Предварительно напряженные железобетонные конструкции в США // Бетон и железобетон. — 1965. — № 8. — С. 43—45.
3. Предварительно напряженный и самонапряженный железобетон в США / С. В. Александровский, П. Ф. Бакума, В. В. Михайлов, Н. А. Маркаров. — М.: Стройиздат, 1974. — 320 с.
4. Михайлов В. В., Литвер С. Л. Расширяющиеся и напрягающие цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1974. — 312 с.
5. Гусев Б. В. Некоторые вопросы технологии производства сборного железобетона // Исследование и практика заводского производства железобетона. — М.: НИИЖБ, 1982. — С. 3—18.

Строительное производство

УДК 693.542.53:691.223.7

А. В. ЛАГОЙДА, Н. А. РОМАНОВА, кандидаты техн. наук (НИИЖБ); Ю. Р. МЕЛЬНИК, И. Я. ФАЙНГОЛЬД, инженеры (Оргтехстрой Главприоккстроя)

Использование обработанного добавкой ЦСПК песка для бетона

Большие трудности в зимнее время вызывает разгрузка из железнодорожного транспорта сыпучих материалов, которые, как правило, смерзаются. Разгрузка требует значительных трудовых и энергетических затрат, стоимость которых достигает 0,6 р. на 1 т сыпучего материала. Трестами Оргтехстрой и Тулажелезобетон Главприоккстроя разработан способ предотвращения смерзания песка, при котором песок во время погрузки обрабатывают водным раствором адипината натрия — ЦСПК*.

В течение последних лет ЦСПК широко применяют на заводах ЖБИ в качестве пластифицирующе-воздуховлекающей добавки к бетонам. Введение ее в бетонную смесь позволяет улучшить технические свойства смеси (подвижность, однородность, нерасслаиваемость), уменьшить расход цемента, повысить прочность и морозостойкость бетона. Все большее применение находит ЦСПК в составе комплексных добавок различного назначения.

Традиционно добавку ЦСПК вводят в бетонную смесь с водой затвердения. Оптимальное ее количество при этом составляет 0,15...0,4% массы цемента в зависимости от его расхода. НИИЖБ совместно с трестом Оргтехстрой исследовали возможность использования песка, обработанного добавкой ЦСПК, для приготовления бетона.

Определение содержания добавки по специально разработанной НИИЖБ методике показало, что ее количество в песке, доставляемом на заводы ЖБИ треста Оргтехстрой в зимнее время, колеблется от 0,1 до 0,25% массы. В пересчете на цемент это составляет 0,16...0,4% для бетона марок М 200...М 400 с расходом цемента 300...450 кг/м³.

В лабораторных условиях исследовали свойства бетонной смеси и рост проч-

ности бетона, твердевшего в различных температурных условиях, при введении с песком 0,1...3,0% ЦСПК от массы цемента. Для бетона использовали портландцементы Брянского и Воскресенского заводов марки М 400 и шлакопортландцемент Косогорского завода марки М 300. Крупным заполнителем служил гранитный и известковый щебень фракции 5...20 мм, мелким — кварцевый песок с $M_{кр} = 2,16$.

На рис. 1 показано влияние добавки ЦСПК на подвижность бетонной смеси состава 1:1,78:3,3:0,5 и прочность бетона, приготовленного с расходом Воскресенского портландцемента 360 кг/м³. При увеличении дозировки ЦСПК до 1,5% массы цемента подвижность бетонной смеси увеличилась с 4 до 21 см. Прочность бетона нормального твердения при этом уменьшилась на 30%. Для получения равноподвижной смеси с О.К. = 4 см В/Ц бетона снизилось до 0,45 при введении 0,3% ЦСПК, до 0,42 при 0,8% и до 0,4 при 1,5% ЦСПК. Прочность бетона с добавкой 0,5% ЦСПК увеличилась на 10...12%, а при введении 1,5% ЦСПК она почти не изменилась.

Аналогичные результаты были получены при использовании Брянского и Ко-

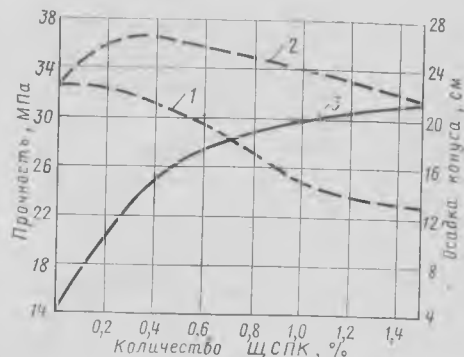


Рис. 1. Влияние добавки ЦСПК на подвижность смеси (—) и 28-суточную прочность бетона (---)

1 — при В/Ц=const; 2 — при О.К.=const.

* До 1985 г. добавка ПАЦ-1. О способе обработки см.: Применение добавки ПАЦ-1 для предотвращения смерзания песка / Ю. Р. Мельник, И. Я. Файнгольд, А. В. Лагойда, Н. А. Романова // На стройках России. — 1985. — № 9. — С. 47.

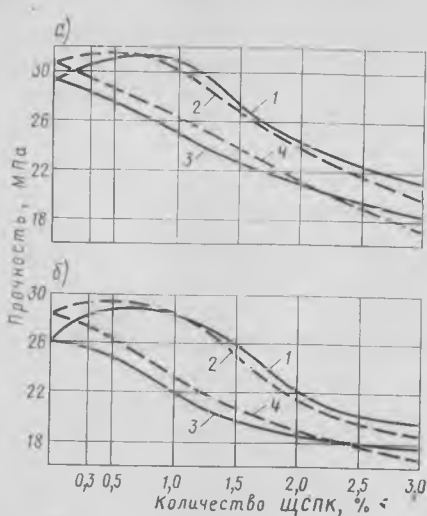


Рис. 2. Влияние добавки ЩСПК на прочность бетона нормального твердения (—) и пропаренного (---)
 а — на Брянском портландцементе; б — на Косогорском шлакопортландцементе; 1, 2 — при $O.K = const$; 3, 4 — при $V/C = const$

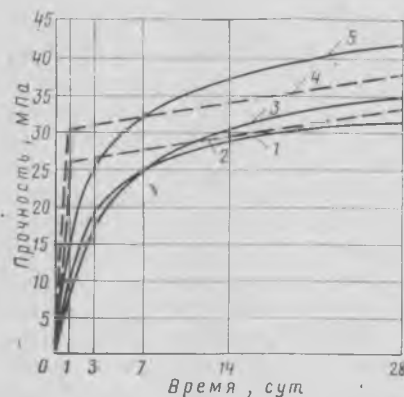


Рис. 3. Прочность бетона нормального твердения (—) и пропаренного (---)
 1 — без добавки; 2, 3 — с 0,2% ЩСПК + 0,2% СДБ; 4, 5 — с 0,2% ЩСПК + 0,5% С-3

согорского цементов для бетонов составов соответственно 1:1,35:2,65:0,45 и 1:1,25:2,54:0,48 с расходом цемента 430 и 450 кг/м³, твердевших в нормальных условиях и при пропаривании по режиму 3+8+2 ч (рис. 2).

Таким образом, установлено, что введение в бетонную смесь 0,5% ЩСПК от массы цемента увеличивает ее подвижность практически без снижения прочности бетона или позволяет уменьшить V/C бетона и повысить его прочность.

При содержании в обработанном песке добавки ЩСПК в количестве, меньшем оптимального для данного состава бетона, можно дополнительно вводить ее с водой затворения. Вместо ЩСПК можно вводить другие пластификаторы, например С-3 или СДБ.

На рис. 3 показано нарастание прочности бетона состава 1:1,78:3,3:0,42, приготовленного на Воскресенском портландцементе с добавками 0,2% ЩСПК + 0,5%

С-3 и 0,2% ЩСПК + 0,2% СДБ, твердевшего в нормальных условиях и при пропаривании по режиму 3+8+2 ч.

Введение добавок повысило прочность бетона нормального твердения соответственно на 30 и 10% и пропаренного на 15 и 5% по сравнению с бетоном без добавок нормального твердения той же подвижности, но с $V/C = 0,5$.

В НИИЖБ разработаны комплексные противоморозные добавки для производства бетонных работ в зимних условиях. Они содержат противоморозный компонент (нитрит натрия, нитрат кальция, хлористые соли натрия и кальция, нитрит-нитрат-хлорид кальция) и пластифицирующе-воздухововлекающую добавку ЩСПК. Введение ЩСПК при уменьшении водопотребности бетонной смеси позволяет сократить расход противоморозных добавок до 2...6% массы цемента.

Исследовали влияние добавки ЩСПК, введенной с песком, на твердение бетона с противоморозными добавками при отрицательных температурах. Образцы бетона размером 10×10×10 см сразу после формования помещали в камеры с температурой -5, -15 и -25°C и выдерживали в них в течение 7 и 28 сут. Часть образцов затем помещали в камеру нормального твердения и испытывали на сжатие после дополнительного 28-суточного выдерживания в нормальных условиях. Бетонную смесь состава 1:1,78:3,3 подвижностью 4...6 см изготавливали на Воскресенском портландцементе.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что увеличение дозировки ЩСПК в составе комплексной добавки замедляет рост прочности бетона при отрицательных температурах. Поэтому, как и при нормальном твердении или твердении при тепловлажностной обработке, количество ЩСПК, вводимой совместно с противоморозным компонентом, не должно превышать 0,5% массы цемента.

В табл. 2 приведены результаты определения оптимального количества нитрита натрия в составе комплексной добавки $NN + ЩСПК$.

Из полученных данных следует, что при температуре -5°C увеличение дозировки нитрита натрия приводит к уменьшению прочности бетона. При -15°C лучшие результаты получены при введении 6% NN , при -25°C твердение бетона практически отсутствует. Образцы, твердевшие при -5°C, после дополнительного 28-суточного выдерживания в нормальных условиях не имели недоборов прочности, в то время как при более низкой начальной температуре твердения последующие недоборы составили до 20% проектной прочности. После более длительного выдерживания в нормальных или естественных условиях прочность

Таблица 1

Количество добавки, % массы цемента	V/C	Температура твердения, °C	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут		
			7	28	56*
2% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	0,5	20	24,9	32,0	—
То же	0,45	-5	19,7	30,7	33,8
2% $NN + 0,5\%$ ЩСПК	0,45	-25	—	0,6	24,6
То же	0,43	-5	18,4	30,2	34,2
2% $NN + 1\%$ ЩСПК	0,43	-15	3,6	12,3	28,8
То же	0,43	-25	—	0,5	25,9
То же	0,41	-5	14,6	20,8	30,1
То же	0,41	-15	2,3	7,5	29,5
То же	0,41	-25	—	0,3	26,6

* 28 сут твердения при отрицательной температуре, затем 28 сут — в нормальных условиях

Таблица 2

Количество добавки, % массы цемента	Температура твердения, °C	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте, сут		
		7	28	56
2% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	19,7	30,7	33,8
То же	-15	3,1	11,4	29,6
То же	-25	—	0,6	24,6
4% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	19,3	28,9	33,6
То же	-15	4,2	13,6	29,8
То же	-25	—	1,2	25,2
6% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	17,6	26,8	32,2
То же	-15	5,0	15,4	30,8
То же	-25	—	1,4	26,9
10% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	16,3	21,9	28,6
То же	-15	5,3	14,6	31,2
То же	-25	—	2,5	27,1

Таблица 3

Количество добавки, % массы цемента	Температура твердения бетона, °C	Прочность, % проектной, при твердении на морозе за, сут		
		7	28	90
2% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	60	95	130
4% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-10	20	50	60
6% $NN + 0,3\%$ ЩСПК	-15	15	35	40
2% $NK + 0,3\%$ ЩСПК	-5	35	75	100
4% $NK + 0,3\%$ ЩСПК	-10	20	45	60
6% $NK + 0,3\%$ ЩСПК	-15	10	25	30
2% $NNXK + 0,3\%$ ЩСПК	-5	50	100	140
2% $NNXK + 0,3\%$ ЩСПК	-10	25	50	70
4% $NNXK + 0,3\%$ ЩСПК	-15	20	45	55
4% $NNXK + 0,3\%$ ЩСПК	-20	—	10	20
1% $XK + 2\%$ $XN + 0,3\%$ ЩСПК	-5	30	80	100
2,5% $XK + 3,5\%$ $XN + 0,3\%$ ЩСПК	-10	20	50	60
4,5% $XK + 3\%$ $XN + 0,3\%$ ЩСПК	-15	15	35	40

всех образцов, твердевших при отрицательных температурах, превышала марочную.

По результатам аналогичных исследований бетона с комплексными добавками, содержащими в качестве противоморозного компонента нитрат кальция, $NNXK$, хлористый кальций или хлористый натрий, установлены оптимальные дозиров-

ки добавок, температурные границы их применения и прочностные показатели бетона, твердевшего при отрицательных температурах (табл. 3).

Выводы

Проведенные исследования показали возможность использования песка, обработанного адипинатом натрия, для приготовления бетона различного назначения.

Объем песка, обработанного добавкой ШСПК для предотвращения его смерзания в зимних условиях, в Главпроектстрое за 1981—1984 гг. составил около 1 млн. м³. Экономический эффект от внедрения этого метода составил 550 тыс. р., экономия энергоресурсов — 500 тыс. кВт·ч, сокращение трудозатрат — 14 тыс. чел.-дн.

