

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

12·1981

Советские люди знают: девиз партии — все для блага советского человека, все во имя человека. Знают и поэтому горячо поддерживают политику партии. Но знаем мы и другое: ничто не дается даром. Любое улучшение условий жизни может быть добыто только напряженным трудом самих советских людей. Зрелый социализм обеспечивает широчайшие возможности для раскрытия способностей каждого гражданина. Дело за тем, чтобы эти возможности реализовать. А свободному, сознательному труду, труду на себя и на свое общество все по плечу!

Л. И. БРЕЖНЕВ



*Генеральный Секретарь ЦК КПСС,
Председатель Президиума Верховного Совета СССР
товарищ Леонид Ильич Брежнев*

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Расширение производства жаростойких бетонов и конструкций	4
<i>Голкачев П. И., Менделев В. Я.</i> Теплотехнические агрегаты из жаростойкого бетона и железобетона	5
<i>Кабанова М. К., Шипулин В. И.</i> Легкие жаростойкие бетоны на основе керамзита и отходов нефтехимической промышленности	7
<i>Козлов В. А., Ворслов В. П.</i> Применение жаростойких бетонов для промышленных печей	8
<i>Альшулер Б. А., Горячев В. П., Милонов В. М., Елисаветская П. И.</i> Сборные жаростойкие конструкции заводского изготовления	9
<i>Некрасов К. Д., Масленникова М. Г.</i> Жаростойкий аглопоритобетон на заполнителе из отходов углеобогащения	11
<i>Гоберис С. Ю., Мерлинская Л. И.</i> Работа жаростойких бетонов в условиях циклических температур	12
<i>Григорьева А. Д.</i> Использование металлургических шлаков для жаростойких бетонов	14
<i>Абызов А. П., Кирьянова Л. А.</i> Легкие ячеистые и поризованные жаростойкие бетоны на фосфатном вяжущем	15
<i>Тарасова А. П., Ждинова П. П.</i> Готовые сухие смеси для жаростойких бетонов	17
Победители Всесоюзного общественного смотря-конкурса на лучшее качество строительства	
Эффективные конструкции — по прогрессивной технологии	18
Экономия ресурсов	
<i>Гусев Б. В., Зазимко В. Г., Заяц Ю. Л., Пшынко А. П.</i> Ударно-вибрационная технология изготовления сборного железобетона	19
Бетоны	
<i>Меркин А. П., Зейфман М. П.</i> Оптимальная гранулометрия песка конструктивных ячеистых бетонов	20
<i>Спивак П. Я., Астахов В. П.</i> Высокопрочный шлакобетон для панелей промышленной крыши	22
<i>Костылев М. А., Смык А. А.</i> Стабилизация водоцементного отношения в бетонной смеси	23
Заводское производство	
<i>Селиванов И. И., Братчиков В. Г., Мчедлов-Петросян О. П., Ушерев-Маршак А. В., Ильяшенко В. А., Рудометкин В. А., Певакионов А. Н.</i> Пластифицирующая добавка ХДСК-1 в кассетной технологии бетонов	25
<i>Олехнович К. А.</i> Малогабаритные виброплощадки для формирования доборных элементов	27
Долговечность	
<i>Суллейменов С. Т., Жунисов С. Ж.</i> Атмосферостойкость газошлакосиликатного бетона	28
<i>Ройтман В. М.</i> Зависимости огнестойкости бетона и железобетона от условий пожара	29
В порядке обсуждения	
<i>Гершинок Р. А., Глазаров Е. Н., Бердичевский Г. П., Клевцов В. А., Влашкин А. Т., Пецольт Т. М.</i> Автоматизированное проектирование типовых конструкций для промышленного строительства	31
Стандарты	
<i>Бруссер М. И., Дорф В. А., Малиновский А. Г., Хаятин Ю. Г., Костин И. И.</i> Новая система стандартов на правила контроля прочности бетонов	32
В странах-членах СЭВ	
<i>Щербаков Е. П., Хубова Н. Г., Мешков В. З.</i> Основные результаты совместных исследований свойств бетона и арматуры	34
Информация	
<i>Макаричева В. В., Трамбовецкий В. П.</i> Совещание по ячеистым бетонам	36
<i>Белов В. П.</i> В Научно-техническом совете Минпромстроя СССР	37
<i>Антонова Р. П.</i> Арболит-81	38
<i>Заседаев Н. Б.</i> Тепло- и массоперенос при изготовлении изделий пакетным способом	38
<i>Додонов М. П.</i> Конструкции и расчет зданий большой этажности	39

12

1981

декабрь 1981



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

© Стройиздат, 1981

УДК 691.327:666.974.2

РАСШИРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ И КОНСТРУКЦИЙ

XXVI съездом КПСС в текущем пятилетии поставлены задачи повышения уровня индустриализации строительного производства и степени заводской готовности конструкций и деталей, расширения применения новых эффективных материалов и конструкций, повышения производительности труда в строительстве на 15—17%.

В настоящее время одной из важных проблем является индустриализация наиболее сложной области строительства — возведения промышленных печей. В основном здесь используется мелкоштучная кирпичная огнеупорная кладка. Применение больsherазмерных блоков и панелей из жаростойких бетона и железобетона позволит ликвидировать ручной труд, снизить стоимость, сократить, а в некоторых случаях даже исключить применение огнеупоров, уменьшить продолжительность возведения и повысить надежность и долговечность работы тепловых агрегатов.

Преимущества применения жаростойких бетонов взамен штучных огнеупорных материалов заключается в том, что они позволяют поднять уровень индустриализации возведения тепловых агрегатов, что обеспечивает ускорение темпов строительства в 3—4 раза; снизить стоимость строительства на 20—40%, а также уменьшить трудовые затраты в 2—3 раза; повысить срок службы и производительность тепловых агрегатов, уменьшить трудовые и денежные затраты на текущие и капитальные ремонты. Это позволит также более рационально использовать жаростойкие бетоны и тем самым сберечь дорогостоящие фасонные огнеупорные изделия, получить за счет применения более дешевых материалов и механизации монтажных работ экономию до 40—50 р. на 1 м³ бетона по сравнению с кладкой из штучных огнеупоров.

Жаростойкие бетоны уже применяются на многих тепловых агрегатах и строительных конструкциях — фундаментах под промышленные печи и дымовые трубы, туннельных печах и вагонетках на предприятиях строительных материалов, газоходах, дымовых трубах, коллекторах и пылевых камерах агломерационных машин, днищах алюминиевых электролизеров, печах предприятий нефтехимии и нефтепереработки, крупных котельных установках тепловых электростанций, печах кипящего слоя, шлаковиках и регенераторах мартовских печей, нагревательных колодцах, коксовых батареях, печах для плавки вторичного алюминия, полах для сталеплавильных, прокатных, доменных и других горячих цехов промышленных предприятий, для аэродромных покрытий и т. п.

Процесс производства крупных блоков и сборных конструкций из жаростойких бетона и железобетона аналогичен изготовлению обычных строительных изделий и конструкций. Эти материалы начали внедрять строительно-монтажные организации Минмонтажспецстроя СССР — тресты Союзтеплострой и Теплоонтаж, а также другие.

На нефтеперерабатывающих заводах страны из жаростойкого бетона построены и успешно эксплуатируются около 100 трубчатых печей беспламенного горения. Экономическая эффективность от замены металлического каркаса и мелкоштучной огнеупорной кладки бетонными блоками и железобетонными панелями составляет около 150 р. на 1 м³ кладки. Реконструкция 1000 печей шатрового типа с применением крупных блоков и панелей из легкого жаростойкого бетона даст возможность получить экономию в сумме 25 млн. р. При этом объем футеровки уменьшится на 30%, материалоемкость снизится в 1,6 раза, будет сэкономлено 200 тыс. т огнеупорных материалов. Крупные панели из легкого жаростойкого железобетона служат надежной футеро-

вой трубчатых печей. Здесь почти в 15 раз меньше швов, чем при огнеупорной кирпичной кладке, а значит меньше уязвимых мест.

В нашей стране ежегодно сооружается более 2 тыс. дымовых труб. Широкое признание завоевало возведение труб высотой до 45 м из сборного жаростойкого железобетона. Уже построено и эксплуатируется более 500 таких труб. При строительстве сборных жаростойких железобетонных труб высотой 45 м по сравнению с трубами из кирпича масса сооружения снижается в 7,5 раза, трудовые затраты в 4 раза и продолжительность строительства в 6 раз; общая стоимость работ уменьшается на 10%. Форма и отделка труб из сборного жаростойкого железобетона, их внешний вид выгодно отличаются от кирпичных и хорошо вписываются в ансамбли застройки жилых районов городов.

Таким образом, практика показывает высокую экономическую целесообразность применения жаростойких бетонов в строительстве и промышленности. В 1980 г. объем их использования составил более 300 тыс. м³, что дало народному хозяйству страны годовой экономический эффект свыше 30 млн. р. К концу одиннадцатой пятилетки объем внедрения жаростойких бетонов должен быть увеличен. При этом будет сэкономлено значительное количество штучных огнеупоров и металла. Однако подавляющее большинство тепловых агрегатов выполняется пока из штучных огнеупоров в металлическом каркасе или кожухе.

В настоящее время разработаны составы жаростойких бетонов для использования их в широком диапазоне температур (200—1700°С), технология заводского производства изделий из них, а также принципы проектирования и расчета жаростойких бетонных и железобетонных конструкций. Имеются необходимые нормативные документы — ГОСТы, СНиП, инструкции, руководства и рекомендации.

Таким образом, созданы необходимые предпосылки для массового применения в строительстве тепловых агрегатов и строительных конструкций из жаростойких бетона и железобетона, работающих в условиях повышенных и высоких температур.

Необходимы активное содействие Госплана СССР, Госстроя СССР и заинтересованных министерств и, в первую очередь, Минчермета СССР, Минстройматериалов СССР, Минтяжстроя СССР и Минцветмета СССР для включения в план ведущих проектных организаций и осуществления проектирования тепловых агрегатов с применением крупноблочных и панельных конструкций из жаростойких бетона и железобетона; выполнение проектных работ и строительство новых заводов и реконструкция существующих баз по изготовлению жаростойких бетонных и железобетонных изделий; организация изготовления и поставки исходных материалов и сухих бетонных смесей для жаростойких бетонов.

Основными направлениями технического прогресса в данной области являются создание высокопрочных жаростойких бетонов с повышенной плотностью и долговечностью, разработка высокоэффективных новых составов легких, особо легких и ячеистых бетонов, получение заполнителей с высокими физико-химическими свойствами.

Необходимы дальнейшая разработка новых конструкций повышенной заводской готовности для тепловых агрегатов с облегченной массой и улучшенными теплотехническими свойствами путем применения сборных блоков и панелей из легких высокопрочных жаростойких бетонов, создания более совершенных сборных элементов, унификации размеров и уменьшения массы конструкций.

Теплотехнические агрегаты из жаростойкого бетона и железобетона

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени трест Союзтеплострой в тесном творческом содружестве с лабораторией жаростойких бетонов и конструкций НИИЖБа и институтом Теплопроект внедряют индустриальные конструкции из жаростойкого бетона в печи для различных отраслей промышленности — нефтеперерабатывающей, нефтехимической, металлургической, машиностроительной, промышленности строительных материалов и др. При этом совершенствовалась технология работ, повышалась производительность труда при сооружении тепловых агрегатов.

К настоящему времени трестом внедрено 290 тыс. м³ конструкций из жаростойкого бетона и железобетона, что позволило сократить 504 тыс. чел.-дн. и получить экономию в сумме 5,3 млн. р.

Наряду с тяжелыми жаростойкими бетонами на основе шамотных, диасовых, шлаковых и других заполнителей в последние годы все шире внедряются легкие жаростойкие керамзитобетон, вермикулитокерамзитобетон, перлитобетон и др. Большинство применяемых для футеровок легких жаростойких бетонов имеют объемную массу до 800—1000 кг/м³. Их применение позволяет снизить массу футеровки почти в 2 раза по сравнению с массой конструкций из тяжелого жаростойкого бетона. Поскольку легкие бетоны обладают ма-

лой теплопроводностью, повышается эффективность работы тепловых агрегатов.

Легкие жаростойкие бетоны наиболее широко применяются в печах нефтеперерабатывающих установок и в туннельных для обжига строительных материалов. В качестве заполнителей для жаростойких бетонов могут быть использованы местные материалы. Так, при индустриальном сооружении из крупных блоков боровов к колпаковым печам цеха холодного проката углеродистых сталей Новолипецкого металлургического завода (рис. 1) использовались шлакопемзовые заполнители и тонкомолотая добавка местного производства.

Система боровов состоит из 4 секций, каждая имеет главный бор, с которыми соединяются 14 осевых газоходов. Общая протяженность всех боровов — 2320 м. Объем сборных конструкций из жаростойкого бетона — 2072 м³. Конструкция боровов состоит из плит выстилки, стеновых и сводовых блоков. Стеновые блоки и плиты имеют прямоугольную форму, а сводовые блоки — полукруглую. Максимальная масса сводовых блоков — 3,5 т.

Монтаж боровов из крупноблочных конструкций был полностью механизирован и проводился с использованием башенного крана КБ-271 и козлового УКК-3,2. Блоки боровов, примыкающие к трубе вне цеха, монтировались автокраном. Блоки выстилки и стено-

вые устанавливали на бетонную подготовку из цементно-песчаного раствора марки 100, а вертикальные стыки между сборными элементами боровов заделывали жаростойким раствором на основе шлакопемзовых заполнителей. В результате трудозатраты уменьшились на 3846 чел.-дн., экономия составила 33 тыс. р. Продолжительность строительства боровов сократилась на 38 дн.

По инициативе треста НИИЖБ и другие научно-исследовательские и проектные институты выполнили целый ряд исследовательских и проектных работ, направленных на индустриальное строительство туннельных печей.

По проекту НИИЖБа и ЭКБ ЦНИИСКА трест осуществил крупноблочный монтаж туннельных печей с шириной канала 3 м на Тульском, Незеваевском и Орском кирпичных заводах.

По проекту Южгипрострома печи с шириной канала 3,5 м также из конструкций жаростойкого бетона были возведены на Голицынском, Карагандинском и Бурундайском заводах стеновых материалов. Построены две туннельные печи на Новгородском заводе дренажных труб (рис. 2). Монтируются две туннельные печи на Чернушкинском заводе стеновых материалов. Будет осуществлено строительство двух туннельных печей из крупных блоков жаростойкого бетона на Возжаевском заводе стеновых материалов в Амурской обл. Построено также 7 туннельных печей с шириной канала 1,74 м из жаростойкого бетона.

В конструкциях блоков зон подогрева и охлаждения туннельных печей широко применяется жаростойкий керамзитобетон. В сводовых панелях в качестве вкладышей используется легкий жаростойкий керамзитовермикулитобетон объемной массой 800 кг/м³.

Монтаж туннельных печей из блоков и панелей осуществлялся при помощи козловых, автомобильных кранов и кран-балок. Выработка составляет 2,5 м³ на 1 чел.-дн., а в отдельных случаях — 3,5 м³. Монтаж жаростойких конструкций печи ведет бригада из 5—7 рабочих.

На строительстве туннельной печи шириной канала 3 и длиной 124 м тульского кирпичного завода № 2 применение крупных блоков позволило втрое уменьшить объемы работ — до 621 м³ вместо 1807 м³ кладки из кирпича. Масса металлоконструкций каркаса уменьшилась вдвое — с 48 до 22,4 т. Стоимость работ снизилась на 33,4 тыс. р. Натуральная выработка составила 2,1 м³ на 1 чел.-дн. Монтаж печи из жаростойких блоков бригада из 6 чел. вы-



Рис. 1. Общий вид строительства боровов к колпаковым печам из сборного жаростойкого бетона цеха холодного проката Новолипецкого металлургического завода



Рис. 2. Монтаж укрупненного узла подвесного свода туннельной печи на Новгородском заводе дренажных труб

полнила за 53 рабочих дня. Аналогичную печь из кирпича в те же сроки возводят 30–35 огнеупорщиков.

Особое внимание уделяется в тресте внедрению в конструкции футеровок печей для нефтеперерабатывающей промышленности блоков и панелей из легкого жаростойкого перлитобетона с объемной массой 800–900 кг/м³ и с температурой службы до 1100°C. Изготовление конструкций из перлитобетона отработано в опытно-производственном цехе треста в Ангарске.

Из перлитобетона смонтированы конструкции футеровок печей Л-35-11-1000 Ангарского нефтеперерабатывающего завода, установки ЛК-6у Павлодарского и Чимкентского нефтеперерабатывающих заводов (рис. 3), печи гидроочистки топлива установки 24–40 объединения Пермнефтеоргсинтез, установка производства парафинов на ПО Киршинефтеоргсинтез. Панели из перлитобетона обрамлены металлическим уголком для упрощения транспортирования и монтажа.

Строительство теплотехнических агрегатов нефтеперерабатывающих установок производилось комплексно — с помощью гусеничных и колесных кранов монтировались металлоконструкции каркасов и панели футеровок. Все это позволило повысить в 2,5 раза производительность труда и сократить продолжительность строительства.