Комплект универсальных металлоформ

Специалистами треста Оргтехстрой Калининского территориального управления строительства Минстроя СССР выполнены рабочие чертежи универсальной металлической оснастки для изготовления квадратных (стаканного типа) железобетонных фундаментов по серии 1.020-1/83.

Они рассчитаны под колонны сечением 300×300 и 400×400 мм с размерами подошвы 1200×1200, 1500×1500, 1800×1800, 2100×2100 мм и высотой 750 и 900 мм при глубине стакана 500 мм (для колонн сечением 300×300 мм); 900 и 1050 мм при глубине стакана 650 мм (для колонн сечением 400×400 мм). Формы удовлетворяют требованиям ГОСТ 18886—73.

Все формы запроектированы с обогреваемым поддоном, что позволяет гибко увязывать технологические возможности предприятия-изготовителя (возможность термообработки как в пропарочных камерах, так и на свободных площадках цехов и полигонах с условием подвода теплоносителя и отвода конденсата). Уплотнение бетона производится на вибростеле либо глубинным вибратором.

Универсальность металлооснастки достигается применением сменных пустообразователей и вставки высотой 150 мм, что значительно снижает материалоемкость. Борты форм запроектированы раскрывающимися, так как опыт изготовления подобных конструкций в условиях заводов ЖБИ Калининского ТУС показал, что использование бортооснастки типа «колпак» увеличивает трудоемкость при распалубке изделий.

Применение вставки в сочетании со сменными пустообразователями позволяет изготавливать любой фундамент из вышеречисленного ряда типоразмеров.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 170041, г. Калинин, ул. Шмидта, 17/14, трест Оргтехстрой Калининского ТУС.

А. Б. ГОЛОВКИН, инж.

Вопросы реконструкции

УДК 691.327:620.173

Л. Н. ФОМИЦА, канд. техн. наук (Новополоцкий политехнический ин-т)

Контроль напряженного состояния сжатых элементов железобетонных конструкций

Наиболее важным фактором, влияющим на надежность железобетонных конструкций, является уровень напряженного состояния. Появление новых методов и средств для измерения напряжений [1, 2] в совокупности с известными способами неразрушающего контроля прочности бетона позволяет определять уровень напряжений в экспериментальных образцах железобетонных конструкций, однако не решает эту задачу для рядовых конструкций, находящихся в эксплуатации.

Вместе с тем, работа железобетонных конструкций в составе несущих каркасов зданий и сооружений различного назначения в условиях агрессивной среды сопряжена с потерей прочности, а также со случайным перераспределением усилий из-за осадок фундаментов, изменения расчетных схем и т. п.

В Новополоцком политехническом институте разработан новый способ испытания строительных конструкций*, представляющий собой экспресс-метод определения уровня напряженного состояния работающих на сжатие элементов железобетонных конструкций в производственных условиях. Он базируется на известных исследованиях [3—5] и др., выявивших нелинейную зависимость быстронатекающих деформаций ползучести бетона от уровня напряжений. Эта нелинейность обусловлена особенностями развития во времени ускорения деформаций, формирующегося под действием внешней нагрузки и сил внутреннего сопротивления, и, как следствие этого, особенностями развития во времени скорости деформаций ползучести.

Выяснению зависимости скорости и ускорения деформаций ползучести бетона от уровня напряжений при простейшем одноосном нагружении были посвящены проведенные автором экспериментальные исследования. Изучали деформации ползучести бетонных призм размером 100×100×400 мм из бетона марок М 200, М 300 и М 400. Характеристика образцов приведена в табл. 1.

* А. с. 1101709 СССР, G 01 M 19/00. Способ испытания элементов строительных конструкций / Л. Н. Фомица (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1984. — № 25. — С. 112.

Термовлажностной обработке образцы не подвергались. Бетон уплотняли вибрированием на стандартной лабораторной виброплощадке. Слои укладки бетона параллельны действию усилия при испытании образцов.

Призмы нагружали в 28-суточном возрасте ступенями $\Delta\eta=0,1$ в интервале от $\eta=0,2$ до $\eta=0,1$ и ступенями $\Delta\eta=0,05$ в интервале от $\eta=0,75$ до $\eta=0,95$ (η — уровень напряжения: $\eta=\sigma/R$). Для образцов серий II.1, II.2 и II.3 были приняты разные графики нагружения с целью изучения влияния предыстории нагружения на исследуемые зависимости.

На каждой ступени измеряли скорость нагружения силопередающим динамометром в виде центрирующего шара с наклеенными тензорезисторами. Графики нагружения записывали на осциллограмму. Это позволило не только с большой точностью определить скорость нагружения, но и зафиксировать момент окончания нагружения и начала выдерживания ступени на заданном уровне напряжений. Этот момент являлся отправным при отсчете быстронатекающих деформаций ползучести. Деформации ползучести фиксировали электрическими тензомерами на базе 250 мм повышенной чувствительности, что позволило измерять деформации с точностью 0,1 е. о. д., используя стандартную тензометрическую аппаратуру ЦТМ-5. Деформации записывали на перфолену с частотой 1 измерение за 2 с в течение трех мин. Таким образом, за указанный промежуток времени удавалось получить около 90 экспериментальных точек. В дальнейшем результаты экспериментов обрабатывали на ЭВМ.

Таблица 1

№ серии	Состав бетона	В/Ц	Кубиковая прочность, МПа	Применная прочность, МПа	Начальный модуль деформации $E_0 \cdot 10^4$, МПа	Динамический модуль упругости $E_d \cdot 10^4$, МПа
I	1:3:4,5	0,80	16,3	10,5	2,0	2,69
II.1	1:2,75:4,3	0,72	21,2	15,5	2,4	3,00
II.2	1:2,75:4,3	0,72	20,8	15,9	2,4	3,10
II.3	1:2,75:4,3	0,72	21,4	16,6	2,4	3,10
III	1:2,25:3,5	0,60	27,2	19,0	2,7	3,60
IV	1:0,75:2,62	0,40	35,0	22,0	3,2	3,78

Получены экспериментальные данные развития быстронатекающих деформаций ползучести бетона для разных уровней напряжения от $\eta=0,2$ до $\eta=1$, то есть вплоть до разрушения образцов.

Заметное влияние уровня напряжений на скорость затухания деформаций ползучести наблюдается в течение первых 30 с (рис. 1), а особенно первых 2...10 с.

Однако, вопреки ожиданиям, начальная скорость деформаций ползучести (для $t=0$) при простейшем нагружении не зависит от уровня напряжений.

Начальная скорость деформаций ползучести пропорциональна скорости нагружения и может быть представлена выражением

$$V_0(\epsilon_{п}) = \frac{V(\eta) R_{пр}}{E_0}, \quad (1)$$

где $V(\eta)$ — скорость изменения уровня напряжений во времени: $V(\eta) = V(\sigma) / R_{пр}$; $V_0(\epsilon_{п})$ — начальная скорость деформаций ползучести; E_0 — начальный модуль деформации бетона.

Зависимость (1) справедлива для всех уровней напряжений, как угодно мало отличающихся от нуля. Особенность имеется лишь в случае $\eta=0$, для которого $V_0(\epsilon_{п})=0$, так как при этом очевидно $V(\eta)=0$.

Графики зависимости скорости и ускорения деформаций ползучести от уровня напряжений для разных моментов времени приведены на рис. 2 и 3. Графики построены в результате обработки и аппроксимации экспериментальных данных. Для этого выбрана логарифмическая функция.

$$\epsilon_{п} = \frac{1}{a(c-b)} \ln \frac{a+bt}{a+ct}; \quad c > b. \quad (2)$$

Первая и вторая производные этой функции по времени, соответствующие скорости и ускорению деформаций ползучести, имеют вид

$$V(\epsilon_{п}) = \frac{d\epsilon_{п}}{dt} = \frac{3}{(a+bt)(a+ct)}; \quad (3)$$

$$\kappa(\epsilon_{п}) = \frac{d^2\epsilon_{п}}{dt^2} = -\frac{b(a+ct) + c(a+bt)}{(a+bt)^2(a+ct)^2}, \quad (4)$$

где a , b и c — коэффициенты, определяемые опытным путем.

Для нахождения коэффициентов a , b и c совокупности экспериментальных точек сначала аппроксимировали с помощью ЭВМ функцией (2), при этом подбирали численные значения коэффициентов, затем производили их статистическую обработку, в результате чего получены зависимости для их описания

$$a = \sqrt{\frac{E_0}{V(\eta) R_{пр}}}; \quad (5)$$

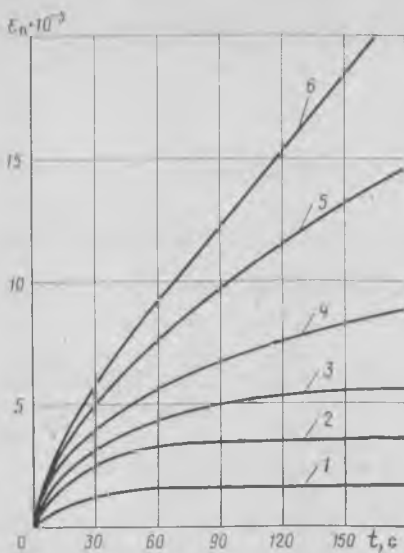


Рис. 1. Зависимость относительных деформаций ползучести от времени при разных уровнях напряжений

1 — $\eta_0=0,2$; 2 — $\eta_0=0,4$; 3 — $\eta_0=0,6$; 4 — $\eta_0=0,8$; 5 — $\eta_0=0,9$; 6 — $\eta_0=0,95$

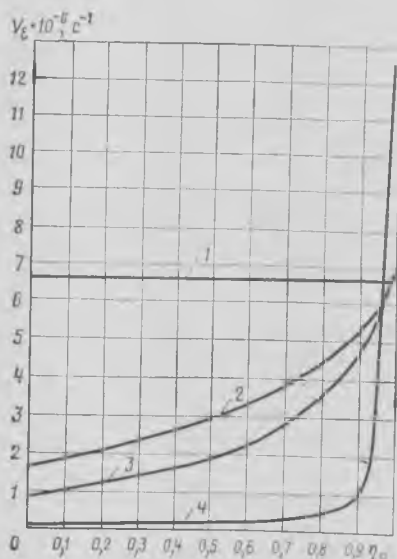


Рис. 2. Зависимость скорости деформаций ползучести от уровня напряжений при разных значениях времени наблюдения после окончания нагружения

1 — $t=0$ (начальная скорость); 2 — $t=2$ с; 3 — $t=4$ с; 4 — $t=90$ с

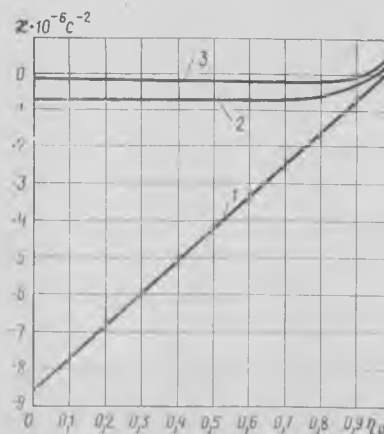


Рис. 3. Зависимость ускорения относительных деформаций ползучести от уровня напряжений

1 — $t=0$; 2 — $t=2$ с; 3 — $t=60$ с

$$b = \frac{R_c}{R_p} \left(1 - \frac{R}{R_{дл}} \eta_0 \right); \quad (6)$$

$$c = \alpha (1 - \eta_0), \quad (7)$$

где R_c и R_p — пределы прочности бетона при испытаниях на сжатие и растяжение; R и $R_{дл}$ — прочность бетона при кратковременном и длительном нагружении; α — коэффициент, зависящий от вида и марки бетона: $\alpha=1000..400$.

При обработке экспериментальных данных установлено также, что начальное ускорение деформаций ползучести линейно зависит от уровня напряжений (см. рис. 3).

Этот результат свидетельствует о том, что при деформировании твердого тела соблюдается второй закон Ньютона. Линейность зависимости ускорения деформаций ползучести от уровня напряжений сохраняется лишь при $t=0$, так как в последующие моменты времени процесс деформирования зависит от изменяющихся во времени сил внутреннего сопротивления бетона.

Функция (2) с учетом зависимостей (5)...(7) позволяет с высокой точностью описывать быстронатекающие деформации ползучести бетона для разных уровней напряжений, включая высокие. Проведенные экспериментальные исследования одноосно нагруженных бетонных элементов подтвердили возможность определения уровня их напряженного состояния анализом быстронатекающих деформаций ползучести. Основой для реализации предлагаемого способа в условиях производства являются эмпирические данные, накопленные в результате испытания образцов из железобетона разных марок с различным насыщением арматурой.

Сущность способа заключается в следующем. С помощью импульса статической нагрузки в элементе инициируют деформации ползучести. Его величина должна быть безопасной, поэтому лучше, чтобы знак напряжений, вызываемых импульсом силы, был противоположен знаку действующих в элементе напряжений. Импульс силы следует прикладывать одноосно по отношению к сечению, в котором определяют уровень напряжений. Величину импульса силы выбирают в пределах от 0,05 до 0,1 предельного значения нагрузки. Продолжительность его воздействия должна быть достаточной для того, чтобы успела проявиться основная часть деформаций последствия (10 мин). Затем снимают импульс статической нагрузки, восстанавливая прежний уровень напряжений в испытываемом

УДК 624.94.012.4:72.003

А. О. СААКЯН, д-р техн. наук, Ю. Х. ГАЗАРЯН, канд. техн. наук, М. Г. ТЕР-ОГАНЯН, канд. экон. наук (ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР)

Технико-экономическая оценка конструктивных узлов каркасных зданий

элементе, при этом измеряют скорость нагружения. Начиная с момента восстановления прежнего уровня, принимаемого за нулевой отсчет времени, в течение 3 мин измеряют деформации ползучести бетона с частотой не менее одного измерения за 2 с. Определяют скорость или ускорение деформации ползучести через 4...10 с от нулевого отсчета. Используя эмпирические зависимости или формулы (3) или (4), находят искомый уровень напряжений.

Вся процедура измерений, включая время на установку приспособления для передачи импульса силы и установку тензометров, не превышает 30 мин. Обработку экспериментальных данных и вычисления уровня напряжений производят на ЭВМ.

В табл. 2 приведены результаты опробования нового способа в лабораторных условиях на железобетонных образцах размером 0,4×0,4×4 м в возрасте более года.

Таблица 2

Уровень напряжений, %		Отклонение	
экспериментальный	вычисленный по формуле (4)	абсолютное	относительное, %
0,375	0,235	0,140	37,0
0,500	0,539	-0,039	-3,9
0,625	0,657	-0,032	-5,1
0,750	0,763	-0,013	-1,7
0,875	0,854	0,021	2,4
0,940	0,904	0,036	3,8

Примечание. Среднеквадратичное отклонение — 15,45%.

Приведенные данные показывают, что новый способ позволяет определять уровень напряжений с достаточной точностью, особенно для высоких уровней.

Способ использовался для установления уровня напряжений в железобетонных колоннах одного из цехов Новополюцкого производственного объединения «Полмир».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лаул Х. Х., Саммал О. Ю. Метод прогнозирования технических ресурсов бетонных и железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. — 1980. — № 7. — С. 37—39.
- Фомица Л. Н. Новые методы и средства определения напряженного состояния элементов строительных конструкций // Бюллетень строительной техники. — 1984. — № 6. — С. 12—13.
- Александровский С. В., Соломонов В. В. Исследование влияния относительного уровня предшествующих напряжений на нелинейную составляющую деформаций ползучести бетона // Проблемы ползучести и усадки бетона. — М.: НИИЖБ, 1974. — 23—32.
- Васильев П. И. Экспериментальные исследования деформаций бетона при ступенчатом нагружении // Известия ВНИИГ им. Введенцева. — 1963. — Т. 72. — С. 133.
- Бондаренко В. М., Бондаренко С. В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. — М.: Стройиздат, 1982. — 133 с.

Всесоюзным проектно-экспериментальным конструкторским технологическим институтом исследованы многоэтажные здания ствольно-каркасной конструктивной системы. Они являются основным типом домов, возводимых методом подъема в сейсмических районах [1, 2]. Проведенные работы позволили для сейсмических районов разработать демпферные устройства, устанавливаемые между ядром жесткости и плитами перекрытий [3], а также железобетонные ядра жесткости рационального профиля [2].

При этом получены значения динамических характеристик зданий каркасно-ствольной конструктивной системы при жестком соединении ядра и каркаса и демпферными устройствами сухого трения. Установлены оптимальные параметры ядер жесткости в зависимости от величины пролета перемычки при различных высотах и диаметрах ствола при разном числе проемов.

Результаты исследований использованы при проектировании и строительстве многоэтажных зданий, возводимых методом подъема, что обеспечило значительную экономию [2]. Для определения экономического эффекта непосредственно от внедрения результатов исследований:

установили условия функционирования анализируемого варианта (объекта новой техники);

определили основные характеристики объекта, заменяемого новой техникой (эталонного варианта при технико-экономическом моделировании);

скорректировали основные характеристики эталонного варианта в результате его приведения к сравниваемому виду с анализируемым вариантом;

установили основные характеристики анализируемого варианта;

определили расход изменяемых ресурсов (материальных, топливно-энергетических, трудовых);

рассчитали показатели приведенных затрат;

подсчитали технико-экономическую эффективность рекомендуемого мероприятия по внедрению объекта новой техники.

Условия функционирования демпферных устройств рассматривали на примере 12-этажного здания каркасно-ствольной конструктивной системы площадью 7670 м² с двумя ядрами жесткости, возводимого методом подъема перекрытий в районах с расчетной сейсмичностью 7 баллов. Сопоставимость достигалась в результате рассмотрения вариантов при одинаковых сейсмических воздействиях, определяемых акселерограммами реальных землетрясений. Использование условий, характеризующихся несколькими значениями конкретных сейсмических воздействий, позволило подсчитывать технико-экономический эффект в диапазоне его реальных значений при заданном числе демпферных устройств с оптимальными параметрами устанавливаемых вокруг ядер жесткости (360 демпферов на здание).

В результате установили расход арматуры в ядрах жесткости, плитах перекрытий и фундаментах рассматриваемых зданий как эталонного варианта (при жестком соединении ядра с каркасом), так и анализируемого (с демпферными устройствами). Полученные данные свидетельствуют о том, что благодаря уменьшению усилий, действующих на ядра и плиты перекрытий, при переходе от жесткого соединения к демпферным устройствам значительно сокращается расход арматуры. Затем определили общие приведенные затраты на 1 т арматурного каркаса в железобетонной конструкции, приведенные затраты на демпферные устройства, а также экономическую эффективность от рекомендуемого мероприятия (табл. 1).

Более сложной оказалась технико-экономическая оценка железобетонных ядер жесткости. Условия функционирования новой техники рассмотрели на примере 16-этажного здания каркасно-ствольной

Показатели	Акселерограммы	
	№ 16-7-А	№ 36-7-Я
Арматура фундаментов, кг/здание	11726,00/17160,00*	19734,00/28600,00
Арматура плит перекрытий, кг/здание	197409,00/209764,00	197409,00/20976400
Арматура ствола ядра, кг/здание		
продольная	10558,00/11918,00	19022,00/40936,00
поперечная	6278,00/8106,00	7322,00/15590,00
перемычек	2211,00/3037,00	5454,00/7636,00
Расход стали, приведенной к классу А-I, т/здание	228,18/249,99	246,94/302,53
Экономия стали, приведенной к классу А-I		
т/здание	21,80/—	55,59/—
кг/м ²	2,85/—	7,26/—
Экономия стали натуральной		
т/здание	16,05/—	41,31/—
кг/м ²	2,09/—	5,39/—
Экономия		
тыс. р/здание	5,80/—	14,79/—
р/м ²	0,76/—	1,93/—
Затраты на демпферные устройства		
тыс. р/здание	1,80/—	1,80/—
р/м ²	0,24/—	0,24/—
Общий эффект, тыс. р/здание	4,00/—	12,99/—

* Перед чертой — с демпферными устройствами; после черты — при жестком соединении ядра и каркаса.

Таблица 2

Показатели	Эталонные варианты при пролете перемычек, м		Анализируемый вариант
	2,2	1,1	
Размеры сечения перемычек, м	0,66×0,86	0,51×0,86	0,6×0,86
Толщина стенки ствола, м	0,66	0,51	0,43*
Площадь сечения простенков ствола, м ²	14,21	12,42	11,79
Объем бетона ствола ядра, м ³	752,00	638,00	620,00
Экономия бетона марки М 300			
м ³ /здание	—	114,00	132,00/18,00**
тыс. р/здание	—	9,49	11,10/1,51
р/м ²	—	1,26	1,47/0,21
Арматура ствола ядра, т/здание			
простенков	75,10	67,78	50,57
перемычек	44,40	16,50	22,60
Расход стали, приведенной к классу А-I, т/здание	119,50	84,28	73,17
Сталь натуральная, т/здание	88,44	62,38	54,42
Экономия стали, приведенной к классу А-I			
т/здание	—	35,22	46,33/11,11
кг/м ²	—	4,66	6,13/1,47
Экономия стали натуральной			
т/здание	—	26,06	34,02/7,96
кг/здание	—	3,45	4,50/1,05
Экономия			
тыс. р/здание	—	9,39	12,35/2,96
р/м ²	—	1,24	1,63/0,39
Общий эффект			
тыс. р/здание	—	18,88	23,45/4,47
р/м ²	—	2,50	3,10/0,60

* Конструкции эквивалентного кольцевого сечения.

** Перед чертой — экономия по сравнению с вариантами при пролете перемычек 2,2 м; после черты — 1,1 м.

конструктивной системы площадью 7550 м² с одним центрально расположенным ядром жесткости высотой ствола 50 м, возводимого методом подъема перекрытий в районах с расчетной сейсмичностью 7 баллов. В качестве анализируемого варианта принято ядро жесткости с соотношением жесткостей простенков и перемычек, позволяющим представить ствол в виде цельного бруса, жестко заделанного в фундамент. Он имеет профиль в виде правильного многогранника с проемами и утолщениями в зоне проемов. Профиль ствола ядра применяли в виде эквивалентного кольцевого сечения без проемов со средним диамет-

ром 8,67 м. В качестве эталонных использовали два ядра жесткости — с максимальным (2,2 м) и минимальным (1,1 м) пролетами перемычек, применяемыми в строительстве.

Приведение вариантов к сопоставимому виду достигается тем, что для эталонных вариантов приняты те же условия функционирования, что и для новой техники (тип здания, расчетная сейсмичность), а средний диаметр стволов соответствует среднему диаметру эквивалентного кольцевого сечения анализируемого варианта. Кроме того, у одного из эталонных и анализируемого вариантов принят равный пролет перемычки (1,1 м).

Геометрические размеры ядер всех вариантов выбраны таким образом, чтобы они имели одинаковые приведенные жесткости. Это обеспечивает идентичную нагрузку ядер при сейсмических воздействиях.

На заключительном этапе определили экономию приведенных затрат, а также общий эффект (табл. 2).

Такой подход позволил установить реальную эффективность каждого мероприятия по разработке и внедрению новой техники. В данном случае выявлена значительная эффективность внедрения в сейсмических районах многоэтажных зданий ствольного-каркасной конструктивной системы с демпферными устройствами, а также с ядрами жесткости рационального профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х. Состояние и перспективы строительства зданий методом подъема перекрытий // Бетон и железобетон. — 1980. — № 4. — С. 19—21.
2. Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х. Возведение зданий и сооружений методом подъема. — М.: Стройиздат, 1982. — 551 с.
3. Применение демпферов для повышения сейсмостойкости каркасных зданий с несущими шахтами / С. Х. Шахназарян, Р. О. Саакян, А. О. Саакян, Ю. Х. Газарян // Бетон и железобетон. — 1974. — № 2. — С. 32—34.

Авторские свидетельства

№ 1*

№ 1202892. ВНИИ транспортного строительства. Г. А. Скормин, Д. И. Коллин, Э. А. Малоян и Н. Н. Мамонтова. Устройство для радиального прессования трубчатых изделий.

№ 1203011. Московское НПО по строительному и дорожному машиностроению. Г. А. Анопов, Е. Ю. Малиновский, Э. Н. Кузин и А. В. Чудин. Кран-манипулятор для монтажа зданий из сборного железобетона.

№ 1203182. НПО ВНИИземмаш. Г. Р. Вишневский, А. И. Федоров, Ю. А. Воронцов и В. К. Жуковский. Бетоноукладчик.

№ 1203210. Сибирский автодорожный ин-т и НИИЖБ. А. Р. Неленов, В. И. Саунин, В. А. Селиванов и др. Стыковое соединение плит с балкой.

№ 1203211. Казпромстройинипроект. Т. Ж. Жунусов, М. У. Ашимбаев и А. А. Кравченко. Стыковое соединение панелей стены с колонной.

№ 1203212. ЦНИИЭП жилища. В. Г. Крейтан, Н. Я. Спивак, А. Е. Смирнов и др. Строительная конструкция.

* См.: Открытия, изобретения, 1986.

Уточнение расчета изгибаемых жаростойких элементов с арматурой класса А-III

В НИИЖБ испытаны однопролетные свободно опертые балки длиной 3 м с расчетным пролетом 2,6 м из жаростойкого железобетона на изгиб двумя сосредоточенными силами, расположенными на расстоянии от опоры 0,3 пролета, при 20°C и нагреве со стороны растянутой зоны до температуры арматуры 500°C.

Балки (21 шт.) имели прямоугольное сечение 200×200 мм, 200×250 мм и 200×300 мм. Для продольного армирования всех образцов использовали горячекатаную арматуру периодического профиля класса А-III Ø8, 12, 14 и 20 мм, а для поперечного армирования (хомуты) — гладкую арматуру класса А-I Ø6 мм. Коэффициент армирования образцов составил 0,54; 0,73; 0,96 и 1,5%, защитный слой бетона принимали нормируемым (2,5*d* арматуры) и увеличенным (6*d*). Образцы изготовляли из жаростойкого тяжелого бетона марок М 200 и М 400 на порландцементе с шамотным песком и щебнем. До расчетной температуры арматуры 500°C образцы нагревали в основном с эксплуатационной нагрузкой (0,6 разрушающего изгибающего момента) со скоростью подъема температуры 50°C/ч.

Разрушение балок происходило по нормальным сечениям в зоне чистого изгиба в результате развития значительных деформаций растянутой арматуры.

Несмотря на значительные прогибы балок при разрушении, бетон сжатой зоны, нагретой в среднем до 200°C, не разрушался. Это объясняется повышенной деформативностью арматуры при 500°C и значительным снижением при этом ее прочности. Отколов бетона или отслоения защитного слоя, а также возникновение продольных трещин над растянутой арматурой при нагреве и разрушении балок не наблюдалось.