В течение многих лет трест успешно внедряет блоки из дишасового бетона при строительстве и ремонте нагревательных колодцев прокатных цехов. Значительно уменьшается время ремонтов и улучшаются условия труда. Ежегодно на Магнитогорском и Орско-Халиловском металлургических комбинатах, Челябинском металлургическом заводе и других внедряется свыше 1 тыс. м³ дишасовых блоков.

На строительстве доменной печи № 6 Новолипецкого металлургического завода по предложению Липецкого СМУ

была изменена конструкция поддоменника. Вместо 400 т защитных чугунных плит смонтированы панели из торкретбетона. Экономический эффект составил более 200 тыс. р. Аналогичная замена конструкции защиты здания воздухонагревателей позволила сэкономить 100 т металла и 60 тыс. р.

Белгородское управление треста выполнило футеровку обжиговой машины ОК-520 № 1 Михайловского ГОК из огнеупорного торкретбетона с теплоизоляцией из волокнистых материалов. Подобная конструкция, разработанная Уралпергочерметом совместно с ВОСтО и ВНИИИ Теплопроект, была применена впервые.

Толщина слоя торкретбетона для всех зон составляла 125 мм, слоя теплоизоляции 45 мм для зон с температурой до 600°C и 90 мм для зон с более высокой температурой. Вяжущим торкретбетона являлся высокоглиноземистый цемент ВЦ-1, заполнителем — шамот. Для изоляционного слоя применялись плиты из каолинового волокна марки МКРП-340.

Для сокращения сроков строительства, повышения производительности труда впервые в отечественной практике была применена огнеупорная футеровка ук-



Рис. 3. Общий вид печи установки ЛК-6у из легкого жаростойкого перлитобетона на Павлодарском нефтеперерабатывающем заводе

рупненных узлов машины на земле с последующим монтажом. Торкрет-бетон наносили с помощью торкрет-установки периодического действия СБ-67. Для работ по демонтажной футеровке была выделена площадка размером 20×50 м, которую обслуживали краны БКСМ-1000 и СКГ-40 и др. Максимальная масса зафутерованных элементов не превышала 80 т, что соответствовало грузоподъемности мостового крана.

Из общего объема футеровки 1140 м³ до монтажа было уложено 507 м³, 1660 м² торкрет-бетона из 3175 м² было выполнено на земле. До монтажа был зафутерован 61 элемент общей массой 1280 т.

Благодаря совмещению монтажных и футеровочных работ, за счет сокращения на 2,5 мес. сроков строительства экономический эффект превысил 150 тыс. р. Фактические трудозатраты, отпе-

сенные на 1 м² пода машины, составили 12,5 против 21—22 чел.-дн. при футеровке из кирпича. Общий экономический эффект от применения торкрет-бетонной футеровки составил 300 тыс. р. на машину с площадью пода 520 м².

Большинство новых конструкций из жаростойкого бетона отработывались и изготавливались в опытно-производственных цехах треста в Липецке, Ангарске и Новокузнецке. Блоки и панели для туннельных печей поставлялись также опытными заводами Уфы и Новокуйбышевска.

Поскольку мощность указанных предприятий не обеспечивает растущих потребностей треста в индустриальных конструкциях из жаростойкого бетона, в одиннадцатой пятилетке будет закончено техническое перевооружение опытных цехов треста по производству жаростойких бетонов. Намечено строительство в Магнитогорске завода произво-

дительностью 50 тыс. м³ в год конструкций из жаростойкого бетона, 20 тыс. м³ изделий из огнеупорного каолинового волокна и 100 комплектов дымовых труб высотой до 30—45 м из сборного жаростойкого железобетона.

Возрастающие объемы строительства тепловых агрегатов из жаростойкого бетона и железобетона настоятельно требуют ввода в одиннадцатой пятилетке новых мощностей по производству жаростойких и огнеупорных бетонов.

Научно-исследовательским и проектным организациям необходимо разработать унифицированные конструкции, простые в изготовлении, удобные и надежные в монтаже. Только комплексный подход к решению этой проблемы позволит поднять на более высокую ступень индустриальное строительство теплотехнических агрегатов в нашей стране.

УДК 691.327:666.974.2

М. К. КАБАНОВА, канд. техн. наук;
В. И. ШИПУЛИН, инж. (НИИКерамзит)

Легкие жаростойкие бетоны на основе керамзита и отходов нефтехимической промышленности

Пористые заполнители (керамзит, аглопорит, шунгизит, вермикулит, шлаковая пемза и др.) обладают низкой огнеупорностью (менее 1300—1330°C) и относятся к легкоплавким материалам, поэтому могут применяться при температурах не более 900—1100°C.

НИИКерамзит в содружестве с НИИЖБом создали легкие жаростойкие материалы — пористый гравий и бетоны на основе отходов нефтехимической промышленности. Разработанная технология производства жаростойкого керамзита позволяет получать на его основе легкие жаростойкие бетоны различного назначения — теплоизоляционные, конструктивно-теплоизоляционные, конструкционные с температурой службы 1200—1500°C.

Физико-механические свойства жаростойкого керамзита

Общая пористость, %	75—45
Плотность:	
кажущаяся, г/см ³	0,6—1,3
насыпная, кг/см ³	400—900

Прочность, МПа	1,2—6
Огнеупорность, °С	1400—1630
Коэффициент линейного термического расширения при $t=20 \dots 1000^\circ\text{C}$, °С ⁻¹	(3,2—5)10 ⁻⁶

Жаростойкий керамзит может быть получен на технологических линиях керамзитового производства после некоторой реконструкции отделения подготовки полуфабриката и обжига гравия, а также на агломерационных решетках. От рядового керамзитового гравия жаростойкий керамзит отличается фазово-минералогическим составом. Основная роль среди кристаллических новообразований принадлежит муллиту, армирующему материал и создающему высокотемпературный каркас, а стеклофаза отличается большей тугоплавкостью в результате повышенного содержания Al₂O₃. Этим и объясняется переход материала в пиропластическое состояние при более высокой температуре (1400—1500°C).

Бетон на жаростойком керамзите может успешно заменить футеровки из штучных огнеупоров. На Новокуй-

бышевском нефтехимическом комбинате жаростойкий керамзитобетон использовали для футеровки двух циклонных реакторов вместо футеровки из штучных огнеупоров, которая вышла из строя через 2 мес. Для этого выпустили специальную партию жаростойкого керамзита с огнеупорностью 1580°C, плотностью 600 кг/м³. Опытная футеровка успешно эксплуатируется в течение года при температуре 1450—1500°C.

НИИКерамзит совместно с НИИЖБом исследовали жаростойкие легкие бетоны с применением отходов нефтехимического производства — отработанного катализатора ИМ-2201 с огнеупорностью 2000°C. В качестве связующего использовали порландский и глиноземистый цементы, жидкое стекло и ортофосфорную кислоту. Температура применения таких бетонов в несущих конструкциях составляет 1000—1250°C.

Фосфатный ячеистый бетон вспучивается и твердеет даже при отрицательной (до —5°C) температуре. Предложенные бетоны отвечают требованиям ГОСТ 20910—75 (см. таблицу).

Опытно-промышленная проверка в футеровках линий перегретого пара, печей подогрева теплоносителя и циклонных реакторов на Новокуйбышевском и Нижнекамском нефтехимических комбинатах показала эффективность и надежность разработанных бетонов. Межремонтный период эксплуатации агрегатов увеличился в 2—3 раза. При этом получен значительный экономический эффект.

С использованием ИМ-2201 получен высокоогнеупорный легкий заполнитель, отвечающий требованиям ГОСТ 209955—75 (см. таблицу). Выполненные исследования показали, что отработанный катализатор ИМ-2201 наиболее эффективно можно использовать для изготовления жаростойких заполнителей и легких бетонов с температурой применения в несущих конструкциях 700—1500°C, в ограждающих конструкциях 1000—1600°C.

Показатель	Керамзитобетон	Фосфатный ячеистый бетон	Легкий заполнитель
Плотность, кг/м ³	950—1300	400—600	250—540
Прочность при сжатии, МПа	10—15	0,6—2,5	0,5—1,5
Остаточная прочность, МПа	5,5—14,6	—	—
Пористость, %	—	—	76—80
Огнеупорность, °С	1300—1560	>1770	>1770
Термостойкость, воздушные теплосмены	11—54	7—10	—
Усадка при температуре 1200—1300°C, %	0,49—3,5	—	—
Температура деформации под нагрузкой, °С:			
начало размягчения	950—1250	1100—1200	—
4%-ная деформация	1030—1260	1140—1280	—
40%-ная деформация	1150—1295	1420—1510	—

Применение жаростойких бетонов для промышленных печей

Трест Тепломонтаж Минмонтажспецстроя СССР выполняет работы по комплексному строительству промышленных печей и фабрично-заводских дымовых труб высотой 30—150 м.

Трубы возводят в основном из мелкоштучных огнеупоров и глиняного кирпича. Число типоразмеров фасонных огнеупорных изделий, выпускаемых промышленностью, не отвечает требованиям строителей промышленных печей. Повышение технического уровня их сооружения возможно только за счет применения новых эффективных огнеупорных материалов и конструкций повышенной заводской готовности. Эффективными материалами являются легкие и тяжелые жаростойкие бетоны и железобетоны. При применении конструкций из жаростойких бетонов и железобетонов ликвидируется трудоемкий процесс кирпичной кладки, возрастает производительность труда за счет индустриализации работ, сокращается продолжительность строительства, улучшаются теплотехнические показатели работы печей (повышается их к.п.д., снижается расход топлива и др.). Сметная стоимость печей из жаростойких железобетонных панелей и блоков на 7—8% ниже, чем из штучного кирпича.

Широкое применение жаростойкого бетона стало возможным только после ввода в эксплуатацию двух опытных заводов треста производительностью каждого 5000 м³ изделий в год в Уфе и Новокуйбышевске.

В десятой пятилетке объем внедрения жаростойких бетонов для строительства печей составил: 45 000 м³ крупноблочных изделий и 15 000 м³ монолитного бетона, что позволило сэкономить 40 000 чел.-дн. В 1980 г. 5% кладки промышленных печей выполнялись индустриальными способами. Следует отметить, что основной объем работ на кладке выполняется все еще вручную, с низкими технико-экономическими показателями.

Наиболее крупными объектами внедрения сборного жаростойкого бетона являются печи нефтеперерабатывающей промышленности и туннельные печи предприятий промышленности строительных материалов. Трестом построено около 75 печей установок ЭЛОУ-АВТ-6, ЭЛОУ-АВТ-7, Л-35-11-1000, ЛК-6у, ДБ-6, ИП-6. Проект вертикально-факельной печи типа ГС 508/21 с теплоограждающими конструкциями из легкого вермикулитокерамзитобетона и керамзитобетона был разработан ЭКБ ЦНИИСК им. Кучеренко совместно с НИИЖБ для Московского нефтеперерабатывающего завода (рис. 1). Объем футеровки — 160 м³. Панели были зафутерованы на месте комплексного



Рис. 1. Монтаж панели из жаростойкого бетона печи нефтеперерабатывающего завода

строительства печи. При этом масса футеровки уменьшилась на 23%, стоимость на 26%, к.п.д. печи по сравнению с печью АТ-6 увеличился с 64 до 77%. Производительность труда на монтаже повысилась в среднем на 12%. Эти печи



Рис. 2. Туннельная печь производительностью 26 млн. шт. условного кирпича в год из блоков жаростойкого бетона на Ляпичевском кирпичном заводе

эксплуатируются при температурах до 900°C. Аналогичная конструкция теплоограждающих панелей, состоящая из металлического поддона с анкерами и слоя легкого жаростойкого бетона, применена при строительстве печей-перегревателей установок типа ДБ-6 и ИП-6 на Нижнекамском нефтехимкомбинате и Стерлитамакском заводе синтетического каучука.

Для панелей применен легкий вермикулитокерамзитобетон и керамзитобетон общей толщиной 220 мм. Размеры панелей 2570×1825 и 4825×1510 мм. При монтаже печей стыки между панелями заделывают каолиновой ватой, что позволяет выполнять работы в любое время года.

В результате внедрения панельных конструкций из жаростойкого бетона выработка на одного рабочего повысилась на 16%; экономический эффект на одну печь составил 25,4 тыс. руб.

Всего за десятую пятилетку трест смонтировал около 18 000 м³ блоков из жаростойких бетонов на печах нефтехимических производств.

Большое внимание уделяется внедрению сборного жаростойкого бетона при строительстве туннельных печей (рис. 2) и футеровке вагонеток. Сооружение подобных печей из штучных огнеупорных материалов требует больших затрат ручного труда, много металла и разнообразных материалов. Для индустриализации работ, улучшения качества обжига кирпича и снижения капитальных затрат ВНИПИ Теплопроект, ЭКБ ЦНИИСК им. Кучеренко, Союзгипростром, Южгипростром, Новосибирскстройматериалы при участии НИИЖБ разработали конструкции туннельных печей из сборных жаростойких блоков. Такие блоки с шамотным наполнителем и тепловой изоляцией из пенодиатомовых и других изделий изготавливаются на заводах треста и производственной базе Новосибирского управления.

За десятую пятилетку трестом построено 34 туннельных печи различной производительности. Общий объем смонтированных блоков составил около 20 000 м³.

В настоящее время заканчивается разработка проекта реконструкции Уфимского опытного завода индустриального трубостроения, который после реконструкции будет изготавливать в год до 9000 м³ блоков из жаростойких бетонов и железобетона для строительства промышленных печей и 4000 м³ блоков для строительства сборных дымовых труб.

В результате трест сможет внедрять ежегодно до 18 000 м³ блочных конструкций из жаростойкого бетона,

Сборные жаростойкие конструкции заводского изготовления

Индустриальные конструкции из сборного жаростойкого железобетона заводского изготовления наиболее распространены в таких тепловых агрегатах, как туннельные печи для обжига глиняного кирпича и дренажных труб, трубчатые печи нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, подземные борозы для отвода дымовых газов [1].

Первые туннельные печи из сборного жаростойкого железобетона запроектированы и осуществлены для работы на твердом топливе. Они отличались от печей из штучного кирпича плоским перекрытием канала печи и отсутствием металлического каркаса. Конструкция печи состоит из ребристых стеновых панелей, жестко связанных с панелью перекрытия путем сварки арматуры в ребрах панелей [2]. Такие печи на твердом топливе возведены в основном в Новосибирской и Омской обл. Сборные элементы печи просты, надежны, удобны в монтаже, трудозатраты на ее возведение малы. Однако паряду с несомненными достоинствами конструкция обладает существенным недостатком: наличием тепловых мостиков, образуемых ребрами панелей, которые занимают до 40% всей площади. Это повышает теплотери и соответственно перерасход топлива при эксплуатации.

ЭКБ ЦНИИСКА при участии НИИЖБА, Союзгипрострома и ВНИИ-строрма разработана конструкция печи производительностью 26 млн. шт. условного кирпича в год, длиной 120 м, шириной канала 2,9 м, с боковым расположением горелок (рис. 1). Конструкция печи представляет собой трехшарнирную раму, стойками которой являются металлические стойки карка-

са, а ригелем — сборные элементы из облегченного жаростойкого железобетона с вкладышами из вермикулитокерамзитобетона марки М35. Стойки каркаса располагаются по оси ребер панелей перекрытия, шарниры — по оси печи и в основании стеновых блоков. Элементы ригеля жестко крепятся к стойкам каркаса. Стены печи не связаны со сводом, их собирают из однослойных (структурный жаростойкий керамзитобетон) или двухслойных (тяжелый и легкий бетон) блоков. На монтаже блоки изолируют минераловатными матами и снаружи закрывают волнистыми асбестоцементными листами или профилированным металлжелезным настилом. Печи такой конструкции работают на Тульском, Рузаевском и Орском кирпичных заводах.

В настоящее время наблюдается тенденция располагать горелки сверху печи. При таком решении перекрытие печи может быть одинарным или двойным. При двойном перекрытии канал печи перекрывается панелями из жаростойкого железобетона, которые подвешиваются к металлическим балкам или железобетонным панелям, идущим поперек печи и несущим верхнее перекрытие площадки обслуживания (рис. 2). В образующееся между двумя перекрытиями пространство подается воздух, который нагревается топлом, поступающим через подвесной потолок, и утилизируется. Одновременно система приточной вытяжной вентиляции обеспечивает нормальный ритм работы подвесных элементов конструкции перекрытия. Печи такой конструкции разработаны Южгипростромом при участии НИИЖБА, в том числе для типового проекта № 409-21-42.

Несущей конструкцией печей является каркас из сборных железобетонных колонн сечением 300×300 мм, устанавливаемых с шагом 6 м, и ригелей сечением 250×585 мм из обычного бетона с использованием серийных опалубок. Панели подвесного потолка размером 750×1280×250 мм выполняют из жаростойкого бетона двух составов: армированного облегченного с шамотным заполнителем для ребер и легкого вермикулитокерамзитобетона для заполнения между ребер. Минимальная ширина сечения ребра 40 мм.