Опытные значения разрушающих моментов находились в пределах 0,55...0,58 соответствующих характеристик ненагретых балок. Снижение прочности балок при нагреве хорошо согласуется с приведенным в Руководстве [1] значе-

нием коэффициента условий работы $m_{at} = 0,6$, учитывающим уменьшение сопротивления арматуры класса А-III при 500°C.

В работе [2] показано, что температурное удлинение растянутой арматуры при нагреве железобетонных конструкций уменьшает высоту сжатой зоны бетона и может вызывать разрушение сжатого бетона. В проведенных опытах при $\mu = 0,54...1,5\%$ разрушения сжатого бетона не отмечалось.

Уменьшение относительной высоты сжатой зоны бетона ξ в сечении с трещиной при нагреве нагруженной балки без существенной погрешности можно выразить исходя из средних деформаций наиболее сжатого крайнего волокна бетона $\epsilon_{б.с}$ и арматуры $\epsilon_{a.с}$, т. е. по снижению средней высоты сжатой зоны бетона

Для нагруженной ненагретой балки

$$\xi_c = \frac{\epsilon_{б.с}}{\epsilon_{a.с} + \epsilon_{б.с}}; \quad (1)$$

для нагруженной нагретой балки

$$\xi_{c'} = \frac{\epsilon_{б.с}}{\epsilon_{a.с} + \epsilon_{б.с} + \Delta \epsilon_t}; \quad (2)$$

где $\Delta \epsilon_t$ — разность температурных деформаций арматуры в бетоне с трещиной в растянутой зоне и верхнего менее

нагретого волокна бетона: $\Delta \epsilon_t = \alpha_{at} c t_a - \alpha_{bt} t_b$.

Используя выражения (1), (2)

$$k = \frac{\xi_c'}{\xi_c} = \frac{\epsilon_{a.с} + \epsilon_{б.с}}{\epsilon_{a.с} + \epsilon_{б.с} + \Delta \epsilon_t} < 1. \quad (3)$$

По опытным данным при нагреве нагруженных балок k уменьшался с 1 при температуре арматуры 20°C до 0,6 при 500°C. Таким образом, при температуре нагрева арматуры 500°C высота сжатой зоны в балках снизилась примерно в 1,7 раза. При дальнейшем нагружении нагретых балок коэффициент k увеличивался и к моменту разрушения независимо от μ был равен примерно 0,8.

Уменьшение высоты сжатой зоны бетона при нагреве балок сопровождалось увеличением неравномерности распределения деформаций сжатия бетона вдоль пролета. Деформации сжатия бетона интенсивно возрастали в сечениях с трещиной. Опытные значения коэффициента ψ_b определяли как отношение средних деформаций сжатой грани бетона на длине 800 мм в зоне чистого изгиба к деформациям бетона над трещиной. При этом деформации бетона над трещиной принимали усредненными по показаниям тензосметра, установленного над трещиной на базе 100 мм. В действительности деформации сжатия бетона над трещиной были больше деформаций, принятых в данном случае для нахождения ψ_b . По опытным данным коэффициент ψ_b снижался при нагреве балок примерно по линейному закону с 0,9 при температуре арматуры 20°C до 0,4 при 500°C.

При дальнейшем нагружении балок до разрушения коэффициент ψ_b изменялся незначительно, среднее значение можно принять равным 0,4.

Нагрев арматуры значительно увеличивал кривизну балок (рис. 1). Опытная кривизна балок при нагреве и дальнейшем нагружении до разрушения получена от суммарного воздействия нагрузки и температуры. При нагреве балок кривизна от нагрузки возросла примерно в 1,5...2 раза вследствие повышенной деформативности бетона в сжатой зоне

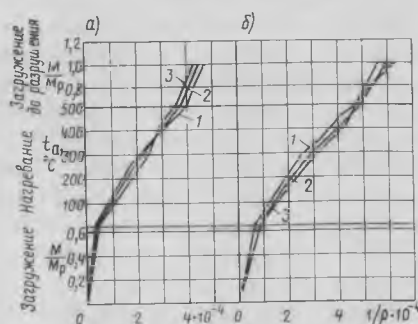


Рис. 1. Кривизна балок при нагружении эксплуатационной нагрузкой, нагреве до температуры арматуры 500°C и дальнейшем нагружении до разрушения
а — поперечное сечение балки 200×250 мм ($\mu = 0,73\%$); б — то же, 200×200 мм ($\mu = 0,96\%$)
1 — опытная кривизна; 2 — теоретическая кривизна по Руководству [1]; 3 — то же, с учетом влияния нагрева арматуры на высоту сжатой зоны бетона ξ и коэффициента ψ_b

и арматуры в нагретом состоянии, а температурная кривизна балок при температуре арматуры 500°C превышала кривизну от нагрузки в 3...3,5 раза.

Теоретическую кривизну балок от нагрузки в ненагретом и нагретом состояниях вычисляли по формуле (265) при $N=0$ и $\gamma'=0$, а кривизну от воздействия температуры — по зависимости (35) при $n_t=1$ [1]. При этом отмечено хорошее совпадение опытных и теоретических кривизн. Если в формуле (265) учесть влияние нагрева арматуры на высоту сжатой зоны бетона ξ в сечении с трещиной и на коэффициент ψ_b на основании опытных данных, то получим несколько худшее совпадение опытных и теоретических кривизн (см. рис. 1).

Прогиб балок, нагретых с эксплуатационной нагрузкой при температуре 500°C, составлял 30...35 мм ($1/90...1/75l = 2600$ мм). При предельно допустимой температуре нагрева арматуры класса А-III, устанавливаемой расчетом (450°C) [1], суммарный прогиб балок от температуры и эксплуатационной нагрузки по опытным данным составляет 25...30 мм ($1/100...1/90l$). При допуске согласно Руководству [1] прогибе $f=1/150l$ температуру арматуры по данным испытаний свободно опертых однопролетных балок необходимо снизить до 300°C или повысить по расчету высоту сечения изгибаемого элемента.

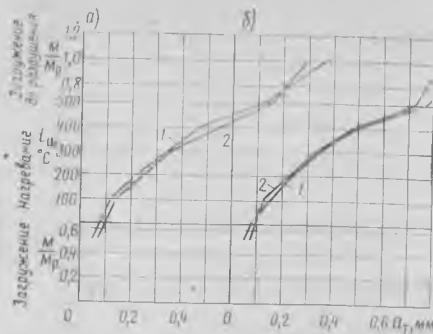


Рис. 2. Ширина раскрытия трещин в балках при загрузке эксплуатационной нагрузкой, нагреве до температуры арматуры 500°C и дальнейшем нагружении до разрушения
а — $\mu=0,73\%$; б — $\mu=0,96\%$
1 — опытное раскрытие трещин; 2 — теоретические значения по Руководству [1]

Раскрытие трещин на уровне арматуры в балках, нагретых с эксплуатационной нагрузкой, при температуре арматуры 500°C и $\mu = 0,54...1,5\%$, находилось в пределах 0,6...0,8 мм (рис. 2). Исходя из условия предельно допустимой ширины раскрытия трещин 0,5 мм [1], для жаростойких железобетонных конструкций III категории трещиностойкости при температуре нагрева арматуры выше 130°C, по данным проведенных испытаний, температура арматуры не должна превышать 400°C (см. рис. 2).

Теоретическое раскрытие трещин от совместного действия нагрузки и темпе-

ратуры определяли по формуле (249) Руководства [1] только с учетом коэффициента упругости арматуры ν_a . Получено удовлетворительное совпадение опытных и теоретических значений ширины раскрытия трещин (см. рис. 2).

Выводы

При нагреве несущих изгибаемых элементов из жаростойкого бетона с арматурой класса А-III со стороны растянутой зоны значительно уменьшается высота сжатой зоны бетона ξ и коэффициент ψ_b .

Расчет кривизны и прогибов, а также ширины раскрытия трещин следует выполнять в соответствии с Руководством [1], причем учитывать изменения ξ и ψ_b от температурного удлинения арматуры нецелесообразно, поскольку это не повышает его точность.

Нагрев рабочей арматуры класса А-III можно производить до температуры не более 400°C, чтобы значение прогибов и ширины раскрытия трещин не превышали допусковых Руководством [1] величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. — М.: Стройиздат, 1978. — 347 с.
2. Огнестойкость зданий / В. П. Бушуев, В. А. Пчелинцев, В. С. Федоренко, А. М. Яковлев. — М.: Стройиздат, 1970. — 261 с.

На ВДНХ СССР

Декоративные плиты



Для облицовки стен и потолков гражданских и культурно-бытовых зданий с относительной влажностью не более 70% КТБ Мосгорстройматериалы Главмоспромстройматериалов, Моспроект-2, комбинат ТИГИ разработали декоративные гипсовые плиты (ТУ 21-31-10—75), представляющие собой конструкцию из гипсового декоративного экрана, армированного стеклотканью, оцинкованной проволокой и стеклосеткой.

Размер плит (мм): длина и ширина — 600, толщина 40...60, масса 7...9 кг, разрушающая нагрузка при изгибе не менее 4-кратной массы плиты, по огнестойкости плиты относятся к группе трудносгораемых материалов. Основное технологическое оборудование для производства плит

литьевым способом включает весовой дозатор гипса типа АВДЦ-425, растворешалку вместимостью 200 л с частотой вращения 330 об/мин, формовочные станки (2000×1000×900 мм) и двухкамерное сушило (6000×5950×4500 мм).

Технико-экономические показатели производства плит (в расчете на 1 м²): оптовая цена 7...10 р., трудозатраты 0,7 чел.-ч, расход: теплоты 44,6 Мкал, электроэнергии 0,43 кВт-ч.

Плиты гипсовые декоративные впервые использованы Главмосстроем в 1971 г. при устройстве подвесных потолков на строительных объектах Москвы. До настоящего времени комбинат ТИГИ (г. Красногорск, Московской обл.) продолжает освоение подобных плит новых видов.

С. А. МИРОНОВ, В. М. МОСКВИН, заслуженные деятели науки и техники РСФСР, доктора техн. наук, профессора (НИИЖБ)

К вопросу о теории искусственных конгломератов и «законе створа»

В журнале «Бетон и железобетон» опубликованы статьи [1, 2], в которых положено начало обсуждению теории искусственных конгломератов и «закона створа» в технологии бетона [3].

В статье [1] автор определяет сущность «закона створа» в том, «что определенному набору структурных параметров (оптимальной структуре) или хотя бы одному оптимальному ключевому параметру соответствует комплекс экстремумов свойств, непосредственно связанных со структурой и достаточно чувствительных к ее изменениям». В то же время в своих работах он не приводит фактических, так называемых оптимальных, структур бетонов и растворов.

Об оптимальных структурах автор судит лишь по технологическим характеристикам смесей и свойствам бетона, что не дает оснований утверждать о совпадении экстремумов, говорить о действительной, конкретной структуре бетона. Объективные закономерности, как утверждает в [3], установлены в результате глубокого исследования горных пород, породообразующих минералов и древесины. Поэтому бетоны и другие материалы он называет конгломератными.

На наш взгляд, отождествлять различные бетоны со специально подбираемыми составами и заданными свойствами с природными конгломератами нет никаких оснований. Конгломератами называются грубообломочные осадочные горные породы, сцементированные галечники с примесью песка, гравия и др.

Нельзя также считать аналогичными закономерности свойств древесины как капиллярно-пористого органического материала специфической структуры и плотных горных пород различного минералогического состава.

Бетон известен со времен Древнего Рима. И в мировой науке искусственно изготовленные бетоны называют бетонными, а не конгломератными.

В 30-е годы Б. Г. Скрамтаев стал называть портландцемент силикатным цементом, однако жизнь его поправила и

сохранила за портландцементом его название.

Отечественные ученые — Н. А. Белелюбский, И. Г. Малюга, Н. А. Житкевич еще в дореволюционный период заложили основы научно-экспериментального расчета и подбора состава бетона, которым пользовались при возведении ответственных зданий и сооружений. Со второй половины двадцатых годов и в течение первых пятилеток в Советском Союзе выросла плеяда молодых талантливых ученых, которые глубоко и всесторонне разработали вопросы теории и технологии бетона. Основоположником советской научной школы технологов по бетону является выдающийся ученый проф. Н. М. Беляев.

На основании экспериментов, проведенных им и его учениками в ЛИИЖТе, а также обобщения многочисленных данных Абрамса и других исследователей, было установлено, что прочность бетона находится в зависимости от V/C , которая изображена в виде семейства гиперболических кривых для различных марок цемента [4]. Функциональная связь прочности бетона с активностью цемента выражена формулой со степенным показателем.

В дальнейшем в работах Болоея и Скрамтаева показано, что, если взять зависимость прочности бетона не от V/C , а от C/V , то получается уравнение первой степени, приводящее к упрощению всех расчетов, связанных с подбором состава бетона. При этом заметим, что в зависимости от изменения вещественного состава смеси и способа изготовления в обоих случаях введены опытные коэффициенты, которые уточняются экспериментально.

Проведя многочисленные опыты, Б. Г. Скрамтаев [5], А. Е. Шейкин и другие, установили, что при V/C от 0,4 до 0,6, т. е. в пределах массового практического применения, расчеты по формулам Беляева и Скрамтаева показывают хорошее совпадение результатов.

Поэтому в книге [3] на стр. 154 неправильно является утверждение, что

«показатель степени в формуле (например, Абрамса — Беляева) не имеет физического смысла, являясь некоторой постоянной величиной». Развивая свое негативное отношение к принятым расчетным формулам, автор считает, что «еще в большей мере отходят от закона водоцементных отношений те математические его выражения, в которых зависимость представлена в виде прямой функции между прочностью бетона и цементно-водным отношением».

При рассмотрении этой зависимости, как и во всей книге, фамилия Скрамтаева не упоминается. В то же время формула Скрамтаева — Баженова и установленная ими в значительных пределах зависимость прочности бетона на портландцементе от C/V десятки лет успешно применяется в технологии бетона. Она вошла в учебники, в инструкции, указания и руководства. Пределы применимости прямой зависимости $R_b = f(C/V)$ проверяются и уточняются опытным путем на местных материалах с учетом способов формования, режимов твердения. Пробные замесы и опытная проверка во всех случаях являются неизменным условием подбора бетона оптимального состава. Рассмотренным выше и проверенным на практике работам И. А. Рыбьев противопоставляет свои формулы, выведенные из теоретического анализа и полученные на основе «закона створа» и «общей теории искусственных строительных конгломератов». Однако предложенные в монографии [3] формулы не вошли ни в один нормативный документ. Студенты должны получать четкие и надежные знания для использования их на практике. Придя на строительство, молодые инженеры должны будут переучиваться, так как встретятся со справочниками, ГОСТами, пособиями, в которых не схоластично, а обоснованно излагаются вопросы технологии бетона.

Вызывает беспокойство и подготовка ученых, которые разрабатывают диссертации, руководствуясь положениями теории искусственных строительных конгломератов.

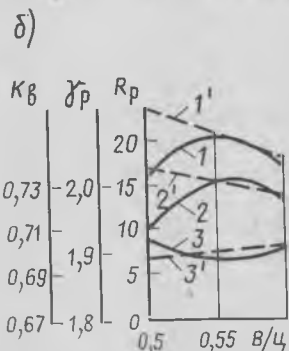
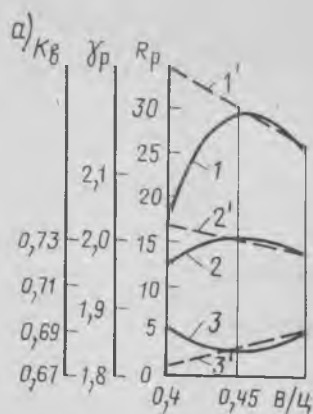
В статье [1] автор пишет, что «общая закономерность имеет универсальный характер, полностью распространяясь на искусственные строительные материалы. Большой объем экспериментальных исследований показал, что при оптимальных микро- или макроструктурах у всех искусственных строительных конгломератов устанавливается комплекс экстремумов». В доказательство этого в журнале* приводится рисунок 4, который, как считает автор, подтверждает открытый им «закон створа» как выразитель общей закономерности свойств.

При этом при анализе полученных фактических данных, которые приведены на названном рисунке по результатам испытаний двух цементных растворов составов 1:2 и 1:3 при водоцементных отношениях соответственно: 0,4; 0,45 и 0,50; 0,50; 0,55 и 0,60, автор не сообщает о виде и качестве цемента, осадке или распыле конуса, сроках и условиях твердения. Судя по точкам на кривых, каждая из них должна отражать результаты конкретных определений одного из 14 свойств, указанных на рисунке. Приведенные данные можно было получить только при неправильной методике постановки опытов, в результате чего получены несопоставимые результаты.

Рассмотрим результаты испытаний прочности этих растворов на сжатие, которая является их основным свойством. После получения максимальной прочности в первом случае при $V/C=0,45 \approx 30$ МПа и во втором случае при $V/C=0,55 \approx 20$ МПа, как наглядно показано на упомянутом рисунке, с увеличением и уменьшением водоцементного отношения прочность резко снижается.

Например, при $V/C=0,4$ прочность раствора состава 1:2 снизилась почти вдвое по сравнению с «оптимальным» $V/C=0,45$, т. е. вместо того, чтобы по надежно установленному и хорошо известному закону прочность с уменьшением V/C увеличивалась, она, подчиняясь «закону створа», уменьшается. Как сказано выше, в пределах рассматриваемых $V/C=0,4...0,5$ и даже до 0,6 зависимость прочности бетона от водоцементного отношения практически выражается прямой линией. Так как никаких фактических данных об оптимальных и вообще о структурах растворов не приводится, на рисунке нами приведены кривые, относящиеся к прочности, объемной массе растворной смеси и коэффициенту выхода K_b при $V/C=0,4$ и при $V/C=0,5$. Кривые по этим и другим свойствам растворов изображают неправильно

* См.: Бетон и железобетон. — 1984. — № 11. — С. 28.



Сопоставление прочности, объемной массы и коэффициента выхода раствора состава 1:2 и 1:3 по данным И. А. Рыбьева с фактическим изменением их в зависимости от V/C

1 — прочность раствора по И. А. Рыбьеву; 1' — фактическое изменение прочности в зависимости от V/C ; 2 — объемная масса по И. А. Рыбьеву; 2' — фактическое изменение объемной массы в зависимости от V/C ; 3 — коэффициент выхода по И. А. Рыбьеву; 3' — фактическое изменение коэффициента выхода в зависимости от V/C (количественное значение свойств растворов взято из рис. 4 статьи [1])

ную картину как по направлению, так и по количественным значениям. Мы вынуждены указать на эти три свойства, равно как и на другие показатели свойств, так как эти показатели в статье [1] представлены как доказательство оптимальности структур.

На всех 14 кривых и шкалах, приведенных в статье [1], даны не общие теоретические представления, а конкретные экспериментальные данные о свойствах указанных растворов. Здесь даются и все прочностные показатели, модуль упругости, скорость прохождения звука, даже стоимость раствора в рублях. По мнению автора статьи [1], все эти показатели получают оптимальное значение именно при одной данной величине V/C .

Из приведенных четырнадцати свойств растворов остановимся еще лишь на морозостойкости и водонепроницаемости. На кривой 7 в рассматриваемой статье приведены данные о морозостойкости растворов. Как видно из графика, у раствора состава 1:2 при $V/C=0,45$ морозостойкость оказалась равной 50 циклам, при $V/C=0,4$ и того меньше. Фактически цементный раствор марки М 300 имеет морозостойкость значитель-

но большую, чем изобразил автор. Морозостойкость раствора состава 1:3 марки М 200 при $V/C=0,55$ у него составляет 40 циклов, а при $V/C=0,5$ всего лишь 10 циклов. В действительности морозостойкость таких цементных растворов в несколько раз выше. И чем плотнее укладываемый раствор, т. е. чем меньше V/C , тем выше его морозостойкость.

На кривой 12 водонепроницаемость для раствора состава 1:2 при $V/C=0,45$ представлена равной 0,8 МПа, а при $V/C=0,4$ она приближается к нулю. Таким образом, никакого «соответствия свойств материалов оптимальным структурам» в работах И. А. Рыбьева экспериментально не показано. При рассмотрении по существу зависимости «состав — свойства» структура во всех случаях присутствует лишь в общих рассуждениях. Неправильной является и оптимизация 14 свойств по одному параметру.

Знакомясь с работами проф. И. А. Рыбьева, приходится отметить, что он вместо обобщения игнорирует более чем вековой опыт применения бетонов и достижений науки о бетоне в нашей стране и за рубежом. Постоянное употребление таких слов, как «теория», «закон», «общие закономерности», «глубокое исследование», равно как и ссылки на общие законы диалектики, не оправдывают отсутствия достоверных научных результатов и инженерных решений.

Терминология и многие формулировки автора в рассматриваемых работах усложнены и непонятны даже специалистам. Это должно быть особо отмечено, так как учебное пособие [3] для студентов строительных вузов не должно быть оторванным от реальности.

На основании изложенного выше следует сделать вывод, что «теория искусственных строительных конгломератов» применительно к бетону научно не обоснована и не представляет интереса для строителей с практической точки зрения, а лишь дезориентирует широкие круги научно-технической общественности.

Что же касается «закона створа», то он, как следует из рассмотренного, не подтверждается экспериментально, лишен физического смысла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбьев И. А. К вопросу соответствия свойств материалов оптимальным структурам // Бетон и железобетон. — 1984. — № 11. — С. 27.
2. Сизов В. П. О «законе створа» в технологии бетона // Бетон и железобетон. — 1983. — № 6. — С. 22.
3. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. — М.: Высшая школа, 1978. — 307 с.
4. Беляев Н. М. Метод подбора состава бетона. — ЛИИЖТ. 1927. — 96 с.
5. Строительные материалы / Б. Г. Скрамтаев, Н. А. Попов, Н. А. Герливанов, Г. Г. Мудров. — М.: Госстройиздат, 1952. — 608 с.

УДК 666.973:721.011

Н. А. КОРНЕВ, Т. А. КУЗЬМИЧ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Новое в проектировании конструкций из легких бетонов

(по материалам СНиП)

В СНиП 2.03.01—84 учтены результаты сравнительно большого объема экспериментальных и теоретических исследований последнего десятилетия, которые позволили снять или частично ослабить действующие ограничения СНиП II-21-75 по проектированию и расчету конструкций из легких бетонов. Включенные в новые СНиП наиболее важные дополнения и изменения по отдельным разделам норм описаны ниже.

Общие указания. Предварительное напряжение, его создание и потери. СНиП 2.03.01—84 допускают применение в конструкциях из легкого бетона классов по прочности на сжатие В7,5...12,5 преднапряженной стержневой арматуры классов не выше А-IV диаметром не более 14 мм. При этом напряжения в арматуре, контролируемые по окончании натяжения ее на упоры, для классов В7,5 и В12,5 ограничиваются соответственно 400 и 550 МПа, а потери от быстроснабжающей ползучести принимаются несколько увеличенными с учетом множителя 60 (п. 6, табл. 5).

Сжимающие напряжения в стадии предварительного обжатия в долях от передаточной прочности σ_{sp}/R_{sp} для легких бетонов классов В7,5...В12,5 следует принимать не более 0,3 при напрягаемой арматуре класса А-IV, при этом передаточная прочность R_{sp} должна составлять не менее 80% класса бетона.

Обоснованием к использованию преднапряжения в легком бетоне классов В7,5...В12,5 послужили экспериментальные исследования, а также обобщение опыта строительства с применением стеновых преднапряженных панелей и плит покрытий. Они выявили условия применения преднапряжения, а также подтвердили возможность использования расчетных положений норм для таких конструкций. Исследования проводили на балочных и натуральных образцах стеновых панелей. Ограничения по величине диаметра и класса напрягаемой арматуры и контролируемого напряжения в ней приняты из условия предотвращения образования трещин от раскалывания. Получены так-

же данные о потерях преднапряжения в арматуре и длине зоны передачи напряжений.

Предварительное напряжение арматуры в стеновых панелях из легкого бетона низкой прочности повышает их жесткость и позволяет отказаться от ребер.

За счет использования более эффективной арматуры уменьшается расход стали, например в панелях длиной 12 м — до 5 кг на 1 м² стены.

В новых СНиП потери от усадки и ползучести всех видов легких бетонов на пористых мелких заполнителях, включая и перлитовый, приняты одинаковыми. Исследования показали, что ползучесть керамзитоперлитобетона (даже с перлитовым песком $\gamma=300$ кг/м³) превышает ползучесть равнопрочного керамзитобетона на плотном песке максимально лишь до 20%.

Материалы, расчетные сопротивления и коэффициенты условий работы. Обобщение и анализ исследований легких бетонов классов В35 и В40 (марки М 450 и М 500) и конструкций, успешный опыт их внедрения позволили включить легкие бетоны указанных классов в СНиП 2.03.01—84. В новых нормах приведены соответствующие им значения всех сопротивлений легкого бетона.

Включение в СНиП расчетных характеристик для классов по прочности на сжатие В35 и В40 позволяет расширить область применения легких бетонов. Ряд несущих конструкций — фермы, балки, крупноразмерные плиты покрытий и перекрытий и др. — теперь могут изготавливаться и применяться для более широкого диапазона нагрузок, чем раньше.

СНиП II-21-75 предусматривал в конструкциях из легкого бетона марок М 100 (класса В7,5) и ниже ограничение расчетного сопротивления арматуры диаметром 10 мм и более введением понижающего коэффициента условий работы m_{a5} . В НИИЖБ было проведено исследование на балочных образцах и натуральных стеновых панелях с привлечением результатов испытаний опубликованных работ. Арматура образцов была выпол-

нена из стержней диаметрами 6, 8, 12, 16, 20 и 25 мм стали класса А-III и диаметрами 4 и 5 мм стали класса Вр-I. Кубиковая прочность бетона образцов изменялась от 2,7 до 7,1 МПа.

Анализ показал, что при обеспечении достаточной анкеровки арматуры на опорных участках все образцы разрушались по нормальному сечению при достижении напряжений, равных пределу текучести. При расчете их несущей способности при напряжениях, равных пределу текучести, теоретические разрушающие нагрузки были близки к опытным, а при учете коэффициента m_{a5} значительно от них отличались.

На основании полученных результатов в новых нормах при применении сварных каркасов и надлежащей анкеровке растянутой арматуры на опорах разрешается проектировать конструкции из легких бетонов классов В7,5 и ниже без коэффициента m_{a5} . Наибольший диаметр продольной арматуры в изгибаемых элементах из условия ее анкеровки на опорах в стеновых панелях принят 16 мм. Использование арматуры в легком бетоне низкой прочности с полным расчетным сопротивлением позволяет снизить ее расход в стеновых панелях до 15%.