Стены канала печи выполняют из сборных блоков, в зоне обжига — из двух слоев: слой, обращенный в рабочее пространство печи, — из облегченного жаростойкого бетона на глиноземистом цементе с шамотными заполнителями, второй слой — из легкого жаростойкого керамзитобетона объемной массой 800 кг/м³. Теплоизоляция стен принята из минераловатных прошивных матов. Такие печи возведены трестами Союзтепlostрой и Тепломонтаж Минмонтажспецстроя СССР на Карагандинском, Бурундайском, Богородском и других заводах керамических стеновых матери-

Аналогично решены типовые проекты туннельных печей производительностью 25 и 50 млн. шт. условного кирпича в год. Однако вместо железобетонного каркаса в них предусмотрен стальной, применена более эффективная теплоизоляция, а вместо мелких панелей подвесного потолка из двух видов бетона приняты более крупные панели — 1,6×2,98×0,3 м из одного вида бетона: при температуре до 700°C — из жаростойкого керамзитобетона марки М 200, при температуре от 700 до 1100°C — из облегченного жаростойкого бетона марки М 300. Применение легкого аглопоритобетона из аглопорита, полученного из отходов углеобогащения, при организации его промышленного выпуска позволило бы уменьшить массу элемента на 27% и трудозатраты при изготовлении на 14%.

Арматуру в плитах — сетки из стали класса А-III — располагают в менее нагретой части сечения. Кроме того, в местах подвесок предусмотрены два поперечных пространственных каркаса: из арматурной стали класса А-III при температуре до 400°C и из жаростойкой стали класса 08X17T при температуре от 400 до 1100°C. Места подвесок расположены так, чтобы растягивающие напряжения от собственной массы при температурном воздействии возникали только с менее нагретой стороны сечения.

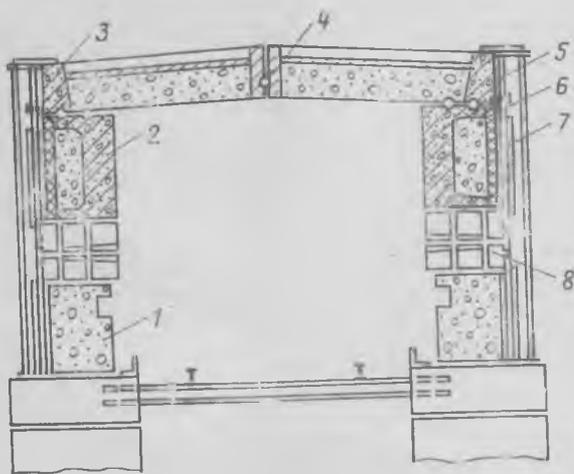


Рис. 1. Туннельная печь из жаростойкого железобетона для обжига керамических камней и кирпича производительностью 26 млн. шт. условного кирпича в год с боковым обслуживанием

1 — докольный блок; 2 — стеновой блок; 3 — панель перекрытия; 4 — шарнир из жаростойкого бетона; 5 — металлическая стойка каркаса; 6 — минераловатные маты; 7 — асбестоцементный лист; 8 — горелочные камни

Подвешенные в четырех точках панели в натуральную величину подвергали воздействию внешней нагрузки и температуры до 1100°C и доводили до разрушения. Опытная проверка позволила рекомендовать их к применению.

Совершенствование бескаркасных конструкций туннельных печей направлено на исключение во время монтажа теплоизоляционных и работ по ограждению печи. Это достигается созданием многослойных сборных элементов повышенной заводской готовности, включающих в себя несущие, ограждающие и теплоизоляционные слои, надежно скрепленные между собой.

Применение сборного жаростойкого бетона в виде крупных монтажных элементов заводского изготовления в печах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности вместо фасонного огнеупора и литья из жаростойкого чугуна всегда дает значительный экономический эффект [2].

В последние годы в проектной практике переходят на трубчатые печи большей высоты и более сложных форм с кожухом и каркасом в металле. При этом футеровку печи жаростойким бетоном решают в двух вариантах: без кожуха с панелями на металлическом листе, являющемся элементом сборной панели, и с кожухом, к которому панели крепятся после его монтажа. Панели выполняют из легких жаростойких бетонов однослойными и многослойными, причем слои закрепляют окаймляющими ребрами из тяжелого бетона, стальными или керамическими анкерами и т. д. [3].

Первая трубчатая печь с легкобетонными панелями на металлическом листе запроектирована ЭКБ ЦНИИСКА при участии НИИЖБа и ВНИИнефтемаша и построена трестом Теплоустановка на Московском нефтеперерабатывающем заводе в 1967 г. Однослойную легкобетонную футеровку из вермикулито-керамзитобетона и керамзитобетона толщиной соответственно 200 и 250 мм прикрепляли к листу анкерами, приваренными в шахматном порядке с шагом 150 мм.

Наряду с дальнейшим совершенствованием однослойных конструкций футеровки трубчатых печей, разрабатывают многослойные конструкции панели футеровки с эффективной плитной и минераловатной изоляцией, защищенной с нагреваемой стороны слоем облегченного жаростойкого бетона.

Неотъемлемой частью промышленных печей и других тепловых агрегатов являются подземные газоходы или боровы для отвода газов с температурой до 1200°C. В последние годы более распространены газоходы из жаростойкого бетона и железобетона без футеровки огнеупорным кирпичом.

По заданию треста Союзтеплострой НИИЖБ совместно с ЭКБ ЦНИИСКА в течение ряда лет разрабатывали конструкции несущих подземных газоходов из сборных жаростойких бетонных и железобетонных блоков массой до 5 т, воспринимающих внешнюю равномерно распределенную нагрузку до 5 тс/м², а также конструкции не несущих газоходов из однослойных и двухслойных блоков, расположенных в несущих подземных железобетонных туннелях. Па



Рис. 3. Монтаж газохода с покрытием из полудирикулярных арок на Новолипецком металлургическом заводе (1979 г.)

разработанные конструкции газоходов составлены нормами.

Анализ конструктивных решений и материалоемкости ограждающих конструкций подземных газоходов показал, что при температуре отводимых газов до 350°C наиболее целесообразно применять жаростойкий железобетон, позволяющий при сравнительно небольших сечениях элементов газохода передавать на него давление земли и сравнительно большую внешнюю нагрузку. Рекомендуются несущие газоходы из жаростойких железобетонных блоков с круглым очертанием в поперечном сечении и площадью проходного сечения до 5,5 м² (в развитие норматива ВП 170-1 ВНИИ-теплопроекта) и прямоугольным очертанием с площадью проходного сечения до 5,5 м². Стыки между блоками уплотняют жаростойким раствором.

Для отвода газов с температурой от 350 до 800°C разработаны наиболее экономичные конструкции несущих газоходов из однослойных жаростойких бетонных блоков с конструктивным армированием, имеющие эллиптическое очертание, с площадью проходного сечения до 2,4 м². Для этих температур разработаны также конструкции несущих газоходов с площадью проходного сечения до 6,5 м², в которых дилще и стены собирают из блоков прямоугольного сечения, а покрытие — из блоков в виде полудирикулярных или лучковых арок. Блоки для таких газоходов наиболее просты в изготовлении. При площади проходных сечений до 3,5 м² более экономичны газоходы с полудирикулярным сводом покрытия, а при площади проходных сечений от 4,5 до 6,5 м² — газоходы с лучковым сводом. Расход жаростойкого бетона для газоходов с полудирикулярным сводом меньше расхода кирпичной кладки на 15–30% благодаря уменьшению толщины стен. Для газоходов с лучковым цилиндрическим сводом расход бетона меньше расхода кирпичной кладки на

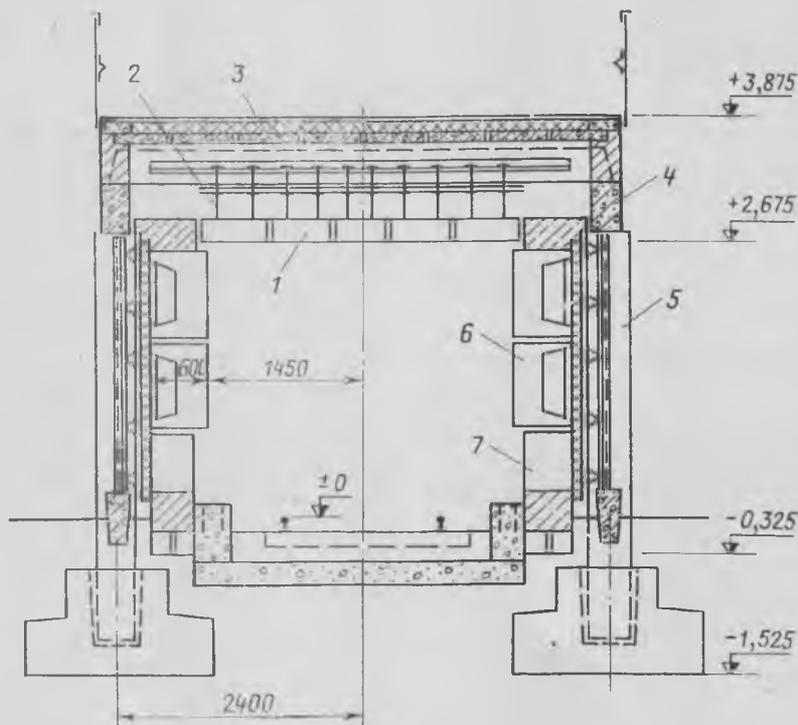


Рис. 2. Туннельная печь для обжига кирпича производительностью 26 млн. шт. условного кирпича в год с верхним обслуживанием

1 — подвесная панель перекрытия из жаростойкого бетона; 2 — металлическая подвеска; 3 — экран из кровельной стали; 4 — железобетонная балка каркаса; 5 — железобетонная колонна каркаса; 6 — стеновой блок из жаростойкого бетона; 7 — докольный блок из жаростойкого бетона

50%. При площади проходного сечения более 6,5 м² такие газоходы менее экономичны по сравнению с газоходами, расположенными в несущих железобетонных туннелях.

Конструкции несущих подземных газоходов из жаростойких бетонных блоков с полусферическим сводом покрытия (рис. 3) были использованы трестом Союзтеплострой при строительстве цеха колимаковых печей на Новолипецком металлургическом заводе с общим объемом внедрения легкого жаростойкого бетона марки М200 на портландцементе с заполнителем из шлаковой пемзы в размере 2000 м³.

Конструкции не несущих газоходов, расположенных в несущих железобетонных туннелях, разработаны с проходным

сечением до 10 м². При температуре отводимых газов до 500°C рекомендуются газоходы прямоугольного очертания, в которых днище и стены возводятся из жаростойких бетонных блоков, а покрытие — из плоских железобетонных плит. При температуре газов от 500 до 800°C рекомендуются бескаркасные конструкции газоходов из жаростойких бетонных блоков с полусферическим или лучковым сводом покрытия, а при температуре от 800 до 1200°C — конструкции из двухслойных жаростойких бетонных блоков с лучковым сводом покрытия и наружным стальным каркасом, воспринимающим распор от свода.

Газоходы в несущих железобетонных туннелях целесообразно применять при проходном сечении площадью не менее

2,5 м², при нагрузках более 5 тс/м² и при высоком уровне грунтовых вод.

Переход на монтаж печей и боровов из крупных сборных элементов заводского изготовления позволяет шире применять новые виды материалов и изделий, повысить уровень индустриализации и сократить сроки строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодников Л. Д., Некрасов К. Д. Жаростойкие бетоны в строительстве. — Бетон и железобетон, 1980, № 4.
2. Альшулер Б. А. Сборные жаростойкие железобетонные конструкции. М., Стройиздат, 1976.
3. Инструкция по применению облегченных конструкций печей нефтеперерабатывающей промышленности с использованием легкого жаростойкого бетона и теплоизоляционных материалов, ВСН 315-73, М. Минмонтажспецстрой СССР, 1974.

УДК 691.327:666.973.2:666.64-402.3:437.7:666.974.2

К. Д. НЕКРАСОВ, д-р техн. наук, проф.;
М. Г. МАСЛЕННИКОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Жаростойкий аглопоритобетон на заполнителе из отходов углеобогащения

Использование отходов добычи и обогащения углей в производстве искусственных пористых заполнителей для бетонов является одной из наиболее эффективных и крупномасштабных областей их утилизации. Особенности состава минеральной части некоторых отходов углеобогащения позволяют получать на их основе заполнители для легких жаростойких бетонов.

Эффективность организации выпуска пористых заполнителей из углеотходов обусловлена резким сокращением расхода технологического топлива благодаря использованию угля, содержащегося в исходном сырье.

Легкие жаростойкие бетоны по сравнению с облегченными жаростойкими бетонами имеют меньшую объемную массу и соответственно меньшую теплопроводность, которые снижают толщину футеровки. Это приводит к уменьшению массы ограждающих конструкций тепловых агрегатов и тем самым к экономии расхода материалов. Однако в связи с отсутствием производства пористых заполнителей с достаточно высокой огнеупорностью, температура эксплуатации легких жаростойких бетонов ограничена 1000—1100°C [1]. Огнеупорность применяемых в настоящее время пористых заполнителей, таких, как керамзит, перлит, вермикулит, не превышает 1300°C. В качестве сырья для производства огнеупорных заполнителей целесообразно использовать отходы с минимальным содержанием плавней (окислов железа, щелочных и щелочно-земельных металлов) и с повышенным содержанием окиси алюминия.

Институтом горючих ископаемых совместно с ВНИИстром разработана

технология получения пористого огнеупорного заполнителя — огнеупорного аглопорита из углистой породы разреза «Богатырь» Экибастузского бассейна и выпущено несколько опытных партий.

ВНИИЖБом* изучены свойства огнеупорного аглопорита, разработаны составы и последованы свойства легких жаростойких бетонов на его основе с использованием трех видов вяжущих, а также проведены испытания этих бетонов в промышленных условиях [2]. Большим достоинством огнеупорного аглопорита является его высокая огнеупорность (порядка 1710—1750°C). К заполнителю для жаростойких бетонов предъявляются требования высокой термической стойкости, низкого и равномерного температурного коэффициента расширения, а также достаточной прочности при наименьшей объемной массе.

Полученные данные показали, что температурные коэффициенты линейного расширения огнеупорного аглопорита весьма невысоки и составляют при повторном нагревании в интервале температур 100—1000°C — $(0,5 - 3,3) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а в интервале температур 1000—1500°C — $(3,6 - 6) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Аглопорит обладает высокой термической стойкостью. Средняя проба материала выдержала без разрушения 25 воздушных теплосмен при 800°C. При охлаждении в воде — 25-кратное нагревание выдержали 95% заполнителя. Аглопорит имеет прочность при сдвигании в цилиндре 1,4 и 2,4 МПа соответственно для фракций 10—20 и 5—10 мм, в то время как для рядового аглопоритового

щебня, получаемого из глинистых пород, эта величина находится в пределах 0,8—1,6 МПа.

Объемная насыпная масса огнеупорного аглопорита в зависимости от размера фракций составляет 600—800 кг/м³. По химическому составу заполнитель не содержит вредных примесей, вызывающих коррозию портландцементного камня и арматуры, свободных окисей кальция и магния, а также карбонатных включений, недопустимых в заполнителях для жаростойких бетонов. Установлена целесообразность использования тонкомолотого аглопорита в качестве добавки, придающей портландцементному камню жаростойкие свойства, вместо дорогостоящей шамотной добавки. В результате проведенных исследований получены составы жаростойкого аглопоритобетона объемной массой 1500—1600 кг/м³, прочностью на сжатие 35—38 МПа для составов на портландцементе и 18—25 МПа для составов на глиноземистом и высокоглиноземистом цементах. Прочность на сжатие после нагревания до 800°C и выше снижается меньше, чем для бетонов с шамотным заполнителем.

На рисунке показано, что жаростойкий аглопоритобетон независимо от вида вяжущего имеет невысокий и равномерный температурный коэффициент линейного расширения, который при повторном нагревании в интервале температур 100—900°C составляет $(2,5 - 3,5) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Этим и обуславливается высокая термическая стойкость бетона. Остаточная прочность на сжатие после 25 воздушных теплосмен при 800°C составляет 6,5—8 МПа. После 25 воздушных теплосмен составы на глиноземистом и высокоглиноземистом цементах,

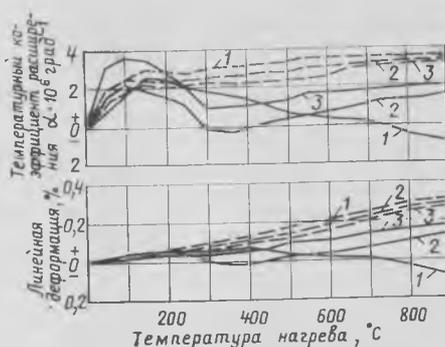
* Исследования были проведены при непосредственном участии Ф. Доната.

а также на портландцементе с тонко-молотым аглопоритом сохраняют прочность на сжатие, равную 5—8 МПа, или 45—60% прочности после первой теплосмены.

При твердении и высушивании бетона на портландцементе усадка не превышает 0,12%, а после нагревания до предельно допустимых температур службы колеблется в пределах 0,35—0,4%. Для составов на глиноземистом цементе наблюдается рост до 0,1%, что объясняется образованием CA_2 , сопровождающимся некоторым увеличением объема.