В СНиП 2.03.01—84 для элементов из легкого бетона классов В7,5...В12,5 длина зоны передачи напряжений l_p больше, чем в СНиП II-21-75, за счет увеличения значений ω_p и λ_p в 1,4 раза против принятых для бетонов более высоких классов. На основании результатов исследований по обоснованию возможности использования преднапряжения в легком бетоне классов В7,5...В12,5 увеличена длина зоны передачи напряжений для напрягаемой стержневой арматуры.

Расчет по предельным состояниям первой группы. В этот раздел включены рекомендации по расчету закладных деталей конструкций из легкого бетона классов В12,5...В40. Исследования по анкеровке закладных деталей в легком бетоне указанных классов показали, что их работа не отличается от таковой в тяжелом бетоне. Включение в СНиП 2.03.01—84 рекомендаций по расчету закладных деталей позволяет более правильно оценивать работу конструкций из легкого бетона.

Расчет по предельным состояниям второй группы. При расчете по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси элемента, по СНиП II-21-75 для элементов из бетонов проектной марки М 100 и ниже величина ширины раскрытия трещин a_t , определенная по формуле (138), должна увеличиваться на 30%. Проведенное в НИИЖБ исследование на образцах-балочках и натуральных стеновых панелях из легкого бетона низкой проч-

ности и обобщение данных опубликованных работ позволили принять в СНиП 2.03.01—84 для элементов из легкого бетона классов В7,5 и ниже значения $\alpha_{сжс}$, увеличенными только на 20%.

Снижение требований к ширине раскрытия трещин в легком бетоне низких марок в ряде случаев (например в стеновых панелях) позволяет уменьшить расход арматуры, устанавливаемой ранее из расчета по этому параметру.

При определении кривизны железобетонных элементов на участках без трещин в растянутой зоне коэффициент φ_{β} , учитывающий влияние длительной ползучести легкого бетона на деформации элемента без трещин, и на участках с трещинами коэффициент β для всех видов плотного легкого бетона, в том числе и с перлитовым заполнителем, принимаются одинаковыми. Значение коэффициента ν , характеризующего упругопластическое состояние бетона сжатой зоны, в новом СНиП для конструкций из легких бетонов всех видов, в том числе и на перлитовом песке, также одинаково.

Конструктивные требования. В новых СНиП для сжатых элементов из легких бетонов классов В30 (М 350) и выше диаметр продольной рабочей арматуры допускается равным 40 мм, т. е. больше, чем в СНиП II-21-75. В изгибаемых элементах с арматурой класса А-IV и ниже максимальный диаметр продольных стержней принят равным 32 мм, а для бетона классов В12,5 и ниже он ограничен 16 мм (вместо 20 мм по СНиП II-21-75). В новом СНиПе указано, что для арматуры более высоких классов предельные диаметры стержней должны согласовываться в установленном порядке.

Увеличение диаметра продольной рабочей арматуры для высокопрочных легких бетонов позволит упростить армирование изгибаемых элементов, что скажется на трудозатратах. Ограничение максимального диаметра продольных стержней для легких бетонов невысокой прочности улучшит степень использования арматуры класса А-IV.

В дополнительных указаниях по конструированию преднапряженных железобетонных элементов нового СНиП определено, что поперечная или косвенная арматура у концов этих элементов из легкого бетона классов В7,5...В12,5 (М 100...М 150) должна устанавливаться с шагом 5 см на длине не менее l_p , вместо 5...10 см на длине участка не менее $0,6 l_p$ для всех других случаев. Это должно предотвратить чрезмерное раскрытие трещин от раскалывания по концам элементов при возможном превышении передаваемых арматурой напряжений при отпуске натяжения. Рекоменда-

ции получены из сопоставления двух вариантов поперечного армирования торцов исследованных балок.

Несмотря на дополнения и уточнения СНиП 2.03.01—84 не включают все необходимые для проектировщика вопросы. Оставшиеся в новых СНиП ограничения вызваны либо недостаточной изученностью ряда новых эффективных видов легких бетонов, либо отсутствием опытных данных по ним.

Чтобы снять в дальнейшем оставшиеся в нормах ограничения по проектированию и расчету конструкций из легкого бетона, необходимо провести направленные исследования по специальному координационному плану. Полученные опытные данные, а также результаты теоретических исследований должны быть обобщены и проанализированы с учетом уже накопленных материалов.

В первую очередь целесообразно изучить прочностные и деформативные ха-

рактеристики легких бетонов всех классов при пониженной плотности на широко применяемых пористых заполнителях и особенностях работы изгибаемых элементов из них по нормальным и наклонным сечениям. В этом случае конструкционные легкие бетоны классов В15...В40 могут иметь плотность 1200...1400 кг/м³, а конструкционно-теплоизоляционные классов В3,5...В7,5 — 800...1000 кг/м³. Несущие и ограждающие конструкции из таких бетонов будут экономичнее применяемых в настоящее время.

Требуется изучение работы легких бетонов класса по прочности на сжатие В7,5 и ниже (особенно поризованных) по наклонным сечениям при изгибе и при креплении закладных деталей, а для бетонов всех классов — работа на местное сжатие, изгиб с кручением, продавливание, отрыв, закрытие трещин и прочность при косвенном армировании.

Библиография

Полезное пособие

Методические рекомендации по определению основных механических характеристик бетонов при кратковременном и длительном нагружении.— М.: НИИЖБ, 1984.— 52 с.

Разработанные в лаборатории теории железобетона НИИЖБ методические рекомендации предназначены для научных и инженерно-технических работников институтов и строительных лабораторий, специализирующихся в области механических испытаний бетона.

Рекомендации развивают и дополняют различные положения ГОСТ 10180—78 и ГОСТ 24452—80 о правилах проведения статических испытаний бетона для определения его основных прочностных, деформационных и структурных характеристик при кратковременном и длительном нагружении (кубиковой и призменной прочности, прочности бетона на осевое растяжение, на растяжение при раскалывании и изгибе, модуля упругости при сжатии и растяжении, сопротивления микротрещинообразованию бетона при сжатии, коэффициента Пуассона и поперечных деформаций при кратковременном нагружении, полных диаграмм «напряжения — деформации» при сжатии и растяжении, длительного сопротивления бетона и его предельных деформаций, а также коэффициента поперечных относительных деформаций бе-

тона при длительном нагружении).

Изложение материала ведется в соответствии с технологией проведения эксперимента.

Как отмечается в первом разделе пособия, рекомендации распространяются на методику испытания бетонов тяжелых, ячеистых, на пористых заполнителях и других.

Во втором и третьем разделах пособия описаны требования к исходным материалам для приготовления бетона, подбору состава смеси и контролю объемной массы бетона.

Размеры и форма образцов для проведения разрушающих испытаний, формы для их изготовления, режимы формирования и условия твердения, рекомендации по опытным образцам, выпиливаемым и высверливаемым из конструкций, даны в четвертом и пятом разделах.

Общие требования к прессам и машинам для испытания бетона, а также к устройствам для длительного нагружения бетона на сжатие и растяжение, в частности, определение жесткости прессы, сформулированы в шестом и седьмом разделах,

Методы испытаний РИЛЕМ для ячеистых бетонов

Техническая комиссия № 5 РИЛЕМ «Легкие бетоны» была создана для разработки стандартизованных методов испытаний легких и ячеистых бетонов, имеющих статус «Рекомендаций РИЛЕМ».

Две первые «Рекомендации» посвящены терминологии и классификации. В отличие от отечественной практики Рекомендация ЛК-1 издания 1975 г. трактует ячеистый бетон как разновидность легкого бетона. Однако в следующем документе ЛК-2 «Функциональная классификация легких бетонов» (1978 г.) ячеистый бетон был выделен в отдельный класс (см. таблицу).

Рекомендация ЛК-3 регламентирует условия проведения испытаний по определению прочности ячеистого бетона на сжатие. В качестве основного образца принят выпиленный из изделия куб с ребром 150 мм. Рекомендация допускает применение образцов другого размера и формы в том случае, если имеется система надежных переходных коэффициентов.

Требования к опытным образцам, испытательному оборудованию и способам определения влажности и плотности ячеистого бетона близки требованиям отечественных стандартов, но значительное расхождение наблюдается в значениях влажности образцов, при которых проводятся испытания. В ЛК-3 предлагается испытывать образцы с влажностью 15...25% по массе вместо принятых у нас 10%, причем высушивание бетона необходимо осуществлять при температуре не выше +50°C.

Две последующие Рекомендации ЛК-4(1) и ЛК-4(2) посвящены определению усадки ячеистого бетона и изменению длины образца в процессе переме-

щения влаги. В качестве образца используют призмы размером 40×40×150 мм. По методике РИЛЕМ, существенно отличающейся от отечественной, изменение деформаций усадки начинается сразу после изготовления опытных образцов без предварительного их увлажнения, причем изготовление и подготовка контрольных образцов для компенсации температурных деформаций не предусматриваются. Предполагается, что измеренная таким образом усадка более близка к естественной усадке изделий из ячеистого бетона.

Контроль изменений длины образца в процессе перемещения влаги предусматривает их влагонасыщение в течение 72 ч с последующей сушкой при температуре 20±2°C и относительной влажности воздуха 43±2%.

Рекомендация ЛК-5 определяет условия измерения плотности ячеистого бетона, которые аналогичны принятым в отечественной практике. Три последующие Рекомендации представляют более научный, чем практический интерес и посвящены определению абсорбционных и десорбционных характеристик ячеистого бетона и его сопротивления паропроницанию.

Рекомендация ЛК-8, не имеющая аналога в отечественной практике, регламентирует условия проведения испытаний по определению эффективности и долговечности защитных покрытий арматуры. Основываясь на шведском опыте, в качестве опытных образцов рекомендуются призмы размером 40×40×160 мм с центрально расположенным арматурным стержнем, покрытым испытываемой обмазкой. После проведения серии ускоренных коррозионных испытаний оценка защитных свойств покрытия

выполняется на основе специальной шкалы степени коррозии.

Интерес представляет Рекомендация ЛК-35 «Оценка критической степени влагонасыщения ячеистого бетона, подвергаемого замораживанию». За критическую степень принимают максимальное влагонасыщение образца, выраженное в процентах общего объема пор, при котором замораживание не вызывает признаков разрушения. Таким признаком является увеличение объема материала при температуре ниже 0°C.

Рекомендация рассматривает два метода измерения. Первый заключается в фиксации изменения объема образца в дилатометре, а другой предусматривает косвенное определение объема измерением длины сторон. Оба метода имеют определенные достоинства и недостатки, и в настоящее время проводится их экспериментальная проверка.

На этом комиссия № 5 закончила свою работу и с июня 1979 г. новая комиссия № 51 «Ячеистые бетоны» продолжила работу по созданию Рекомендаций.

Комиссия подготовила проекты четырех новых Рекомендаций, которые опубликованы журналом РИЛЕМ с целью их международной апробации.

Определение модуля упругости при сжатии рекомендуется производить на образцах размером 100×100×200 мм, хотя допускается использование образцов других формы и размеров при соблюдении условия, что отношение высоты к ширине (диаметру) не менее 2 и не более 4. Отечественная стандартная методика (ГОСТ 24452—80) требует, чтобы это отношение было равным 4 и рекомендует другой порядок загрузки, что, впрочем, не должно сказаться заметно на результатах испытаний.

Для определения прочности на растяжение при изгибе методика РИЛЕМ рекомендует использование образцов размером 40×40×160 мм, загружаемых в одной точке в середине пролета. Процесс загрузки ведется с такой скоростью, чтобы разрушение образца наступило в течение 2—3 мин.

Применяемый в отечественной практике ГОСТ 10180—78 распространяется

Вид бетона	Класс	Тип бетона	Прочность на сжатие, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
Легкий	I	Конструктивный Конструктивно-изоляционный Изоляционный	>15,0	—
	II		>3,5	<0,75
	III		>0,5	<0,30
Ячеистый	II	Конструктивно-изоляционный Изоляционный	>2,5	<0,75
	III		>0,5	<0,30

Примечание. Плотность легкого бетона I класса <2000 кг/м³

на все виды бетонов, в том числе и на ячеистые. В отличие от Рекомендаций РИЛЕМ загрузка образцов ведется в двух точках с заданной постоянной скоростью. Следует отметить, что образцы и для этих испытаний должны иметь влажность 15...25%, что усложняет их подготовку к испытаниям в заводских условиях.

Проект методики РИЛЕМ по определению сцепления защитных покрытий с ячеистым бетоном, в принципе, совпадает с той, которая используется в отечественной практике, за исключением некоторых деталей. Опытный образец имеет размеры не менее 350×200 мм при

толщине 75 мм. В качестве штампа используется диск диаметром 50 мм или квадрат со стороной 80 мм. В процессе испытаний определяют только нормальные усилия отрыва.

Серьезное внимание комиссия уделяет разработке методики определения теплопроводности ячеистого бетона, являющейся одной из важнейших характеристик для ограждающих конструкций. Анализ имеющейся информации показывает, что в этом вопросе нет единого мнения у специалистов. Во Франции, США и СССР в качестве стандартного принят метод измерения теплового потока в стационарном температурном поле

на высушенных образцах. Этот же метод в настоящее время проходит стадию утверждения в качестве шведского стандарта. Однако переход к теплопроводности материала во влажном состоянии может приводить к ошибкам в расчетах, поэтому рассматриваются другие альтернативные методы определения, причем работа ведется в контакте с соответствующим комитетом ИСО ТК-163.

Отмечая полезность проводимых комиссией работ по унификации методов испытаний следует продолжить участие в них советских специалистов.

В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ,
канд. техн. наук

Рефераты статей, публикуемых в номере

УДК 725.36:691.327.32:666.64-492.3

Испытания элеватора с силосным корпусом из керамзитобетона / Н. А. Бородачев, В. Л. Береснев, М. В. Колчин, М. Х. Мердеев // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 4—6. Приведены результаты натуральных испытаний экспериментального элеватора с монолитным силосным корпусом высотой 50 м из керамзитобетона. Уточнены нагрузки от давления зерна и температурных воздействий среды, подтверждена достаточная трещиностойкость стен. Ил. 4, список лит.: 3 назв.

УДК 691.022-413:691.175

Павлов В. И., Геворкян А. А., Волокитин Г. Г. Ограждающие конструкции из плазмированного полимерсиликатбетона // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 9—10. Изложены результаты исследований свойств плазмированного легкого полимерсиликатбетона, как материала для ограждающих конструкций промышленных зданий с агрессивными средами. Табл. 3.

УДК 69.057.5:691.7

Сабуров В. С., Соловьев Б. В. Кассетная форма для изготовления Z-образных лестничных маршей // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 13. Описывается кассетная двухместная форма, разработанная Бзбским экспериментальным заводом ЖБК совместно с КБ по железобетону. Ее внедрение позволило уменьшить трудоемкость обслуживания, время распалубки и сборки, улучшить качество изделий и снизить уровень шума при вибрации. Ил. 1.

УДК 691.327.332:666.973.6

Козлов Н. П., Курносов Э. А., Дубин Е. М. Производство газобетонных изделий // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 14. Приводятся сравнительные характеристики трех применяемых технологических формования газобетонных изделий на ПО «Вангажи» в ЛатвССР: вибрационной, ударной с вертикальным падением формы и ударно-колебательной с горизонтально направленными колебаниями. Ил. 1, табл. 1, список лит.: 3 назв.

УДК 624.012.45

Михайлов В. В., Гусев Б. В. Изготовление тонких пластин и плит с двухосным преднапряжением // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 15—17. Рассмотрен технологический процесс изготовления тонких пластин размером 2400×300×(3,5—4,0) см. Предложена технологическая линия коротких стенов с конвейерным движением обслуживающих ее агрегатов. Ил. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 624.94.012.4:72.003

Саакян А. О., Газарян Ю. Х., Тер-Оганян М. Г. Техно-экономическая оценка конструктивных узлов каркасных зданий // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 21—22. Техно-экономическое моделирование строительных конструкций выявило эффективность внедрения в сейсмических районах многоэтажных зданий ствольно-каркасной конструкции с демпферными устройствами, а также с ядрами жесткости рационального профиля. Табл. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 624.072.2/3

Демчук Л. И., Милонов В. М. Уточнение расчета изгибаемых жаростойких элементов с арматурой класса А-III // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 23—26. Исследована прочность, жесткость и трещиностойкость несущих изгибаемых жаростойких железобетонных элементов при одностороннем нагреве со стороны растянутой арматуры до 500°C. Установлено, что нагрев арматуры значительно уменьшает ξ и ψ_6 . Исходя из допустимых прогибов и раскрытия трещин температура арматуры класса А-III не должна превышать 400°C. Ил. 2, список лит.: 2 назв.

УДК 666.973:721.011

Корнев Н. А., Кузьмич Т. А. Новое в проектировании конструкций из легких бетонов (по материалам СНиП) // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 27—28. Описаны новые положения расчета и конструирования железобетонных конструкций из легкого бетона, приведенные в главе СНиП 2.03.01—84. Рассматриваются обоснования к разделам по материалам и их характеристикам, предварительному напряжению, группам предельных состояний и конструктивным требованиям.

CONTENTS

Borodachev N. A., Bersenev V. L., Koltchin M. V., Merdeev M. Kh. Test of elevator with silo body made of structural lightweight aggregate concrete
Kalandadze V. Sh. Anchor-corner lightweight concrete poles for overhead electric power transmission lines
Pavlov V. I., Gevorkyan A. A., Volokitin G. G. Enclosure structures made of plasmated polymer-silikate concrete
Volzhensky A. V. Effect of cementing concentration on its strength and deformability under hardening
Chernavin V. Yu. Methods of concrete prism strength calculation
Saburov V. S., Solovjev B. V. Removable form for manufacturing Z-shaped flights
Kozlov N. P., Kurnosov E. A., Dubin E. M. Production of gas concrete articles
Mikhailov V. V., Gusev B. V. Manufacturing of thin plates and slabs with two-way prestressing
Lagoïda A. V., Romanova N. A., Mel'nik Yu. R., Faingold I. Ya. Use of sand treated by alkaline waste of caprolactam production admixture
Phomitsa L. N. Control of stressed state in compressed members of reinforced concrete structures
Saakyan A. O., Cazaryan Yu. Kh., Teroganyan M. G. Technical and economic assessment of structural joints in carcass buildings
Demchuk L. I., Milonov V. M. Design specification for flexible refractory members with A-III class reinforcement
Mironov S. A., Moskvine V. M. Theory problems of artificial conglomerates and «law of range line»
Kornev N. A., Kuzmich T. A. New in projecting structures made of lightweight concrete (according to materials of SNIIP)

CONTENU

Borodatchev N. A., Beresnev V. L., Koltchine M. V., Merdeev M. Kh. Les essais d'élévateur ayant un corps-silo en béton de kéramsite
Kalandadze V. Ch. Les appuis ancre-angulaires en béton léger pour les lignes aériennes de transmission
Paulov V. I., Gevorkjan A. A., Volokitine G. G. Les structures de protection produites en plasmé — polymère — silicato — béton
Volgensky A. V. L'influence de la concentration des liants sur leur résistance et déformabilité pendant le durcissement
Tchernavine V. Yu. La méthodologie de détermination de la résistance de prisme des bétons
Sabourov V. S., Solovjev B. V. La forme de caisson pour la fabrication des volées d'escalier en «Z»
Kozlov N. P., Kournossov E. A., Doubine E. M. La fabrication des produits en gaz-béton
Mikhailov V. V., Goussev B. V. La fabrication des plaques fines et des dalles avec une précontrainte bi-axiale
Lagoïda A. V., Romanova N. A., Mel'nik Yu. R., Phayngold I. Ya. L'utilisation du sable traité par l'adjuvant ChtchSPK pour le béton
Phomitsa L. N. Le contrôle de l'état contraint des éléments comprimés des structures en béton armé
Saakjan A. O., Gazarjan Yu. Kh., Teroganyan M. G. L'évaluation technico-économique des joints constructifs des bâtiments à carcasse
Demtchouk L. I., Milonov V. M. La précision de calcul des éléments flexibles résistants au feu avec des armatures de classe A III
Mironov S. A., Moskvine V. M. Le problème de la théorie des conglomerats artificiels et de la «loi de site»
Kornev N. A., Kouzmitch T. A. Le nouveau dans la conception des structures en bétons légers (d'après les matériaux de SNIIP)

INHALTSVERZEICHNIS

Borodatschjow N. A., Beresnew W. L., Kolttschin M. W., Merdejew M. Ch. Prüfung des Elevators mit Silogebäude aus Keramsitbeton
Kalandadze W. Sch. Verankerungseckmaste aus Leichtbeton für elektrische Freileitungen
Pawlow W. I., Gevorkjan A. A., Wolokitin G. G. Umschliessende Konstruktionen aus plasmatiertem Polymerisations-silikatbeton
Wolshenskij A. W. Einfluss der Bindemittelkonzentration auf deren Festigkeit und Verformbarkeit bei Erhärtung
Tschernawin W. Ju. Ermittlungsmethodik der Prismenfestigkeit von Betonen
Saburow W. S., Solowjow B. W. Batterieform für Herstellung von Z-förmigen Treppenläufen
Koslow N. P., Kurnosow E. A., Dubin Je. M. Produktion von Gasbetonerzeugnissen
Michailow W. W., Gussew B. W. Herstellung von dünnen Platten und Platten mit zweiachsiger Vorspannung
Lagoïda A. W., Romanowa N. A., Mel'nick Ju. R., Feingold I. Ja. Ausnutzung des mit StschSIK-Zusatzmittel bearbeiteten Sandes für Beton
Foniza L. N. Kontrolle über Spannungszustand von Druskgliedern in Stahlbetonkonstruktionen
Saakjan A. O., Gasarjan Ju. Ch., Teroganyan M. G. Technisch ökonomische Bewertung von Konstruktionsverbindungsknoten in Skelettbauwerken
Demtschjuck L. I., Milonow W. M. Präzisierung der Berechnung von auf Biegung beanspruchten hitzebeständigen Bauteilen mit Bewehrung von A — III — Klasse
Mironow S. A., Moskwine W. M. Frage über Theorie von künstlichen Konglomeraten und «Gesetz der Wehrlinie»
Kornev N. A., Kusjmitsch T. A. Neues in Projektierung von Konstruktionen aus Leichtbetonen (nach Baunormen und Baubestimmungen)

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 *Е. Л. Сангурова* Корректор *Т. Г. Бросалина*

Сдано в набор 13.02.86. Подписано в печать 12.03.86. Т-08122
 Формат 60×90¹/₁₆. Печать высокая. Усл. печ. л. 4,0. Усл. кр.-отт. 4,75. Уч.-изд. л. 6,0.
 Тираж 14390 экз. Зак. 48

Почтовый адрес редакции 101442, ГСП, Москва, Каляевская, 23а
 Тел. 292-41-34, 292-62-05

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам полиграфии, издательства и книжной торговли
 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Прогрессивные материалы и изделия

Новые технические возможности такого классического вяжущего, каким является гипс, ярко продемонстрированы на выставке «Новые изделия и конструкции из гипса и гипсовых материалов», развернутой в объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР. Здесь представлено множество экспонатов, технологических схем, готовых изделий, макетов и фрагментов конструкций, выполненных с использованием гипса или изготовленных на его основе в сочетании с различными современными материалами и добавками.

Среди них разработанная в ЛатНИИСтроительства Госстроя ЛатССР новая система малоэтажного индустриального, строительства объектов гражданского и производственного назначения преимущественно агропромышленного комплекса. Основной конструктивной единицей системы является универсальный модульный элемент пониженной массы и материалоемкости, изготавливаемый из армированного рубленым стекловолокном гипсобетона на основе высокопрочного гипсового вяжущего.

По площади ограждающей поверхности элемент размером 280×320×600 мм и массой 26 кг эквивалентен 25 шт. условного кирпича. Прочность материала элемента на растяжение и на сжатие соответственно 3,5 и 30 МПа, морозостойкость не менее 75 циклов, водопоглощение по массе не более 5%, коэффициент армирования гипсобетона стекловолокном 1%.

Монтаж модульных элементов ведут методом сухой сборки с последующим замоноличиванием полостей в ограждающих конструкциях заливочным утеплителем (пеногипсом или другими эффективными теплоизоляционными материалами). Благодаря пониженной массе элементов монтировать их можно с помощью средств малой механизации или вручную. Универсальность элементов позволяет осуществлять кладку стен, формирование балочных и столбчатых конструкций, ленточных фундаментов и стен подвала. Для возведения надземной части одноквартирного 4-комнатного дома требуется 450...500 универсальных модульных элементов. Разработчики считают, что применение таких элементов является более эффективным по сравнению с известными способами возведения конструкций в малоэтажном строительстве.

Новая система впервые использована Техническим центром Латвийского республиканского объединения межколхозных строительных организаций Латвколхозстрой (226168, Рига, ул. И. Судмаля, 22/24), в колхозе «Ропажи» Рижского района и в колхозе «Пиебалга» Цесисского района.

Интересной разработкой ЛатНИИСтроительства (226012, Рига, ул. Кр. Барона, 99) являются полосовые панели перегородок из газогипса. Они изготавливаются на основе вспученного гипсового вяжущего марок Г-10...Г-13, армированного рубленым стекловолокном, и могут быть многоступенчатыми или сплошными. Изделия применяются для устройства перегородок в жилых, общественных и производственных зданиях с сухим режимом эксплуатации (при относительной влажности воздуха до 60%).

Габаритные размеры панели, мм: ширина — 600, толщина — 80, длина — до 3500. Плотность газогипса 500...700 кг/м³, предел прочности при сжатии 2,5...5 МПа, формовочная влажность 15...18%.

Панели формуют литьевым способом в положении «на ребро», продолжительность изготовления панели 15...20 мин. Готовые изделия транспортируют в контейнерах, обеспечивающих их устойчивое положение, на место монтажа подают средствами малой механизации или с помощью двух рабочих, продолжительность установки одной панели 5...7 мин. Между собой панели соединяются в шпунт, стыковые швы заполняются шпаклевочными составами. После сборки и заделки стыков поверхность смонтированных перегородок не требует дополнительной шпаклевки.

Использование полосовых панелей из газогипса для возведения перегородок позволяет избежать мокрых процессов на строительной площадке и повысить производительность в 6...7 раз по сравнению с кирпичной кладкой. В 1983—1985 гг. Латвколхозстроем выпущено и применено 1200 м² газогипсовых панелей.