Коэффициент теплопроводности жаростойкого аглопоритобетона на трех видах вяжущих при 20°C колеблется от 0,4 до 0,5 Вт/(м·К), а при 600°C — от 0,67 до 0,69 Вт/(м·К).

Для различных составов жаростойкого аглопоритобетона были определены прочность при изгибе в нагретом состоянии, ползучесть при постоянной высокой температуре, а также модуль упругости методом резонансной частоты. Температура испытаний для аглопоритобетона на портландцементе и глиноземистом цементе составляла соответственно 1100 и 1200°C. Предел прочности при изгибе при этих температурах составляет 1,5—1,9 МПа, что значительно превосходит соответствующие показатели для жаростойкого керамзитобетона и не уступает жаростойкому бетону с шамотным заполнителем. Выдержка под нагрузкой 0,2 МПа при 1100°C в течение 24 ч показала, что ползучесть, а также скорость ползучести для жаростойкого аглопорито-



Линейные температурные деформации и температурные коэффициенты расширения жаростойкого аглопоритобетона

1—1' — на портландцементе; 2—2' — на глиноземистом; 3—3' — высокоглиноземистом цементах; — первое нагревание; - - - - - повторное нагревание

бетона на портландцементе с тонко-молотым шамотом ниже, чем для жаростойкого бетона с шамотными заполнителями.

На основании полученных данных предельно допустимой температурой службы (при одностороннем нагреве) жаростойкого аглопоритобетона следует считать 1250°C для составов на портландцементе с тонко-молотым аглопоритом или шамотом и 1300°C для составов на глиноземистом или высокоглиноземистом цементе.

Промышленное испытание жаростойкого аглопоритобетона было осуществлено в футеровке вагонеток туннельной

печи Семилукского огнеупорного завода и на заводе «Серп и молот» в перевалочной стенке отжигательной печи. Эксплуатация в условиях рабочей температуры 1200—1400°C в течение 6—7 мес. показала, что стойкость аглопоритобетона значительно превышает стойкость футеровки из шамотного кирпича.

При эксплуатации плит из жаростойкого аглопоритобетона в футеровке туннельной вагонетки в течение 6 мес. не было обнаружено признаков разрушения.

Экономический эффект при замене облегченного жаростойкого бетона с шамотным заполнителем жаростойким аглопоритобетоном только в стеновой конструкции зоны обжига туннельной печи производительностью 26 млн. шт. условного кирпича в год составляет 8,5 тыс. р.

Жаростойкий высокопрочный аглопоритобетон можно успешно применять вместо жаростойкого бетона с шамотным заполнителем в стеновых и сводчатых конструкциях туннельных печей для обжига строительной керамики, для футеровки вагонеток туннельных печей, отжигательных печей на металлопрокатных заводах и во многих других тепловых агрегатах различных отраслей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов К. Д., Масленникова М. Г. Легкие жаростойкие бетоны на пористых заполнителях. М., Стройиздат, 1981.
2. Донат Ф., Иткин Ю. В., Масленникова М. Г. и др. Термические свойства пористого заполнителя на основе Экибастузской углистой породы. — Химия твердого топлива, 1978, № 6.

где σ_3 , σ_7 — прочность бетона при изгибе соответственно после трех и семи циклов нагревания и охлаждения, МПа; $\sigma_{н0}$ — прочность бетона при изгибе после одноразового медленного нагревания и охлаждения, не вызывающих существенной деструкции бетона, МПа.

Испытание по данной методике различных жаростойких бетонов показало, что при $T_{отн} < 0,4$ термостойкость низкая, при $T_{отн} = 0,4 \dots 0,6$ — средняя, при $T_{отн} = 0,6 \dots 0,7$ — высокая, при $T_{отн} > 0,7$ — повышенная.

Структура жаростойких бетонов, представленная, как правило, цементным камнем, зернами мелкого и крупного заполнителей и многочисленными порами, не является гомогенной, поэтому при циклическом температурном воздействии в ней возникают и постепенно развиваются трещины, образование которых связано с термостойкостью бетона.

Для оценки трещинообразования образцы-кубы с ребром 7 см после твердения и сушки распиливали перпендикулярно формирующей поверхности образца. Затем половинки кубов подвергали циклическому воздействию — нагреванию до температуры 800°C и охлаждению в воде. После каждого цикла распиленную поверхность тщательно осматривали и от-

испытаний при 20%-ной потере первоначальной массы образца, что в некоторых случаях трудно обеспечить.

Для приближения условий эксперимента к фактическим и получения строгого цифрового результата предложена методика термостойкости*. Она основана на определении относительной прочности образцов-балочек при изгибе после нагревания образцов и резкого охлаждения их на металлической водоохлаждаемой плите. При этом относительную термостойкость подсчитывают по формуле

$$T_{отн} = \frac{\sqrt{\sigma_3 (\sigma_7 + 0,1)}}{\sigma_{н0}}$$

Гоберис С. Ю., Мерлинская Л. И. Новая методика определения термостойкости жаростойких бетонов. — В сб. трудов ВНИИтеплоизоляции, вып. 12. Вильнюс, 1979.

УДК 691.327:666.974.2

С. Ю. ГОБЕРИС, канд. техн. наук; Л. И. МЕРЛИНСКАЯ, инж. (ВНИИтеплоизоляция)

Работа жаростойких бетонов в условиях циклических температур

В некоторых конструкциях промышленных тепловых агрегатов жаростойкий бетон подвергается воздействию не только высокой температуры, но и резким ее периодическим изменениям. Наиболее тяжелыми условиями в этом отношении отличаются топки различных агрегатов, футеровка вагонеток туннельных печей, выдвигных подов термических и кузнечных печей и др.

Жаростойкий бетон таких сооружений должен обладать высокой термостойкостью, которую принято определять водными теплосменами по СН 156-79. Однако эта методика несовершенна, поскольку условия испытания образцов охлаждения в воде отличаются от эксплуатационных. Кроме того, она не дает объективной оценки термостойкости бетона, поскольку предусматривает завершение



Рис. 1. Футеровка вагонеток из однотипных блоков на Таурагском керамическом заводе

мечали возникшие трещины. Затем на поверхность образца накладывали кальку и фиксировали картину трещинообразования после одного-двух циклов воздействия до разрушения.

Анализом кинетики трещинообразования нескольких составов бетонов установлены характерные периоды трещинообразования (см. таблицу):

Заполнитель бетона	Число циклов до конца стадии трещинообразования				T, отн
	I	II	III	IV	
Карборунд	10	20	35	54	0,8
Бакор	1	8	20	31	0,73
Шамот	2	4	12	22	0,5
Бетонный лом	0	0	4	11	0,37
Огнеупорная термостойкая смесь	0	0	4	6	0,13

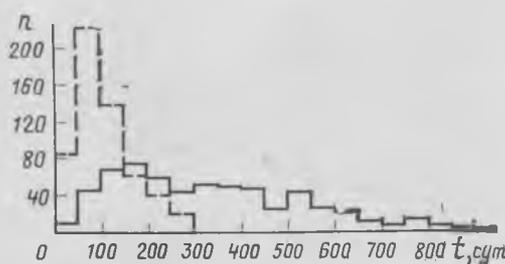


Рис. 2. Гистограммы службы угловых блоков футеровки
 — бетон на шамотных заполнителях; — — — то же, на комбинированных заполнителях

стадия без трещин присуща не всем бетонам — у некоторых уже после одного цикла в структуре появляются видимые трещины (I); появление одиночных рассредоточенных трещин (II); после некоторого числа циклов одиночные трещины на поверхности соединяют-

ся между собой, образуя разорванные или переплетающиеся сетки (III);

развившиеся трещины разделяют поверхность образца на две или больше частей (IV);

разрушение образца (V).

Как видно из таблицы, самой высокой термостойкостью отличается бетон на карборундовых заполнителях, что обусловлено слабым распространением трещин в его структуре. После первого цикла в структуре бетонов на заполнителях, состоящих из низкотермостойкой смеси, образовались сетки трещин, после 3—4 циклов поверхность образца была разделена на отдельные участки, а после 6 циклов произошло разрушение. Таким образом, анализ кинетики трещинообразования по предложенной методике позволяет судить о термостойкости изучаемых бетонов.

Дефицитность заполнителей из карбунда или бакора, а также необходимость повторного использования бывших в эксплуатации отходов футеровки из жаростойкого бетона вызвали необходимость создания оптимальных составов на комбинированных заполнителях. Разработанный состав жаростойкого бетона включает тонкомолотую шамотную добавку — 18%, феррохромовый шлак — 9%, заполнители карборундовые — 22%, шамотные — 29% и бетонные — 22%, а также жидкое стекло — 21—22% (сверх 100%). Футеровка вагонеток туннельных печей из таких бетонов уже несколько лет успешно эксплуатируется на Даугеляйском ПО строительных материалов, Таурагском керамическом заводе, Аникшийском комбинате строительных материалов (рис. 1). В результате систематизации сроков службы футеровок вагонеток установлено, что стойкость отдельных блоков неодинакова и зависит от места их расположения. Угловые блоки футеровки подвержены наибольшему воздействию термических и ударных нагрузок, поэтому проведен статистический анализ сроков службы блоков, изготовленных из бетонов на шамотных и комбинированных заполнителях (рис. 2). В результате установлено, что на шамотных заполнителях 63% блоков эксплуатировались 50—150 сут. и лишь 22% — 150—300 сут. При использовании комбинированных заполнителей оптимального состава, включающих карборунд, 66% блоков служили 150—550 сут., а 18% — более 550 сут.

Опыт работы вагонеток на предприятиях ЛитССР показал, что наиболее эффективной формой организации ремонта является создание специализированных отделений по изготовлению блоков из жаростойкого бетона. Они созданы при крупных предприятиях, имеющих более четырех туннельных печей с парком, насчитывающим сотни вагонеток. Технологическая схема приготовления комбинированных заполнителей и блоков жаростойкого бетона позволяет перерабатывать как вновь поступившее сырье, так и бывшие в употреблении блоки футеровки, и получать комбинированные заполнители требуемой granulometriи и состава (рис. 3).

В настоящее время на предприятиях Минстройматериалов ЛитССР жаростойкими бетонами на жидком стекле зафутеровано около 2200 вагонеток, что обеспечило получение годового экономического эффекта свыше 0,5 млн. р.

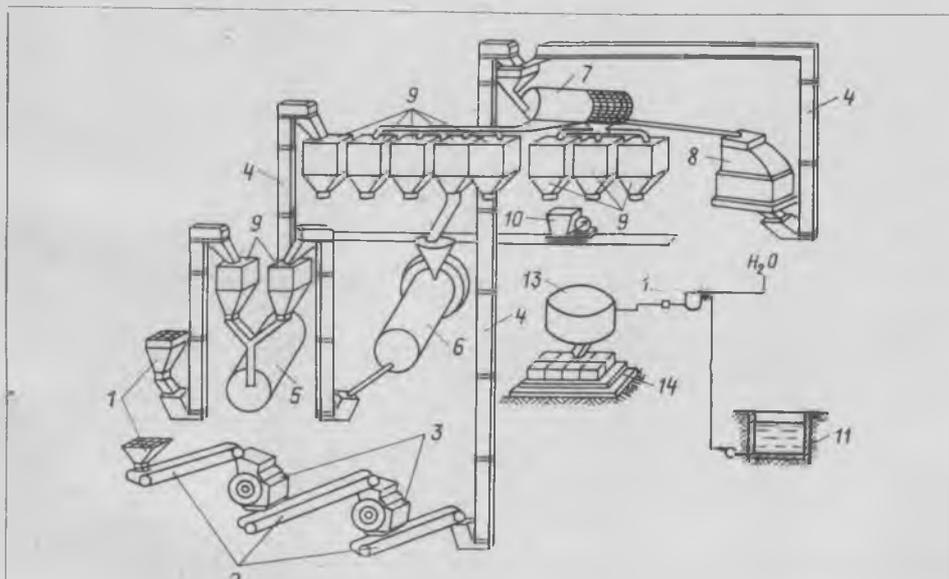


Рис. 3. Технологическая схема приготовления комбинированных заполнителей и блоков жаростойкого бетона

1 — приемный бункер; 2 — транспортер; 3 — дробилка щековая; 4 — элеватор; 5 — шаровая мельница; 6 — барабанное сушило; 7 — сито бурат; 8 — роторная дробилка; 9 — расходный бункер; 10 — весовая тележка; 11 — резервуар жидкого стекла; 12 — смесительный бак; 13 — бетоносмеситель; 14 — вибростол

Использование металлургических шлаков для жаростойких бетонов

Металлургические шлаки — доменные, сталеплавильные и шлаки ферросплавного производства являются ценным сырьем для получения строительных материалов, в том числе заполнителей бетонов.

На ряде металлургических заводов, например на жаповском заводе «Азовсталь», перерабатывается 100% доменного шлака. Выпуск заполнителей для бетона в 1980 г. составил 1 млн. 135,7 тыс. м³ шлаковой пемзы, 683,7 тыс. м³ шлакового щебня. Пемзу получают при охлаждении водой расплавленных металлургических шлаков, а щебень — из корок и ковшовых остатков (скорловни). После охлаждения материалы дробят и рассеивают на фракции.

В Донецком Промстройиниипроекте разработаны и исследованы различные виды жаростойких бетонов на заполнителях из металлургических шлаков. Для несущих элементов конструкций применяют облегченные жаростойкие бетоны с крупным заполнителем из шлаковой пемзы и мелким заполнителем из шлакопемзового песка, с крупным заполнителем из шлакового щебня и мелким заполнителем из отсевов шлакового щебня. Для теплоизоляционных многослойных конструкций используют легкий жаростойкий бетон с крупным заполнителем из шлаковой пемзы и мелким заполнителем из вспученного перлита в смеси с коротковолокнистым хризотил-асбестом. Выпускаемая заводом «Азовсталь» шлаковая пемза фракции 5—20 мм имеет насыщенную объемную массу до 800 кг/м³, шлаковый щебень этой же фракции получают более плотной структуры, его насыпная объемная масса составляет 1000—1100 кг/м³. Предел прочности при сдвигании в цилиндре соответственно 1,7—2 и 3—3,5 МПа.

Предварительно были исследованы температурные деформации шлаковой пемзы и шлакового щебня под нагрузкой 0,2 МПа. Начало размягчения и 40%-ная деформация происходят при температурах 1220—1240°C.

В качестве вяжущего применяли шлакопортландцемент. При его использовании в состав жаростойкого бетона не требуется вводить тонкомолотую добавку, так как он содержит до 60% тонкомолотого гранулированного шлака. Наличие шлакопортландцемента и шлаковых заполнителей в жаростойком бетоне позволяет приблизить коэффициент термического расширения заполнителей и тем самым уменьшить внутренние напряжения при нагревании конструкций.

По методике СН 156-79 была разработана серия составов бетона марки по прочности от М200 до М400. Оптимальные составы облегченных жаростойких бетонов различных марок представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ состава	Марка бетона	Объемная масса, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				вода
			шлакопортландцемент марки 300	крупный заполнитель фракции 5—20 мм	мелкий заполнитель фракции 0—5 мм		
<i>На шлаковой пемзе и шлакопемзовом песке</i>							
1	M200	1760	350	612	612	245	
2	M300	1810	380	630	630	250	
3	M100	1830	510	600	600	251	
<i>На шлаковом щебне и отсевах шлакового щебня</i>							
4	M200	1900	340	828	600	240	
5	M300	1940	460	800	570	245	
6	M400	1960	530	781	555	248	

При разработке составов было изучено влияние расхода перлита, содержания асбеста, расхода цемента, воды, а также вида цемента на объемную массу бетона, прочность при сжатии, остаточную прочность после нагрева до 700°C и усадку после сушки и нагрева до 700°C.

Для приготовления смеси использовали вспученный перлит Белонтерковского завода объемной массой 72 кг/м³, коротковолокнистый хризотил-асбест VII сорта, шлаковую пемзу фракции 5—10 мм. В качестве вяжущего были применены шлакопортландцемент марки 300, портландцемент с минеральной добавкой марки 400 и пластифицированный портландцемент марки 500.

Расход перлита на 1 м³ бетонной смеси составлял от 30 до 100 кг, соотношение перлит:асбест от 100:0 до 28:72, расход цемента на 1 м³ от 200 до 360 кг. Были получены составы легкого жаростойкого бетона объемной массой от 1000 до 1200 кг/м³ (табл. 2).

Замена шлакопортландцемента марки 300 портландцементом марок 400 и 500 позволила повысить прочность бетона до 8—9 МПа при той же объемной массе.

Снижение прочности легкого жаростойкого бетона на указанных видах портландцемента при нагревании до 700°C находится в тех же пределах, что и бетона

на шлакопортландцементе, что позволило сделать вывод о достаточном связывании свободной CaO тонкомолотыми частицами, содержащимися в перлите и асбесте.

Были исследованы основные физико-механические свойства облегченного и легкого жаростойкого бетонов на заполнителях из доменных шлаков. Предел прочности облегченного бетона после пропаривания, сушки до постоянной массы при 110°C, а также нагревания до 200, 400, 600, 700 и 800°C определяли на образцах-кубах с ребром 10 см. Образцы легкого бетона нагревали до температуры 200, 400, 500, 600 и 700°C. Одновременно на тех же образцах определяли усадку при замере образцов с помощью микрометра в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 1).

Характер изменения прочности облегченного жаростойкого бетона на шлаковой пемзе и шлаковом щебне одинаков во всем интервале температур. Резкое

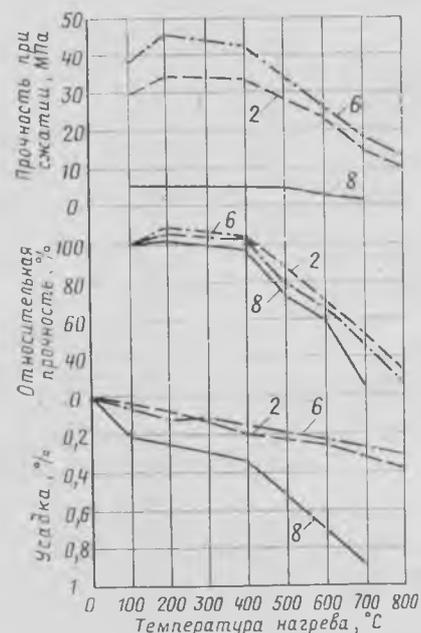


Рис. 1. Прочность и усадка бетонов в зависимости от температуры нагрева (2, 6, 8 — номера составов бетона по табл. 1, 2)

Таблица 2

№ состава	Предел прочности при сжатии, МПа	Объемная масса, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				
			шлакопортландцемент марки 300	шлаковая пемза фракции 5—10 мм	перлит	асбест	вода
7	2,5	1010	207	620	31	62	517
8	4	1080	246	720	24	48	455
9	7,6	1195	354	705	21	42	460

снижение прочности (до 22—27%) наблюдается при нагревании до 800°C. При этой же температуре происходит и значительное увеличение усадки бетона обоих видов. Прочность легкого жаростойкого бетона почти не снижается при нагревании до 500°C, усадка в этом интервале температур также незначительная, что можно объяснить наличием жесткого скелета из зерен шлаковой пемзы, который воспринимает внутренние усилия, возникающие в процессе нагревания бетона.

Термическую стойкость различных видов бетона определяли по стандартной методике. Образцы облегченного бетона испытывали охлаждая в воде, а легкого бетона — охлаждая струей воздуха (табл. 3).

Таблица 3

№ составов по табл. 1 и 2	Количество теплосмен			
	при 700°C в воде	при 800°C в воде	при 500°C на воздухе	при 800°C на воздухе
2	20	6	—	—
6	16	4	—	—
8	—	—	40	24

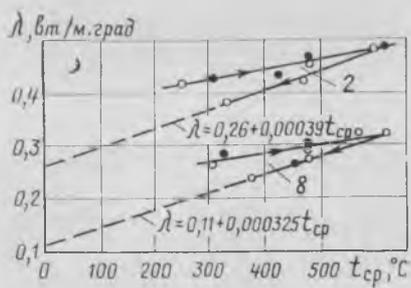


Рис. 2. Коэффициент теплопроводности бетонов (2, 8 — номера составов бетона по табл. 1, 2)

Теплопроводность бетонов определяли методом стационарного теплового потока (рис. 2).

Призмную прочность и деформационные свойства определяли на призмах из облегченного жаростойкого бетона на шлаковой пемзе и легкого бетона при 20, 100, 500 и 700°C. Размер образцов — 100×100×400 мм. Испытание проводили в нагретом состоянии с разгрузкой по методике НИИЖБ.

Исследования показали, что облегченный жаростойкий бетон на шлаковой

пемзе имеет начальный модуль упругости в пределах $210 \cdot 10^2$ — $220 \cdot 10^2$ МПа, по мере нагревания до температуры 500 и 700°C он снижается до $120 \cdot 10^2$ — $80 \cdot 10^2$ МПа. Коэффициент β_6 при температурах 500 и 700°C составляет 0,57 и 0,36, а коэффициент \bar{U} — 0,55 и 0,21 соответственно. Легкий жаростойкий бетон при 20°C имеет модуль упругости $42 \cdot 10^2$ МПа, при 500°C — $14 \cdot 10^2$ МПа, при нагревании до 700°C резко снижается до $5 \cdot 10^2$ — $70 \cdot 10^2$ МПа.

Облегченные жаростойкие бетоны с заполнителями из доменных шлаков рекомендуются для применения в несущих конструкциях однослойных и двухслойных элементов подземных газоходов с температурой до 700°C. Легкие жаростойкие бетоны можно использовать в качестве теплоизоляционного слоя двухслойных элементов подземных газоходов и в других конструкциях при температурах до 600°C.

Экономическая эффективность при замене конструкций подземных газоходов из огнеупорной кладки блоками из жаростойкого бетона с заполнителями из доменных шлаков составляет 16,8 р. на 1 м³, трудозатраты снижаются до 2,1 чел.-дня.

УДК 691.327:666.974.2

А. Н. АБЫЗОВ, Л. А. КИРЬЯНОВА, кандидаты техн. наук (Уралнистромпроект)

Легкие ячеистые и поризованные жаростойкие бетоны на фосфатном вяжущем

Кроме легких жаростойких бетонов на пористых заполнителях, при строительстве и ремонте тепловых агрегатов, эксплуатируемых при температурах 1100—1500°C, используются ячеистые и поризованные жаростойкие бетоны на основе глиноземистого и высокоглиноземистого цемента, жидкого стекла и фосфатного связующего [1]. Наиболее высокой жаростойкостью обладают ячеистые бетоны на связующем алюмофосфатного или алюмохромофосфатного состава, однако получение их связано со значительными трудностями из-за сложности поризации и необходимости применения высокотемпературной термообработки при твердении [2].

В Уралнистромпроекте разработана новая технология производства ячеистых фосфатных жаростойких бетонов. При этом в качестве связующего в бетонах используется композиция, состоящая из алюминиевой пудры и алюмофосфатного связующего [3]. При определенном количественном и качественном соотношении реакция между алюминиевой пудрой и связующим протекает с большим газо- и тепловыделением, что обеспечива-

ет поризацию и твердение цементного камня в течение нескольких минут. Скорость начала интенсивного взаимодействия связующего с пудрой и температуру максимального разогрева смеси можно в достаточной степени регулировать степенью замещения фосфатного связующего и количеством вводимой в смесь алюминиевой пудры (рис. 1).

Алюмофосфатное связующее с требуемой степенью замещения получают при нейтрализации 60—70%-ной ортофосфорной кислоты гидратом окиси глинозема. С целью экономии до 50% алюминиевой пудры марок ПАП-1, ПАП-2 по ГОСТ 5494—71 ее можно заменять отвальными алюминиевыми шлаками фракции до 0,14 мм [4].

Рис. 1. Максимальная температура (а) и время начала интенсивного взаимодействия (б) алюмофосфатного связующего и ортофосфорной кислоты с алюминиевой пудрой
1 — 60%-ная P_2O_5 ; степень замещения связующего: 0,25 (2); 0,5 (3); 0,75 (4); 1 (5); 1,25 (6)

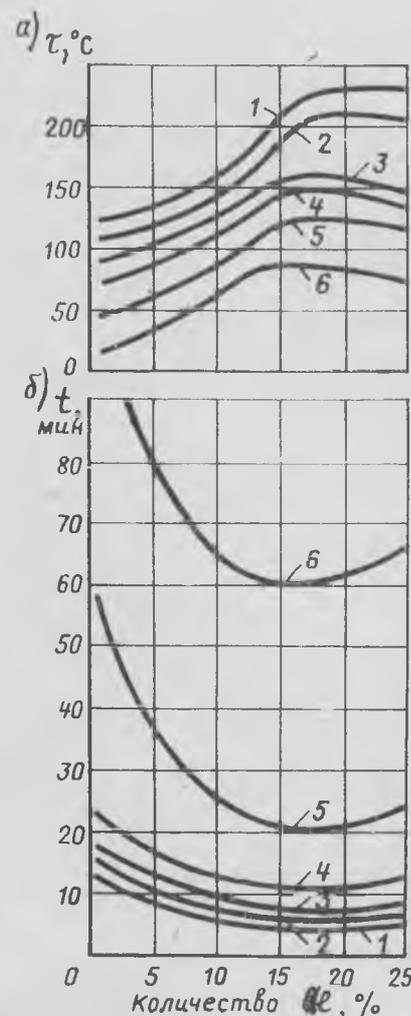




Рис. 2. Блоки из ячеистого фосфатного жаростойкого бетона ($\gamma=600 \text{ кг/м}^3$) для изоляции стекловаренных печей

Физико-химическими исследованиями установлено, что основными составляющими затвердевшего вяжущего являются аморфные гидрофосфаты алюминия и свободный металлический алюминий. При нагревании до температуры 1300°C происходит обезвоживание, перекристаллизация алюмофосфатов, окисление алюминия с образованием высокоогнеупорных соединений AlPO_4 в кристаллитовой форме и корунда.

При разработке ячеистых и поризованных фосфатных жаростойких бетонов в качестве тонкомолотых добавок использовали шамот, отработанный катализатор производства синтетического каучука ИМ-2201, белый электрокорунд № 6, заполнителями служили шамот фракции 0—5 и 2,5—5 мм и белый электрокорунд № 50. Корунд соответствовал требованиям ГОСТ 3647—71, тонкомолотый ша-

мот — ГОСТ 20956—75, шамотный заполнитель ГОСТ 20955—75, а отработанный катализатор — СН 156-79.

При подборе составов ячеистых бетонов исходили из условия получения материала, затвердевающего в течение 10—30 мин без применения термообработки обладающего минимальной плотностью при максимальной начальной прочности, термической стойкости и температуре деформации под нагрузкой. В качестве основных параметров, влияющих на указанные свойства, выбрали степень замещения и расход связующего, вид и дисперсность тонкомолотой добавки, соотношение в смеси исходных компонентов, а в поризованных бетонах, кроме того, — вид, гранулометрию и расход заполнителей.

В результате исследований установлено, что для получения ячеистых бетонов на основе шамота плотностью 400—

900 кг/м^3 дисперсность его должна быть не менее $2000 \text{ см}^2/\text{г}$. Минимальное количество алюминия, обеспечивающее твердение бетона, составляет 2% массы тонкомолотой добавки. Степень замещения связующего равна 0,25—0,5. Замена 20—40% тонкомолотого шамота отработанным катализатором ИМ-2201 (по массе) повышает объемную массу бетонов, что увеличивает огнеупорность и температуру применения [5]. На основе корунда № 6 разработан ячеистый бетон плотностью 630 кг/м^3 .

Введение в смеси, используемые для получения ячеистых бетонов, шамотного заполнителя фракций 0—5 и 2,5—5 мм в количестве до 80% (по объему), корундового до 60% (по массе) позволило получить поризованные бетоны плотностью $800—1000 \text{ кг/м}^3$, термическая стойкость которых в 2,5 раза выше, чем ячеистых. Для бетонов оптимального состава по стандартной методике исследовали физико-механические свойства (см. таблицу).

Технология производства ячеистых и поризованных бетонов предусматривает приготовление однородной смеси с последующей укладкой ее в форму, причем каждый последующий слой (5—10 мм) наносят при вспучивании предыдущего. После заполнения формы или опалубки и остывания изделия до температуры $40—60^\circ\text{C}$ производят распалубку и установку в футеровку агрегата.

Кроме того, разработаны составы бетонов, из которых можно изготавливать изделия в металлических формах с крышками по режимам, рекомендованным СН 156-79. При этом получены шамотные и корундовые бетоны плотностью до $1760—1780 \text{ кг/м}^3$, твердеющие без термообработки.

Предложенные бетоны прошли промышленную проверку в качестве, изоляции стекловаренных печей на Дятьковском хрустальном и Анжеро-Судженском стекольном заводах (рис. 2), съемных панелей, печей для обжига кирпича, агрегатов черной и цветной металлургии. Максимальная температура применения бетонов составила $1100—1600^\circ\text{C}$. Испытаниями установлена их более высокая стойкость по сравнению со штучными огнеупорами.

Годовой экономический эффект от внедрения ячеистых и поризованных фосфатных бетонов составляет $64—150 \text{ р/м}^3$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов К. Д. Новое в теории и практике жаростойких бетонов. — Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева, 1975, № 32 (20).
2. Будников П. П., Хорошавин Л. Б. Огнеупорные бетоны на фосфатных связках. М., Металлургия, 1971.
3. Жаростойкие теплоизоляционные бетоны фосфатного твердения. А. И. Абызов, А. Н. Чернов, Р. Я. Ахтимов, А. Г. Иванов. — В кн.: Строительные материалы на основе вермикулита, шлаков и зол. Челябинск, Уралнистромпроект, 1974.
4. Гришин Б. В. Газообразователь из промышленных отходов. Бетон и железобетон. 1975, № 5.
5. Рояк С. М., Климентьева В. С., Кабанцева В. С. Огнеупорные растворы на алюмохромфосфатном вяжущем. — Известия вузов. Строительство и архитектура, 1975, № 8.

Бетон	$\gamma, \text{ кг/м}^3$	$R_{сж}, \text{ МПа}$	$R_{авт}, \%$	$R_{пред}, \text{ МПа}$	$\epsilon, \%$	$R_{тс.возд}$	$\lambda_{200}, \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$	$t_{пред}, ^\circ\text{C}$
Ячеистый шамотный	400 900	1,3; 4,7* 2,5; 8,5	110 120	3,2 8,4	—0,4 0,55	10 18	0,09 0,21	1350 1400
То же, с отработанным катализатором	780 1000	2,3; 4,9 4,5; 6,2	80 106	4,7 6,5	—0,25 0,5	12 20	0,19 0,25	1450
Поризованный шамотный	800 1000	1,9; 3,2 3; 5,2	75 120	1,9 6,2	—0,2 0,8	30 125	0,15 0,25	1350 1500
Ячеистый корундовый	650	2,2 2,6	100	2	—0,7	12	0,23	1500
Поризованный корундовый	830	3,7 3,2	100	3,1	—0,8	30	0,3	1600

* Над чертой — после затвердевания; под чертой — после высушивания.

Готовые сухие смеси для жаростойких бетонов

Жаростойкие бетоны отличаются от обычных не только числом компонентов, но и более высокими требованиями, предъявляемыми к составляющим по чистоте и химическому составу.

При попадании в бетонную смесь инородных материалов, например известняка, кварца, динаса и других примесей, в процессе нагревания или после нагревания до высоких температур изделия или конструкции из жаростойких бетонов или железобетона полностью разрушаются. Качество жаростойких бетонов зависит в первую очередь от качества исходных материалов для их приготовления.

Опыт приготовления жаростойких бетонов для монолитных и сборных конструкций показал, что наиболее целесообразно использовать готовые сухие смеси, которые обеспечивают чистоту исходных материалов и точность их дозирования. Кроме того, строительным организациям, выполняющим футеровочные работы, выгоднее получать готовые сухие смеси со специального предприятия, чем заказывать исходные материалы со многих производителей и организовывать их раздельное хранение.

Положительный опыт изготовления и применения сухих бетонных смесей для жаростойких бетонов имеется за рубежом. Например, фирма «Плибрик» выпускает сухие смеси, упакованные по 50 кг в полиэтиленовые или крафт-мешки. Их экспортируют во многие страны, в том числе и в Советский Союз. Однако в состав смесей входят только дорогостоящие вяжущие — высокоглиноземистый цемент или ортофосфорная кислота.

В Советском Союзе разработаны и применяются жаростойкие бетоны на основе портландцемента с шамотным заполнителем и с заполнителем из смеси керамики и вермикулита. Эти бетоны имеют невысокую стоимость, обладают удовлетворительными физико-механическими свойствами; предельно допустимая температура их применения составляет 1200 и 1000°C соответственно. Именно для этих бетонов намечается в первую очередь организовать производство сухих смесей.

Выполненными ранее исследованиями [1] установлено, что для изготовления сухих бетонных смесей можно применять любые портландцементы с активностью более 40 МПа, наиболее оптимальны алитовые высокоактивные портландцементы [2]. Так как портландцемент является широко распространенным материалом в нашей стране, целесообразно выпускать сухую смесь для приготовления жаростойких бетонов на основе портландцемента, состоящую из мелкого и крупного заполнителей и тонкомолотой добавки, упакованной в крафт-мешки. На мешке

должно быть указано количество портландцемента, которое необходимо добавить для получения жаростойкого бетона с заданными свойствами, и приведены также ожидаемые контрольные прочностные бетоны в зависимости от активности используемого портландцемента и расхода воды. Для футеровок с небольшим объемом работ следует применять сухие бетонные смеси, включающие цемент, тонкомолотую добавку, мелкий и крупный заполнители.

Предварительные исследования показали, что влажность заполнителя при затаривании не должна превышать 3% по массе. Отмеренное количество портландцемента следует помещать в полиэтиленовый мешок, который упаковывают вместе с инертными составляющими в крафт-мешок. Срок хранения такой смеси лимитируется сроком хранения портландцемента.

В настоящее время разрабатывают оптимальные составы сухих бетонных смесей с использованием шамотных заполнителей и добавок, получаемых дроблением и помолом огнеупорных изделий, бывших в эксплуатации. Выпуск этих заполнителей и добавок организован на предприятиях Союзглавогнеупорснабсбыта Госнаба СССР. Использование выпускаемых промышленностью материалов для изготовления сухих бетонных смесей обеспечит более быстрое их внедрение.