ЖивЗНИИЭП и НИИСП Госстроя УССР разработали панельные сборные перегородки из гипскартонных листов. Они монтируются из панелей или полупанелей полной завод-

ской готовности с отделкой или подготовленными под отделку. Панели и полупанели представляют собой многослойную конструкцию массой 0,32...0,55 кг/м², для звукоизоляции используется минераловатная плита. Стыки между отдельными элементами промазываются мастиками на основе гипса или другими клеящими составами и могут прикрываться нащельниками из алюминиевых сплавов. К перекрытию панели и полупанели крепятся с помощью направляющих, установленных до начала монтажа перегородок.

Панельные сборные перегородки предназначены для применения в помещениях жилых и общественных зданий массового строительства с относительной влажностью воздуха не более 70%. Многослойные панели или полупанели шириной 400, 450, 600 мм, высотой на этаж помещения, толщиной 80 и 140 мм монтируются в перегородку на строительной площадке.

Применение панельных перегородок полной заводской готовности с отделкой или подготовленными под отделку (по сравнению с перегородками из ГКЛ на металлическом каркасе) позволяют сократить трудозатраты в 3 раза, снизить расход стали до 2 кг на 1 м², а по сравнению с перегородками из кирпича (толщиной в полкирпича), оштукатуренных с двух сторон, масса перегородки снижается в 3,5 раза, трудозатраты — в 3 раза.

Панельные сборные перегородки из ГКЛ впервые экспериментально внедрены в 1984 г. в административных помещениях экспериментальной базы НИИСП, а в 1985 г. 10 тыс. м² таких перегородок было возведено на объектах Минжилкоммунхоза УССР.

Для возведения внутренних перегородок в жилых, общественных и промышленных зданиях с нормальным влажностным режимом эксплуатации Вильнюсским заводом ЖБК-1 Минстроя ЛитССР впервые начали выпускаться гипсоперлитовые панели с вертикальной разрезкой. Панели полной заводской готовности изготавливаются из гипса Г-5Б и перлита насыпной плотностью 120...150 кг/м³ по поточно-агрегатной технологии.

По сравнению с перегородками из мелкоштучных материалов применение гипсоперлитовых панелей из расчета на 1 тыс. м² дает экономический эффект в сумме 3,3 тыс. р., экономии трудозатрат 1,5 чел.-года.

За дополнительными материалами по гипсоперлитовым панелям обращаться в трест Оргтехстрой Минстроя ЛитССР: 232605, Вильнюс, ул. Пшевальского, 7.

Для устройства подвесных потолков и облицовки стен гражданских, промышленных и культурно-бытовых зданий с сухим и нормальным влажностным режимом СКТБ Главлостройматериалов, Моспроект-2, комбинат ТИГИ (г. Красногорск, Московской обл.) разработали плиты звукопоглощающие гипсовые литые (ОСТ 21-26-84). Плиты представляют собой конструкцию, состоящую из гипсового литого перфорированного экрана, армированного стекложгутумом и оцинкованной проволокой, и звукопоглощающего материала с прокладкой между ними. С тыльной стороны плита оклеена защитной оболочкой. Плиты относятся к группе трудносгораемых материалов.

Размеры плит, мм: длина — 600, ширина — 600, толщина — 38,55, величина разрушающей нагрузки — не менее 4-кратной массы плиты, масса — 6,5 кг, коэффициент звукопоглощения в диапазоне от 125 до 4000 Гц находится в пределах 0,15...0,8.

В МИСИ им. В. В. Куйбышева (129337, Москва, Ярославское шоссе, 26) разработан гипсобетон на основе пылевидного барханного песка с использованием строительного гипса и бета-полуводного фосфогипса. Технологично предусмотрено совместное измельчение барханного песка до удельной поверхности 2500 см²/г, бетонную смесь готовят в бегунах, а уплотняют на стандартной виброплощадке. Бета-полуводный фосфогипс из двуводного фосфогипса получают путем обжига его при температуре 180°C в течение 2 ч.

Марка гипсобетона 50...75, прочность при сжатии через 2 ч — 2,4...2,6 МПа, сроки схватывания: начало — 8...22, конец — 12...36 мин.

Из такого гипсобетона можно готовить мелкоштучные изделия для сельского строительства, стеновые блоки для жилищного строительства. На опытно-экспериментальном заводе газобетонных и железобетонных изделий Главлострой Минводхоза СССР из этого материала впервые изготовлены стеновые камни для одноэтажных домов.

Демонстрируемые на выставке около 120 видов экспонатов изделий и конструкций из гипса, представленных почти 100 строительными предприятиями и организациями свыше 20 министерств и ведомств, вызывают большой интерес у посетителей и специалистов.

Авторские свидетельства

№ 46*

№ 1197851. Рижский политехнический ин-т. А. Е. Терентьев, Ю. А. Новиков, Г. Я. Куннос и А. В. Домбровский. **Способ изготовления изделий из ячеистого бетона.**

№ 1197852. Укргипроводхоз. П. П. Иванча и А. В. Носек. **Замок для соединения бортов формы.**

№ 1197853. ВПИНИИ по переброске и распределению вод северных и сибирских рек. Э. Ф. Лыков, Л. И. Медовский, Ю. В. Кабацков и др. **Установка для формирования объемных блоков из бетонных смесей.**

№ 1197854. Черкасский отдел ПКБ НИИСП Госстроя УССР. Б. Р. Бойко, Б. А. Сидоренко, В. Н. Даниленко и М. А. Арпаксыд. **Кассетная линия для изготовления сборных железобетонных изделий.**

№ 1197978. Трест Мосоргстрой Главмосстроя. М. В. Радюков, А. Н. Абрамович и В. Ф. Обшивалов. **Захватное устройство для панелей.**

№ 1198036. НИИЖБ и Магаданский комплексный НИО Забайкальского Промстройинипроекта. И. Е. Путляев, Г. Н. Пименов и Н. Ю. Лаврецкая. **Сырьевая смесь для изготовления легкого заполнителя.**

№ 1198038. РИСИ, БВ Ростовского Промстройинипроекта и Южный государственный ин-т проектирования водного хозяйства. А. К. Сысоев, А. И. Минас и Н. А. Сысоева. **Сырьевая смесь для изготовления крупнопористого бетона.**

№ 1198159. Донецкий Промстройинипроект. Г. Р. Розенвассер, Л. М. Шварц и П. П. Мазелин. **Ленточный фундамент.**

№ 1198175. СибЗНИИЭП жилых и общественных зданий. А. А. Безверхий, А. И. Аронов, А. И. Метлина и др. **Способ изготовления трехслойной стеновой панели.**

№ 1198176. В. Б. Прокопенко и Н. Л. Черноз. **Железобетонная колонна.**

№ 1198213. Криворожский филиал ВНИИОМШС. Л. М. Немерцалова, Л. Н. Черный, Т. А. Васильева и Н. Г. Оньков. **Манипулятор для набрызг-бетонирования.**

№ 47

№ 1199300. ЛИСИ. В. М. Боровенков, И. В. Баринев, А. В. Квокша и И. К. Олефир. **Вибровозбудитель.**

№ 1199621. Северный ф-л ВНИИСТ. Б. В. Гусев, В. В. Андреев, А. А. Попов и др. **Установка для обетонирования трубчатых изделий.**

№ 1199622. ЦНИИЭПсельстрой. Л. Н. Ануфриев, Б. И. Костенко, Ю. П. Ключник и Г. В. Мишин. **Бетоносмеситель.**

№ 1199888. НИИОПС. Б. С. Остюков, В. Н. Назимов, А. Л. Михлин и В. И. Кудряшов. **Способ бетонирования стен подземного сооружения.**

№ 48

№ 1201130. Завод ЖБИ № 2 ДСК № 1 Главкиевгорстрой. Я. М. Прибыш, В. Н. Бурушкин и Е. С. Даен. **Устройство для открывания и закрывания бортов формы.**

№ 1201136. Ю. А. Родионов. **Устройство для распалубки в линии для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1201137. ЭКБ ЦНИИСК. В. В. Горячев, Н. П. Шабакин, В. Я. Мацуев и др. **Конвейерная линия для изготовления строительных изделий.**

№ 1201138. Проектно-технологический трест Оргтехстрой. Я. И. Учитель. **Пост формирования технологической линии для изготовления строительных изделий.**

№ 1201139. Л. В. Орлов, Н. Н. Руденко, Г. П. Зайцев и Л. Н. Бут. **Установка для производства строительного камня.**

№ 1201140. НИИЖБ. Г. С. Митник. **Поддон.**

№ 1201141. Фрунзенский ф-л ин-та Индустройпроект. М. В. Шемякин и В. Д. Добрыднев. **Устройство для открывания борта формы.**

№ 1201142. СибЗНИИЭП жилых и общественных зданий. Г. А. Чугунов и Т. М. Морунова. **Устройство для распалубки и сборки бортов многоместной формы.**

№ 1201143. Черкасский отдел ПКБ НИИСП Госстроя УССР. Г. В. Романча. **Устройство для распалубки и сборки тепловых стенок кассетной установки.**

№ 1201144. ПО «Баррикада» Главленстройматериалов и Гипронинметаллоруд. В. И. Рузаев, А. М. Цыпленков, Ф. М. Дмитриев и др. **Форма для изготовления часторобристых плит из бетонных смесей.**

№ 1201145. Киевский ф-л КТБ Стройиндустрия. В. П. Бурнашев, М. А. Капуста, А. Л. Смелянский и С. И. Тютюн. **Пустотобразователь.**

№ 1201146. ЦНИИСК. Я. Л. Дербаремдикер, В. С. Костиков и В. А. Ластик. **Установка для формирования тонкостенных пустотелых железобетонных изделий.**

№ 1201147. ВНИИ теплоизоляционных и акустических строительных материалов и изделий. М. С. Сеница, Л. Е. Ягнятинский, К. В. Клупшас и др. **Установка для срезки горбушки сырца ячеистого бетона.**

№ 1201151. РПТПО Росоргтехстрой. О. М. Лунин. **Устройство для укладки и уплотнения бетонной смеси в форме.**

№ 1201152. МИСИ. А. А. Афанасьев, И. Б. Абдуллин и А. А. Татаринев. **Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1201153. Ю. В. Сокольский, Н. Ф. Ефремов и В. П. Волков. **Устройство для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1201154. Минский ф-л КТБ Стройиндустрия. В. А. Валуевич, Е. М. Ту-

кай и А. Д. Прокопович. **Центрифуга для формирования тел вращения из бетонной смеси.**

№ 1201155. Украинский НИИ гидротехники и мелиорации. В. А. Евтуховский и А. Г. Давиденко. **Сердечник для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1201157. Всесоюзный ин-т по проектированию организации энергетического строительства Оргэнергострой. В. А. Славуцкий, Д. А. Гревнин, А. И. Савкин и др. **Устройство управления дозированием компонентов бетонной смеси.**

№ 1201161. ИСиА Госстроя БССР. В. Е. Садох, В. В. Мазенко и С. В. Бусел. **Способ резки предварительно напряженных железобетонных изделий безопалубочного формирования и устройство для его осуществления.**

№ 1201197. Красноярскгэсстрой. Б. А. Руль, В. И. Белобородов, М. В. Вшивков и В. П. Середин. **Устройство для перегрузки бетонной смеси.**

№ 1201388. Саратовский политехнический ин-т. Ю. Е. Ветлов, Р. Х. Бурханов и В. В. Сластенов. **Устройство для уплотнения строительных материалов.**

№ 1201389. Саратовский политехнический ин-т и ПТПО Сельстройматериалы. **Устройство для уплотнения строительных материалов.**

№ 1201392. Казанский инженерно-строительный ин-т. В. П. Еремеев и Р. А. Самитов. **Конструкция уширения железобетонного балочного моста.**

№ 1201393. Фрунзенский политехнический ин-т. В. П. Чуднецов и З. Г. Хучбаров. **Опора моста.**

№ 1201394. НПО Дорстройтехника. А. И. Мордич, Л. К. Лукша, А. С. Мацкевич и П. В. Золотов. **Железобетонный ролик подвижной опорной части моста.**

№ 1201400. ЛИСИ. М. П. Ерохин, В. Н. Парфенов, В. П. Рябинин и Г. Н. Шоршнев. **Железобетонная гравитационная платформа.**

№ 1201409. Киевский отдел СКБ и трест Мостострой № 1 Главмосстроя. В. С. Слинченко, П. Е. Заболотный и В. В. Тищенко. **Устройство для сооружения покрытий из бетонных смесей.**

№ 1201453. А. В. Мамырин. **Способ изготовления гвоздидных бетонных и железобетонных изделий.**

№ 1201454. Саратовский политехнический ин-т. Л. С. Захаров. **Панель покрытия.**

№ 1201455. ЦНИИЭПсельстрой. В. Н. Аверьянов, Л. Н. Ануфриев, А. А. Богомаз и др. **Асбестоцементная многопустотная панель.**

№ 1201456. НИИЖБ. Л. А. Коробов, Е. К. Качановский, И. Е. Путляев и др. **Наружная стеновая панель.**

№ 1201457. Челябинский Промстройинипроект. Ю. А. Смирнов, И. В. Никитин и А. Н. Архангельский. **Панель ограждения.**

№ 1201458. Кузницахострой. Г. В. Савкин, В. И. Суковатов и Б. Н. Чурсин. **Железобетонное изделие.**

№ 1201460. А. И. Семенов. **Машина для укладки строительных смесей.**

№ 1201462. И. Ф. Пляскин и А. И. Пляскин. **Опалубка И. Ф. и А. И. Пляскиных для бетонирования фундамента под колонны.**

* См.: Открытия, изобретения. — 1985.