В качестве тонкомолотых добавок для сухих бетонных смесей на основе портландцемента целесообразно применять не только шамот, но и золу-унос и глиноземистый цемент. Указанные добавки являются активными, взаимодействуют с составляющими портландцемента при твердении и нагревании, обеспечивают устойчивость структуры жаростойкого бетона после воздействия температуры до 1200°C.

Жаростойкие бетоны на основе алуминатных цементов (глиноземистого и высокоглиноземистого) более огнеупорны по сравнению с бетоном на портландцементе, их можно применять при температуре 1300—1800°C соответственно. К исходным материалам для таких бетонов предъявляются еще более высокие требования по их чистоте и химическому составу. Целесообразно, чтобы сухие смеси наряду с заполнителями содержали и вяжущее, производство которых в СССР ограничено; глиноземистый цемент выпускается только Папийским заводом, высокоглиноземистый — Снегглазовским и Дорогобужским заводами. При хранении смесей необходимо учитывать, что алуминатные цементы быстро теряют ак-

тивность (через 1—3 мес.). В связи с этим цементы необходимо содержать отдельно от заполнителя в герметично упакованных полиэтиленовых мешках.

Промышленное производство сухих бетонных смесей на основе высокоглиноземистого цемента освоено на Боровичском комбинате огнеупоров. В состав сухой смеси входят высокоглиноземистый цемент и белый электрокорунд. По техническим условиям достаточно добавить 10% воды от массы сухой смеси, чтобы получить жаростойкую бетонную смесь требуемой консистенции, которую успешно применяют на отдельных металлургических заводах. Однако при длительном хранении смеси активность вяжущего снижается, поэтому гарантируемый срок хранения не превышает 3 мес.

В дальнейшем намечают научно-исследовательские работы по обеспечению более длительного срока хранения выпускаемых сухих бетонных смесей на основе алуминатных цементов, а также разработку и организацию выпуска новых составов сухих бетонных смесей.

Большое распространение для строительства различных тепловых агрегатов находят жаростойкие бетоны повышенной термической стойкости на жидком стекле. Такие бетоны широко применяют для футеровки вагонеток туннельных печей, работающих при резкой смене температуры, в результате чего футеровка быстро разрушается.

Для своевременного обеспечения ремонтных работ предприятию необходимо постоянно иметь материалы для приготовления жаростойких бетонов. Для этого разработана технологическая схема централизованного изготовления сухих смесей для жаростойких бетонов на жидком стекле, осуществленная на Даугепийском производственном объединении строительных материалов Минстройматериалов ЛитССР. Предприятия республики получают сухие смеси в контейнерах и жидкое стекло в бочках. В состав сухой смеси входят: феррохромовый шлак — 1%; тонкомолотый шамот — 22%, шамотный песок — 34%, шамотный щебень — 40%. На основе этой смеси получают бетон с максимально допустимой температурой применения до 1100°C, прочностью на сжатие 25 МПа и объемной массой 2000 кг/м³. Организовано также производство сухих бетонных смесей на основе жидкого стекла с заполнителями из шамота и карборунда для получения бетона с более высокой термостойкостью.

Экономический эффект от применения готовых бетонных смесей для жаростойкого бетона складывается из обеспечения высокого качества жаростойкого бетона; уменьшения потерь исходных материалов на 10%; увеличения долговечности конструкций из жаростойкого бетона на 20%; отсутствия необходимости подбора состава жаростойкого бетона и определения его технических характеристик на месте производства. При использовании сухих бетонных смесей в количестве 15 тыс. м³ экономический эффект составляет 720 тыс. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов К. Д. Жароупорный бетон. М., Промстройиздат, 1957.
2. Мельников Ф. И., Жданова Н. П. Жаростойкие бетоны на быстротвердеющих цементах. — Бетон и железобетон, 1972, № 2

Победители Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства

Эффективные конструкции — по прогрессивной технологии

Активно участвуя во Всесоюзном общественном смотре-конкурсе на лучшее качество строительства в десятой пятилетке, проводившемся в 1980 г., коллектив производственного объединения «Сумжелезобетон» республиканского промышленного объединения «Укрпромжелезобетон» Минпромстроя Украинской ССР провел большую работу по выпуску эффективных конструкций, улучшению качества выпускаемой продукции, повышению культуры производства.

ПО «Сумжелезобетон» выпустило в 1980 г. 186 585 м³ сборных железобетонных конструкций при плане 184 920 м³, дав при этом фактическую прибыль в объеме 1047 тыс. р. при плане 905 тыс. р. Продукции с государственным Знаком качества изготовлено на сумму 85 тыс. р. (1822 м³), что обеспечило народнохозяйственный эффект в размере 30 тыс. р. Продукции первой категории качества выпущено на сумму 7197 тыс. р. (156 000 м³), с первого предъявления сдано около 181 тыс. м³ железобетонных изделий и конструкций. Рационализаторами объединения внесено 31 предложение, из которых 26 внедрено с предполагаемым экономическим эффектом в размере 35 тыс. р.

За период проведения смотра-конкурса в объединении успешно переаттестованы на высшую категорию качества стеновые панели марок Н60-12, Н60-15, Н60-18 серии ИИ 04-5. Вся основная продукция, выпускаемая предприятиями объединения, аттестована по первой категории качества.

В минувшем году расширен выпуск эффективных крупногабаритных железобетонных конструкций. На строительные объекты области и республики отправлены плиты покрытий размерами 3×18 и 3×12 м, многопустотные плиты перекрытий размером 6×2,4 м, стеновые панели (серии ИИ-04) полной заводской готовности, безнапорные трубы диаметром 2 м и др. Экономический эффект от внедрения новой техники составляет 80 тыс. р.

Для снижения массы покрытий, уменьшения расхода материалов и трудоемкости монтажа разработаны и применяются в условиях г. Сумы плиты размером 3×18 м. Об их эффективности свидетельствуют следующие данные. При применении укрупненных плит в сравнении с типовым решением в бесфонарных зданиях расход бетона снижается на 23%, сталл — на 23%, трудоемкость монтажа — на 34%, стоимость в деле — на 15%. Дальнейшее повышение экономичности зданий с плитами «на пролет» связано с освоением плит размерами 3×18 и 3×24 м

из легких бетонов. В 1980 г. плита размером 3×18 м из легкого бетона экспонировалась на ВДНХ СССР.

В объединении проводилась работа по внедрению прогрессивной техники, в том числе вибрационной. В настоящее время здесь успешно используются виброплощадки ударного действия конструкции ВНИИстройдормаша (прототип виброплощадки СМЖ-538). Применение прогрессивной вибротехники обеспечило качественное уплотнение жестких бетонных смесей, привело к снижению уровня шума. При этом поверхность изделий получается готовой под окраску.

Выпуску продукции высокого качества способствовало дальнейшее внедрение комплексной системы управления качеством продукции (КС УКП). Внедрение стандарта предприятия «КС УКП. Оценка, материальное и моральное стимулирование качества труда рабочих», который устанавливает полную ответственность исполнителей за качество продукции, привело к снижению уровня брака на 20% по сравнению с этой цифрой за 1979 г., а также исключило случаи поступления рекламаций от потребителей продукции. Применение системы бездефектного изготовления продукции (БИП) позволило улучшить качество выполняемых работ на всех участках технологического процесса, благодаря чему 97% продукции было сдано с первого предъявления.

В результате внедрения рационализаторских предложений получена экономия черных металлов в количестве 58 т, электроэнергии — 45 тыс. кВт·ч, тепловой энергии — 4549 Гкал, лесоматериалов — 244 м³. Внедрен ряд рационализаторских предложений, направленных на повышение качества продукции. Лучшими являются предложения авторов Н. Я. Житняка и Г. Ф. Лепия; А. Я. Городового; Н. П. Крамаренко; И. Г. Львовского; Б. А. Твердохлеба и Г. А. Цапка. Внедрение этих предложений позволило улучшить заводскую готовность изделий, исключить случаи повреждения конструкций при транспортировании.

Общественными организациями объединения проведен ряд мероприятий по пропаганде смотра-конкурса, повышению технического уровня и культуры производства, улучшению качества продукции. Эти вопросы освещались в стенной печати, радиогазетах. Особое внимание уделялось наглядной агитации. В заводоуправлениях и основных цехах были организованы уголки качества, стенды технической информации. При подведении итогов социалистического соревнования качество

продукции учитывалось как один из основных показателей производственной деятельности.

По итогам Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства в десятой пятилетке, проведенного в 1980 г., производственное объединение «Сумжелезобетон» республиканского промышленного объединения «Укрпромжелезобетон» Минпромстроя Украинской ССР удостоено диплома I степени с выдачей денежной премии.

Электрообогрев бетона при замоноличивании стыков

Трестом Мосоргпромстрой разработана технология электрообогрева стыков с помощью проволочных электронагревателей, которые обеспечивают достижение бетоном марочной прочности. Конструкция электронагревателя проста и состоит из стальной проволоки, намотанной на асбестоцементный лист, и электроизоляции, осуществляемой стеклотканью на жидком стекле.

При электрообогреве стыков плит перекрытия электронагреватели укладываются поверх стыка, который обогревается путем теплопередачи от горячего утепленного электронагревателя. При толщине плиты перекрытия до 300 мм в случае применения деревянной опалубки из досок толщиной не менее 40 мм низ стыка может не обогреваться. При толщине стыка более 300 мм необходимо его прогревать с обеих сторон поверхности. Такой комбинированный метод электрообогрева стыка толщиной 500 мм был внедрен при сборке железобетонных конструкций универсального спортивного зала «Дружба». Верхняя поверхность стыка обогревалась проволочными электронагревателями, а нижняя сужающаяся — стержневыми.

В СУ-21 треста Мосстрой № 4 было изготовлено 100 проволочных электронагревателей, что позволило вести электрообогрев конструкций стыков складчатого устоя сооружения (80 пог. м стыка). К концу электрообогрева прочность бетона достигла проектной — 75% марочной.

Экономическая эффективность от внедрения электронагревателей ориентировочно составила 2р. 38к. на 1 пог. м стыка.

С запросами обращаться по адресу: 125040, Москва, Ленинградский просп., 26, трест Мосоргпромстрой.

УДК 693.546.5

Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук (НИИЖБ), В. Г. ЗАЗИМКО, Ю. Л. ЗАЯЦ,
А. Н. ПШИНЬКО, кандидаты техн. наук
(Днепропетровский ин-т инженеров транспорта)

Ударно-вибрационная технология изготовления сборного железобетона

В настоящее время в промышленности сборного железобетона широко используется вибрация частотой 50 Гц или 3000 колебаний в минуту. Многие исследователи считают, что для повышения интенсивности уплотнения следует использовать более высокий диапазон частот порядка 100—200 Гц. Однако средне- и высокочастотные режимы колебаний имеют существенные недостатки. Прежде всего это интенсивное затухание колебаний при удалении от источника вибрации на 30—40 см, что приводит к высокой неоднородности уплотнения бетонной смеси. Кроме того, при таком режиме работы виброоборудования возникает высокий уровень шума и для его уменьшения применяются громоздкие средства защиты. В связи с этим в последние годы получили распространение различные низкочастотные ударные и ударно-вибрационные установки [1, 2].

Ударно-вибрационную технологию уплотнения бетонной смеси широко применяют на заводах сборного железобетона Украины и Москвы. В настоящее время созданы низкочастотные асимметричные площадки грузоподъемностью 5, 8, 15, 20 т [3].

Принципиальная схема виброплощадки показана на рис. 1. Асимметричные виброплощадки представляют собой колебательные системы, в которых массами являются рабочий орган и уравновешивающая рама. Между ними расположены предварительно поджатые резиновые амортизаторы и установленные с зазором резиновые буфера, которые соударяются только при встречном движении масс. При движении рабочего органа вверх и вниз возникают различные ускорения, вследствие чего реализуется асимметричный цикл колебаний. Для возбуж-

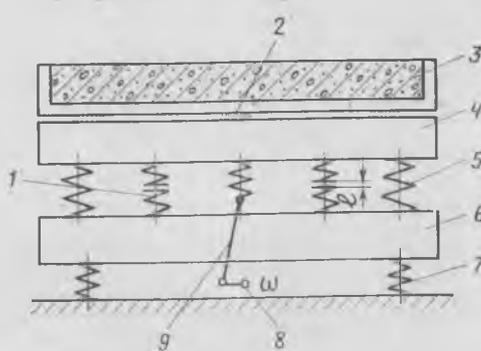


Рис. 1. Принципиальная схема резонансной низкочастотной виброплощадки

1 — буфера; 2 — электромагниты; 3 — формы; 4 — рабочий орган; 5 — амортизаторы; 6 — уравновешивающая рама; 7 — амортизаторы; 8 — эксцентриковый привод; 9 — шатун

дения колебаний применен эксцентриковый привод с упругим шатуном, который сообщает массам возвратно-поступательные колебания. Уравновешивающая рама выполняет функцию виброизолированного фундамента и установлена на резиновые амортизаторы, жесткость которых из условий прочности выбрана минимально возможной. Формы крепятся к рабочему органу серийными электромагнитами.

Параметры системы подбираются так, чтобы частота возмущающей силы, создаваемая приводом, была близка к собственной частоте. Конструкция машины предусматривает изменение скорости вращения ведущего вала, зазоров между буферами, что позволяет устанавливать величины и соотношения ускорений рабочего органа при движении вверх и вниз в зависимости от особенностей составов бетонной смеси

для каждой из технологических линий.

Сравнение низкочастотных ударно-вибрационных и среднечастотных режимов выполняли на стенде ВЭДС-100Б с частотой колебаний в пределах от 5 до 5000 Гц. На стенде установлено специальное буферное устройство, которое в зависимости от условий соударения с вибростолом стенда изменяло величину асимметрии. Низкочастотную вибрацию осуществляли с ускорением вверх до 30 м/с² и вниз до 100 м/с² с частотой 10—20 Гц. При среднечастотной вибрации применяли ускорение 35—40 м/с² и частоту 50 Гц. В этих условиях использовали постоянную возмущающую силу, т. е. количество подводимой энергии было постоянным.

При асимметричных режимах верхнее ускорение вибрации (площадка находится в верхней точке) и нижнее площадку находится в нижней точке после соударения с буферным элементом) имеют различные значения. Верхнее ускорение при испытании принято равным 17 м/с², нижнее — 50 м/с².

Качество уплотнения тяжелых бетонов для средне- и низкочастотных режимов вибрации сравнивали на бетонных смесях различной жесткости с изменением V/C от 0,4 до 0,52. В качестве вяжущего использовали цемент Балаклейского завода марки М400 с расходом 300—400 кг/м³. Для получения песка с модулем крупности от 1,42 до 2,84 применяли смесь песков Днепропетровского и Проснянского карьероуправлений. Соотношение песка в смеси заполнителей находилось в пределах 0,3—0,4. В составах применяли гранитный щебень Новопавлеевского карьера фракции 5—10 мм. Прочность в возрасте 7 сут определяли на образцах с размером ребра 10 см. Из анализа результатов исследований (табл. 1) видно, что прочность бетона, уплотненного при ударно-вибрационных режимах, на 7—13% выше по сравнению со среднечастотными режимами, особенно при низких расходах цемента.

Процесс уплотнения бетонной смеси можно условно разделить на две стадии. На первой — происходит интенсивное сближение частиц и быстрое удаление воздуха, находящегося между ними в незащемленном состоянии. Вторая стадия характеризуется удалением защемленного воздуха. Процесс уплотнения бетонной смеси на первой стадии, которая в значительной мере характеризует дальнейшее течение процесса, рассмотрен при воздействии различных частот. Эксперименты выполняли в форме размером 10×10×30 см

Таблица 1

Расход составляющих бетонов, кг/м ³				В/Ц	Удобокладываемость бетонной смеси, с (см)	Предел прочности при сжатии, МПа	Прирост прочности, %
цемента	воды	песка	щебня				
300	182	585	1365	0,607	24	17,7/16,4	13
300	187	590	1376	0,625	36	18,2/15,7	13,7
300	164	594	1387	0,54	40	16,7/15,1	9,6
300	144	669	1328	0,47	125	25,9/19,3	25,5
350	197	655	1217	0,561	(1)	20,3/19,1	5,9
350	168	681	1210	0,48	29	32,4/29,4	9,2
350	154	598	1282	0,44	43	33,7/32,5	3,6
400	235	529	1235	0,588	(1,5)	17,6/16,4	7,4
400	176	612	1215	0,44	27	34,4/34,2	0,6
400	192	508	1307	0,48	25	30,2/27,4	9,3
400	192	643	1143	0,48	103	26,9/22,5	16,4

Примечание. Перед чертой — при низкочастотном, после черты — при среднечастотном виброуплотнении.

для бетонной смеси жесткостью 100 с при расходе цемента 325 кг. Смесь загружали в форму порциями, уплотняя ее постукиванием по бортам, затем вибрированием при одной из частот на стенде с постоянным ускорением 30 м/с². Измеряли время опускания верхней поверхности смеси до видимой стабилизации процесса. На рис. 2 представлен процесс уплотнения бетонной смеси во времени в зависимости от частоты. Уплотнение смеси при частоте 10—20 Гц происходит в 2—3 раза быстрее, чем при частоте 50—100 Гц. Аналогичные выводы следуют при изучении процесса в широком диапазоне частот.

В табл. 2 приводятся результаты экспериментальной проверки ударно-вибрационной технологии и низкочастотных резонансных машин грузоподъ-

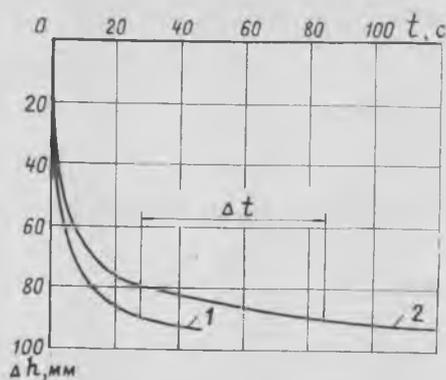


Рис. 2. Уплотнение бетонной смеси во времени при воздействии различных частот
1 — 10—20 Гц; 2 — 50—100 Гц

Таблица 2

Наименование изделия, марка бетона	Режим твердения, ч	Расход цемента, кг	Удобоукладываемость бетонной смеси, с (см)	Предел прочности при сжатии, МПа		Коэффициент вариации скорости ультразвука, %
				после тепловой обработки	после 28 сут	
Плиты перекрытий, М200	2+3+2	240	40	14,3	20,4	6,1—9,1
	2+4+2	260	30	13,7	19,5	6,7—13,8
Ресбристые плиты, М300	3+4+1	380	30	23,3	33,4	3,1—4,4
	4+6+1	410	(2)	20,5	29,4	3,1—3,5
Плиты ограждений, М200	3+6+4	320	(1)	34	34	3,5—5,1
	3+6+4	350	(2—3)	25,6	25,6	6,3—8,2
Трубы безнапорные*, М300	3+4+2	325	120	23	33	2,0—5,7

Примечание. Над чертой — при низкой частоте вибрации, под чертой — при средней.

* На заводе трубы изготавливали только при низкочастотной вибрации.

емностью от 8 до 20 т. При этом сравнивали режимы тепловой обработки и прочностные характеристики бетона. Однородность уплотнения проверяли на железобетонных изделиях после тепловой обработки с помощью ультразвукового прибора УКБ-1М. Для этого на изделие наносили сетку с шагом 0,5 м. В местах пересечения сетки измеряли скорость продольных волн и подсчитывали коэффициент вариации по скорости ультразвука. Режимы вибрации были в пределах 600—650 колебаний в минуту, при ускорении вверх 17—20 м/с² и ускорении вниз 45—55 м/с².

Таким образом, низкочастотная вибрация позволяет получать равномерное уплотнение бетонной смеси как плоских, так и объемных изделий, экономить 5—7% цемента и сократить режим тепловой обработки на 15—25%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фоломеев А. А. Новое в технологии формирования сборного железобетона за рубежом. — В кн.: Новое в технологии формирования сборного железобетона. М, МДИТТ, 1974.
2. Гусев Б. В. Основные направления развития вибрационного способа уплотнения бетонных смесей. — Труды ДНИТ, вып. 175/2, Днепропетровск, ДИИТ, 1975.
3. Крюков Б. И. Основные направления в разработке резонансных виброуплотняющих машин. — В кн.: Опыт использования резонансных виброуплотняющих машин в промышленности строительных материалов. М, МДИТТ и Главмоспромстройматериалы, 1975.

Бетоны

УДК 624.155

А. П. МЕРКИН, д-р техн. наук;
М. И. ЗЕЙФМАН, канд. техн. наук (МИСИ)

Оптимальная гранулометрия песка конструктивных ячеистых бетонов

Развитие производства ячеистых бетонов связано с расширением номенклатуры изделий и конструкций на его основе. Перспективна организация производства конструктивных ячеистых бетонов плотностью 800—1200 кг/м³. В связи с тем, что к таким бетонам предъявляются повышенные требования по прочности, трещиностойкости, деформациям ползучести, модулю упругости и долговременной прочности, возникла необходимость в пересмотре некоторых

сложившихся представлений о рациональной дисперсности и гранулометрии песка, об оптимальных составах ячеистобетонной смеси.

В МИСИ в течение последних лет ведутся исследования по применению в технологии ячеистых бетонов сырьевых композиций на основе грубомолотого песка дисперсностью 900—1200 см²/г [1,2]. Его использование стало возможным в результате разработки и внедрения новых технологических приемов.

Так, для обеспечения седиментационной устойчивости ячеистобетонной смеси мокрый помол песка следует проводить в присутствии добавок ПАВ [3], что обеспечивает при поризации смеси самопроизвольное перемещение грубых фракций песка ($a \geq 0,1$ мм) в межзлия перегородок. Это приводит к концентрации тонкодисперсных фракций песка и вяжущего в наиболее тонкой, несущей части межпоровых перегородок, что позволяет сохранить их целостность и

достичь высокой прочности [2]

Получение высокопрочного силикатного камня (межпорового материала) связано с формированием рационального объема цементирующих новообразований, обеспечивающих склеивание непрореагировавших частиц песка и заполнение образуемой ими межзерновой пустотности. При этом уменьшение межзерновой пустотности, отмечающееся при использовании грубомолотого песка, позволяет достичь высокой степени омоноличности структуры и прочности силикатного камня при меньшем объеме цементирующих новообразований [1] и соответственно при более низких материальных и энергетических затратах.

Для оценки прочностных показателей силикатного камня в зависимости от технологических характеристик песка и активности сырьевой смеси, определения расхода и дисперсности корректирующей кремнеземистой добавки, обеспечивающей повышение концентрации силикат-иона, получены аналитические зависимости.

Для характеристики качества структуры силикатного камня и его прочности предложен показатель степени омоноличности структуры n_0 :

$$n_0 = K \frac{C_{\text{и}}}{\rho C/S} e^{-\frac{A}{100}} \quad (1)$$

где K — коэффициент, характеризующий однородность сырьевой шихты;

$K=1$ для раздельного помола компонентов; $K=1,2$ для совместного помола;

$C_{\text{и}}$ — концентрация цементирующих новообразований, определяющая полноту реакций образования гидросиликатов кальция;

P — пустотность кремнеземистого компонента;

C/S — основность синтезируемых новообразований;

$\frac{A}{100}$ — показатель, учитывающий влияние содержания активной CaO в составе сырьевой шихты (A) на величину коэффициента раздвижки частиц песка в результате разрыхления структуры при гидратации извести.

Экспериментами установлена аналитическая зависимость между прочностью после автоклавной обработки на сжатие силикатного камня (приведенной к $\gamma_0=1000 \text{ кг/м}^3$) и n_0 :

$$R_0^{\text{сж}} = a (20 \dots 22) (2n_0 - 1), \quad (2)$$

где a — коэффициент, характеризующий плотность связующего вещества и его когезию: $a=0,7$ для гидратной схемы получения силикатных бетонов; $a=0,9$ для ки-

пелочной схемы при литьевой технологии; $a=1$ для вибрационной технологии.

Из формул (1), (2) следует, что получение силикатного камня с $R_0^{\text{сж}} = 28 \dots 30 \text{ МПа}$ обеспечивается при $n_0=1,2$. Указанная степень омоноличности в случае применения грубомолотого песка удельной поверхностью $900-1200 \text{ см}^2/\text{г}$ достигается при величине степени связывания песка в гидросиликаты кальция G равной $0,19$ [1].

Для определения степени превращения кремнеземистого компонента в зависимости от его гранулометрического состава и параметров автоклавной обработки получено выражение

$$G = \tau_n K_1 S_1 e^{-E_1/RT} + \tau_1 K_1 S_2 e^{-E_2/RT} + \rho K_2 S_2 \sqrt{\tau_2}, \quad (3)$$

где τ_n — продолжительность изотермического прогрева, с; K_1, K_2 — константы скорости растворения песка и диффузии силикат-иона, определяемые по данным источника [4]; S_1, S_2 — удельная поверхность фракций песка более и менее $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, $\text{см}^2/\text{г}$; E_1, E_2 — эффективная энергия активации процесса растворения песка фракций более (для песка с $S=1000 \text{ см}^2/\text{г}$) и менее $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ равная соответственно $201,6$ и $25,2 \text{ кДж/моль}$; R — универсальная газовая постоянная; T — температура автоклавной обработки, $^{\circ}\text{C}$; ρ — плотность экранирующей пленки новообразований, условно принимаемая равной плотности цементирующего вещества силикатного камня, г/см^3 ; τ_1 — продолжительность изотермического выдерживания, в течение которого формируются высокоосновные гидросиликаты кальция, лимитируемая растворимостью кремнеземистого компонента, с; τ_2 — продолжительность изотермического выдерживания, в течение которого образуются низкоосновные гидросиликаты кальция, ограниченная скоростью диффузии силикат-иона в зону реакции через экранирующие пленки новообразований, с.

Расчетные данные и экспериментальная проверка позволили установить, что достижение степени связывания песка удельной поверхностью $90-1200 \text{ см}^2/\text{г}$ равной $0,19$ обеспечивается при температуре автоклавной обработки 180°C ($P=1,1 \text{ МПа}$), при продолжительности изотермического выдерживания не менее 6 ч. Снижение температуры автоклавной обработки при использовании мелких песков полиминерального состава с большим содержанием илестых, глинистых и других примесей предусматривает необходимость применения композиционного состава песка, включающего грубомолотую и тонкомолотую составляющие. Расход тонкомолотой составля-

ющей P в зависимости от активности исходной сырьевой шихты $A_{\text{сж}}$ и степени связывания песка исходной дисперсности G_0 при принятых параметрах автоклавной обработки определяются по формуле:

$$P = 1,13 A_{\text{сж}} - G_0. \quad (4)$$

После этого по формуле (3) рассчитывают удельную поверхность.

Выполненные расчеты и их экспериментальная проверка показали, что дисперсность добавки составляет $3000-5000 \text{ см}^2/\text{г}$ по ПСХ-2 при расходе ее $12-20\%$ массы песка [3].

Таким образом, с использованным составом (3), (4) можно определить расход и дисперсность корректирующей добавки песка. Ее введение в сырьевую композицию на основе грубомолотого песка с содержанием $\text{SiO}_2 \leq 90\%$ или в случае осуществления автоклавной обработки при температуре ниже 180°C позволяет повысить химическую активность кремнеземистого компонента и обеспечивает требуемую степень связывания свободной Ca(OH)_2 в низкоосновные гидросиликаты кальция.

Указанные рекомендации реализованы на Белгород-Днестровском экспериментальном заводе ячеистых бетонов и изделий при выпуске конструктивных элементов для строительства домов серии 126, что позволило повысить качество продукции и улучшить технико-экономические показатели производства [3].

Положительные результаты применения сырьевых композиций на основе грубомолотого песка при промышленном опробовании «сухой» схемы подготовки сырьевой смеси и технологии обработки ячеистых бетонов паром пониженного давления [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркин А. П., Зейфман М. И. О критериях микроструктуры силикатного камня бетона и технологических приемах ее направленного формирования. — В сб. трудов НИИИ, вып. 141, 1977.
2. Меркин А. П., Зейфман М. И., Богданов В. Н. Опыт промышленного применения грубодисперсных песков в различных технологиях ячеистых бетонов. — В сб. трудов ЦНИИЭПсельстроя, вып. 23, 1978.
3. Снижение энергоемкости производства и повышение качества ячеистобетонных панелей при использовании песка композиционного состава /А. П. Меркин, М. И. Зейфман, И. Б. Удачкин и др. — Строительные материалы, 1981, № 3.
4. Рейман В. А. Влияние гранулометрического состава песка на скорость диффузии при образовании гидросиликатов кальция. — В сб. трудов НИИИ силикатобетона, вып. 5, 1970.

Высокопрочный шлакобетон для панелей индустриальной крыши

Наиболее простым вариантом конструкции крыши с безрулонной кровлей над теплым чердаком как по технологии заводского производства, так и в эксплуатации является однослойная панель из легкого бетона на пористых заполнителях. Бетон панели должен отвечать совокупности эксплуатационных требований: прочности при сжатии, соответствующей марке бетона М300, показателю водопроницаемости K_w не менее $0,5 \text{ г/см}^2$, теплопроводности не более $\lambda_{\text{эксп}} = 0,54 - 0,6 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, морозостойкости не менее $\text{Мрз}250$.

Исследованиями установлено, что целенаправленное структурирование и технология позволяют выполнить эти требования при использовании шлаковой пемзы и гранулированного доменного шлака. Применение шлаковых материалов в качестве заполнителей целесообразно также в целях экономии трудовых, энергетических и финансовых ресурсов и охраны окружающей среды. Регулируемые стекло содержание и пористость структуры этих материалов позволяют получить на их основе конструкционные высокопрочные бетоны с относительно низким коэффициентом теплопроводности. Химическое взаимодействие шлаковых материалов с минералами клинкерного вяжущего способствует уплотнению структуры.

Исследовали шлакобетон на основном гранулированном доменном шлаке ($M_{\text{осн}} = 1,12$) завода Криворожсталь с насыпной объемной массой 1150 кг/м^3 , содержанием стеклофазы 80%. В качестве вяжущего применяли портландцемент марки М400 ($C_3S - 56,5\%$, $C_2S - 21\%$, $C_3A - 7\%$, $C_4AF - 14\%$). Для экономии цемента, снижения коэффициента теплопроводности при данной прочности и получения плотной, малопроницаемой структуры бетона в его состав вводили молотый гранулированный шлак с тонкостью помола $2800 \text{ см}^2/\text{г}$.

Учитывая сложность стоящей задачи, большое число выходных характеристик бетона, был проведен инженерный эксперимент, в результате которого получены зависимости прочности при сжатии, показателя водопроницаемости, теплопроводности и объемной массы от расхода цемента и молотого гранулированного шлака.

Фактический расход материалов, а также результаты эксперимента приведены в таблице.

Приращение коэффициента теплопроводности на 1% весовой влажности составляет $0,015 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Образцы изготовляли из бетонной

смеси жесткостью 30 с пригрузом 30 г/см^2 . Время вибрирования 40 с.

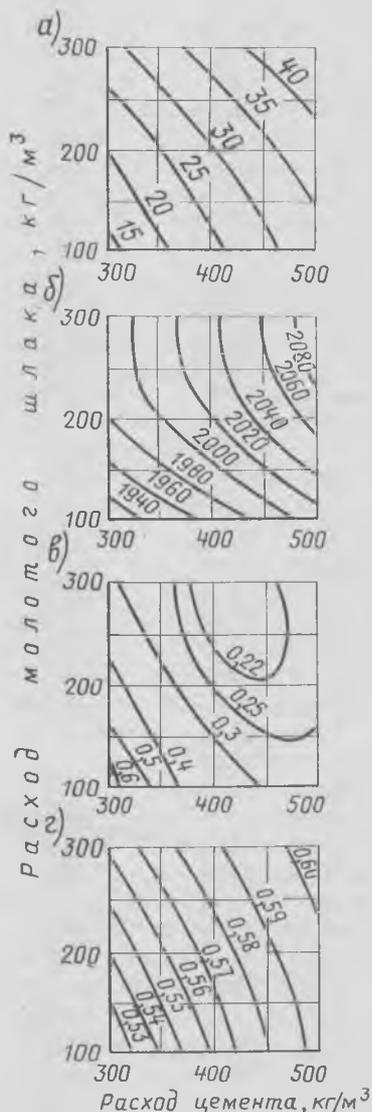
Водонепроницаемость шлакобетона оценивали по методике [1] на образцах размером $150 \times 150 \times 50 \text{ мм}$. Характеристикой водонепроницаемости является показатель водопроницаемости, численно равный количеству воды, которое

поглощается 1 см^2 бетонной поверхности при давлении 1000 Па в течение 48 ч.

После статистической обработки экспериментальные данные обрабатывали на ЭВМ БЭСМ-6. В результате получены коэффициенты полиномов, составлены полиномиальные модели и построены графики изменения выходных характеристик бетона в зависимости от расхода исходных материалов (см. рисунок). Анализ графиков показал, что численное значение каждой из исследуемых выходных характеристик зависит от расхода портландцемента и молотого гранулированного шлака. Увеличение содержания молотого гранулированного шлака с 100 до 300 кг/м^3 при постоянном расходе цемента 300 кг/м^3 , вызывает рост прочности бетона при сжатии с 14,2 до 28,4 МПа при увеличении объемной массы с 1926 до 1990 кг/м^3 . Наряду с этим резко улучшается показатель водопроницаемости бетона с 0,6 до $0,31 \text{ г/см}^2$ при увеличении коэффициента теплопроводности с 0,52 до $0,561 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

По результатам эксперимента в качестве оптимального, при минимуме расхода цемента, принят шлакобетон состава (в кг на 1 м^3 бетона): гранулированный доменный шлак — 1360; портландцемент марки М400—300; молотый гранулированный шлак — 270; вода — 275.

Шлакобетон указанного состава имеет прочность при сжатии после пропаривания 25 МПа, в возрасте 28 сут после пропаривания — 32 МПа, прочность на растяжение при раскальвании 3,4 МПа, призмную прочность 32,6 МПа, модуль упругости 22200 МПа, коэффициент теплопроводности $0,55 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ (при влажности 5%), показатель водопроницаемости $0,29 \text{ г/см}^2$,



Области линий равного уровня в координатах «расход молотого граншлака — расход цемента»

а — прочности при сжатии; б — объемной массы; в — показателя водопроницаемости; г — коэффициента теплопроводности

Фактический расход материалов, кг/м^3		Среднее значение выходных характеристик				
граншлака	цемента	молотого граншлака	$R_{\text{сжк}}, \text{МПа}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$K_w, \text{г/см}^2$	$\lambda_{\text{эксп}}$ (при 5%-ной влажности), $\text{Вт/м}\cdot\text{К}$
1217	482	289	43,3	2076	0,22	0,601
1290	319	319	31,4	1995	0,27	0,57
1300	535	107	36,4	2028	0,29	0,607
1444	333	111	17,8	1945	0,51	0,539
1380	325	216	24,2	1996	0,35	0,55
1294	498	199	36,9	2077	0,24	0,592
1370	427	107	26,5	1984	0,3	0,567
1272	399	299	38,3	2043	0,21	0,589
1328	415	207	30,3	2015	0,27	0,577
1357	409	205	30,7	2034	0,25	0,581
1319	425	213	33,3	2036	0,19	0,59

что соответствует марке водонепроницаемости В-6 по ГОСТ 12730.5—78.

Проведенные ранее исследования [2] показали, что пропаренный бетон на шлакопортландцементе с содержанием основного шлака 40—80% обеспечивает антикоррозийную защиту стальной арматуры. Защитные свойства по отношению к арматуре обеспечивает шлакобетон марки М100—400 на кислом гранулированном шлаке с использованием в качестве вяжущего шлакопортландцемента марки М400 (содержание шлака 51,6—64%) [3].

Выводы

При использовании в качестве заполнителя для бетона основного гранули-

рованного доменного шлака, портландцемента с расходом 300 кг/м³ и молотого гранулированного шлака 200—300 кг/м³ шлакобетон удовлетворяет требованиям, предъявляемым к материалу однослойной панели крыши с теплым чердаком и безрулонной кровлей по прочности, сопротивлению водопоглощению, теплопроводности.

Низкий коэффициент теплопроводности высокопрочного шлакобетона, обладающего повышенной водозащитной способностью, обеспечивается благодаря высокому стеклосодержанию шлакобетона, которое поддается регулированию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по технологии заводского производства и контролю качества легкого бетона и крупнопанельных конструкций жилых зданий. М., ЦНИИЭП жилища, 1980.
2. **Высоцкий С. А.** Эффективность тепло-влажностной обработки бетонов на шлакопортландцементе различного состава — Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1977.
3. **Шакиров Р. Б.** Разработка и исследование высокопрочного конструкционно-теплоизоляционного бетона для несущих и ограждающих конструкций жилых зданий. — Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Калинин, 1974.

УДК 666.972.17

М. А. КОСТЫЛЕВ, А. А. СМЫК, инженеры (Стройтрест № 20 Минпромстроя БССР)

Стабилизация водоцементного отношения в бетонной смеси

Одним из важнейших показателей качества бетонной смеси является ее прочность. В результате проверки товарной бетонной смеси выявлены колебания прочности, доходящие до 20%.

При хорошо отлаженной системе дозирования компонентов смеси причиной изменения прочности является нестабильность V/C , связанная с непостоянством влажности инертных заполнителей. Так, для мелкого заполнителя колебания влажности за смену составляют более $\pm 4—5\%$. Неучет содержащейся в заполнителе воды приводит к большим (около 50%) колебаниям V/C (согласно рекомендациям [1] допускается отклонение не более чем на 5%).

На практике наибольшее распространение получил метод измерения влажности заполнителей, заключающийся в высушивании проб 1—2 раза в сутки.

Полученные таким образом данные распространяются на большое число замесов и, как следует ожидать, не соответствуют фактическим. В связи с этим снижение прочности зачастую превышает требования, установленные ГОСТ 18105—72, а это приводит к технологическому браку или перерасходу цемента.

В последнее время на некоторых заводах контроль V/C осуществляется косвенным методом по показателю вязкости смеси в процессе перемешивания [2] путем оценки потребляемой электродвигателем бетоносмесителя мощности. Однако это сложная функция, зависящая в значительной мере не только от консистенции смеси, но и от колебаний напряжения в питающей

сети, состава смеси и наполнения бетоносмесителя. Особенно сильно мощность зависит от степени наполнения, колеблющейся в пределах $\pm 3—5\%$ (при объемном дозировании $\pm 10—20\%$). Поэтому такой способ можно считать приемлемым только как вспомогательный, например при использовании метода

высушивания проб. Сам же метод контроля должен обеспечивать измерение влагосодержания заполнителя, расходуемого на замес непрерывно в течение смены и с достаточной точностью. Поставленная задача может быть решена только на основе быстродействующих и точных электрометрических методов. Наиболее полно поставленным требованиям отвечает нейтронный метод контроля, позволяющий измерять влажность непрерывно и без взятия проб с точностью 0,2—0,3% в интервале 1,5—10%. Однако на предприятиях стройиндустрии он пока не получил распространения в связи с трудностью приобретения радиоизотопных приборов и необходимостью наличия высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Поэтому авторами была поставлена задача разработать простой метод, отвечающий требованиям непрерывности измерения влажности, без отбора проб и с достаточной точностью, позволяющий изготовить необходимые приборы на небольших заводах. При этом за основу принята существующая зависимость электропроводности дисперсных сред от их влагосодержания [3]. Она достаточно хорошо изучена теорией электропроводности дисперсных сред и используется при неразрушающем контроле качества бетона и инженерно-геологических исследованиях. Поскольку электропроводность материалов в зависимости от их плотности в насыщенном состоянии не изучена, этот способ измерения влажности заполнителей не используется.



Рис. 1. Схема измерителя влажности
1 — металлические пластины; 2 — корпус двигателя; 3 — стабилизатор

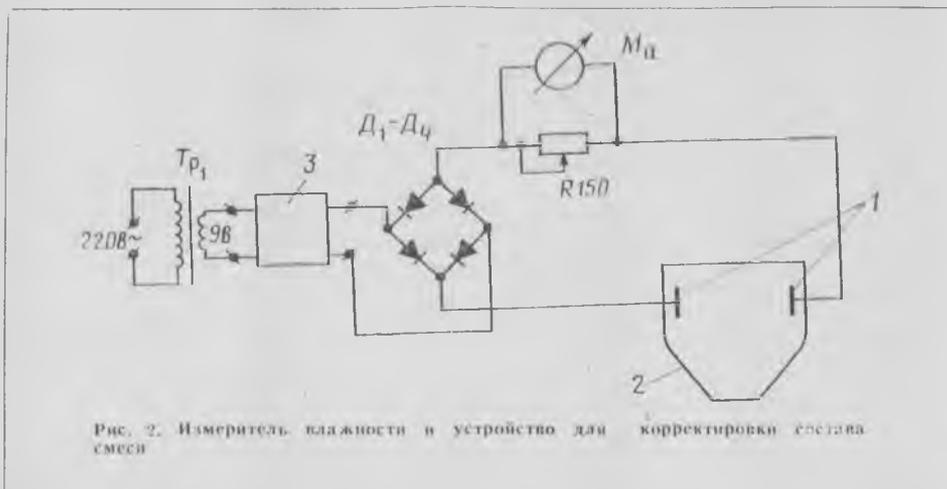


Рис. 2. Измеритель влажности и устройство для корректировки состава смеси

При возрастании влажности W с 0 до 5—7% плотность ρ уменьшается до минимума. При повышении влажности свыше 5—7% плотность увеличивается. Иначе, при разных значениях плотности может иметь одинаковую величину и, поскольку проводимость γ является ее функцией, то это и служило кажущимся препятствием использования этого метода для измерения влажности заполнителей в насыпном состоянии. Однако проведенные лабораторные исследования показали, что скорость возрастания электропроводности при повышении влажности во много раз превышает скорость снижения электропроводности при уменьшении плотности заполнителя.

Приборы для измерения электропроводности материалов описаны в работе [4]. Авторами применен прибор, схема

которого показана на рис. 1. Напряжение от сети через понижающий трансформатор, стабилизатор и выпрямитель подается к металлическим пластинам, установленным в корпусе дозатора заполнителей. В цепь включено активное сопротивление R , падение напряжения на котором измеряется стрелочным индикатором. Оно зависит от тока в цепи, который изменяется с изменением влажности заполнителя, находящегося в дозаторе между пластинами.

Однако непрерывный контроль влажности заполнителей — это только часть проблемы, поскольку при массовом дозировании масса заполнителя технологически связана с его влажностью

$$m_w = m \left(1 + \frac{W}{100} \right),$$

где m_w , m — масса влажного и сухого заполнителя. Это указывает на необходимость корректировки не только массы расходуемой на замес воды, но и массы заполнителя по его влажности (рис. 2).

Поэтому в комплекте с измерителем влажности изготовлено простое и надежное устройство для дозирования воды и заполнителя. Поскольку основное количество воды, поступающей в смесь вместе с заполнителем (до 90%), приходится на мелкий заполнитель, то для упрощения устройства следует измерять влажность и производить корректировку количества только мелкого заполнителя и воды.

Выводы

Зависимость электропроводности материалов от их влажности можно использовать как метод измерения влажности заполнителей в насыпном состоянии.

Простое устройство для корректировки состава смеси несложно изготовить на небольшом предприятии.

Для получения точных показаний требуется тщательная тарировка приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по технологии формования железобетонных изделий. М., Стройиздат, 1977.
2. Новые способы обработки бетона. — В сб. трудов ЦНИИЭП жилища, вып. 4, 1978.
3. Фрич Ф. П. Электроразведка при инженерно-геологических исследованиях в строительстве. М., Стройиздат, 1965.
4. Ахвердов И. Н., Мар-Гулис Л. П. Неразрушающий контроль качества бетона по электропроводности. Минск, Наука и техника, 1975.

Авторские свидетельства

№ 4*

№ 800155. А. Е. Фролов, В. В. Бочаров, Э. П. Поборцев и др. **Добавка к бетонной смеси.**

№ 800156. В. А. Улазовский и Г. В. Лукьяница. Волгоградский инженерно-строительный ин-т. **Бетонная смесь.**

№ 800157. В. Г. Довжик, Л. В. Фролова, Е. П. Устименко и др. ВПО Железобетон. **Способ получения воздухововлекающей добавки для бетонной смеси.**

№ 800158. М. И. Хигерович, А. Л. Томашпольский, Б. В. Гусев и др. МИСИ и Московский филиал ВНИИ жпиров. **Бетонная смесь.**

№ 800159. А. И. Миняло, П. И. Павелько, Л. П. Короленко и А. П. Тарасенко. **Вязущее.**

№ 800162. В. В. Патуроев, И. Е. Путляев, В. А. Клевцов и др. (НИИЖБ). **Полимерминеральная смесь.**

№ 800163. Л. В. Ловецкий, А. В. Савенкова, Е. Д. Орешкин и др. Моспроект-1. **Композиция для изготовления форм.**

№ 800169. В. Э. Бредис, Г. М. Васильева, В. М. Шукин и др. Липецкий политехнический ин-т. **Способ изготовления бетонных изделий.**

№ 800287. К. И. Башлай, Е. И. Кузнецов, В. В. Шаблевский и М. Т. Птыдулак. **Устройство для укладки бетонных смесей.**

№ 800313. В. Г. Горенко, О. А. Козодой, Г. А. Овсянин и др. НИИСК и Ин-т проблем литыя. **Закладная деталь.**

№ 800314. С. В. Карапетян, Ереванский политехнический ин-т. **Панель перегородки.**

№ 800322. Г. В. Милых. **Переставная опалубка.**

№ 800324. М. П. Собенников. Управление строительства Братского лесопромышленного комплекса. **Установка для изготовления арматурных каркасов.**

№ 800376. А. А. Погребинский, А. С. Николаев и П. К. Завьялов. Казахский филиал Гидропроекта. **Устройство для механизированного нанесения набрызгбетона.**

№ 5

№ 802026. Э. А. Курносоев. Рижский политехнический ин-т. **Способ изготовления изделий из ячеистобетонных смесей.**

№ 802028. Ф. Л. Коган, А. Ф. Морозов, М. Н. Собеников и др. **Конвейерная линия для изготовления многослойных строительных изделий.**

№ 802029. М. Б. Каплан, Х. М. Рабинович, П. А. Фикельштейн и др. Ин-т по проектированию предприятий строительной индустрии и НИИ ФХММ и ТП. **Кантователь-распалубщик.**

№ 802030. В. Е. Сноп А. Я. Аропов. ЦНИИЭП туристских комплексов. **Способ изготовления бетонных и железобетонных элементов и конструкций.**

№ 802031. Л. С. Захаров. Саратовский политехнический ин-т. **Способ изготовления строительных конструкций Л. С. Захарова.**

№ 802032. В. И. Андреев. **Установка для непрерывного изготовления строительных изделий.**

№ 802034. В. М. Поздняков и В. М. Борщевский. Хабаровский комплексный конструкторско-технологический отдел ЦНИИЭП жилища. **Установка для вертикального формирования тел вращения из бетонных смесей.**

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки; 1981.

УДК 693.542.4

И. И. СЕЛИВАНОВ, канд. техн. наук; В. Г. БРАТЧИКОВ, инж. (Харьковский ДСК № 1); О. П. МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН, чл.-корр. АН ГрССР, д-р техн. наук, проф.; А. В. УШЕРОВ-МАРШАК, канд. техн. наук (ХИСИ); В. А. ИЛЬЯШЕНКО, канд. техн. наук (Минпромстрой СССР); В. А. РУДОМЕТКИН, инж.; А. Н. НЕВАКШОНОВ, канд. техн. наук (КИ Минпромстроя СССР)

Пластифицирующая добавка ХДСК-1 в кассетной технологии бетонов

На Харьковском ордена «Знак Почета» ДСК № 1 общий объем изделий, изготавливаемых с применением химических добавок конвейерным и стендовым способом на вибропркатных станах и в кассетах, достигает 50%. Более чем 10-летнее использование добавок, приготовляемых в двух специализированных отделениях бетоносмесительных цехов, позволило накопить значительный опыт и достигнуть высоких технико-экономических показателей. Разработка и внедрение добавок базировались на принципе комплексного их введения, суммирующего положительное воздействие отдельных компонентов на процессы гидратации и структурообразования, с целью сокращения материальных и энергетических затрат.

Новым направлением явилось применение добавки, относящейся к типу суперпластификаторов [1]. Теоретической основой создания добавки послужила способность пластификатора сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) к модифицированию. Эта способность является предметом многочисленных исследований [2—5], каждое из которых открывает возможности реализации ценных физико-химических свойств технических лигосульфонов.

Харьковский ДСК № 1, ХИСИ и КТИ выполнили совместные разработки с учетом применения суперпластификатора, перевода кассетной технологии на литейной способ формирования и одновременного сокращения расхода цемента и теплоносителя. Ежегодный выпуск кассетных изделий на ДСК № 1 составляет 170 тыс. м³.

Исследования позволили установить некоторые аномальные свойства СДБ, направленное изменение которых достигается механической (гидродинамической), термической, химической обработкой. Каждый из способов модифицирования обладает своей рациональной областью регулирования свойств СДБ, взаимосвязанных с количеством и влиянием полученного продукта на физико-механические характеристики бетонной смеси и бетона. Например, механическое модифицирование СДБ в аппаратах РТ-1 и АВС-150 позволяет при содержании ее 0,2% массы цемента увеличить расплыв стандартного конуса цементно-песчаного раствора (по ГОСТ 310.4—76) более чем на 20%. Пластифицирующее действие продукта от времени обработки изменяется по зависимостям (рис. 1).

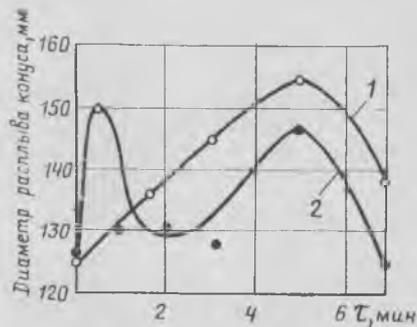


Рис. 1. Влияние гидродинамического модифицирования СДБ на ее пластифицирующее действие
1, 2 — соответственно в аппаратах РТ-1 и АВС-150

Термическое модифицирование обеспечивает возможность применения повышенных дозировок пластификатора без снижения прочности бетона.

Использовался портландцемент марки 400 Балаклеевского цементно-шиферного комбината, песок с Мкр-1,1 Камплицкого карьера Харьковской обл.

Химический способ модифицирования позволяет повысить пластифицирующую способность добавки. В табл. 1 показано влияние обычной СДБ и химически модифицированной (ХСДБ) на консистенцию цементно-песчаного раствора. Испытания проводили на СДБ Солнгамского ЦБК.

Таблица 1

Вид добавки	Содержание добавки, % массы цемента	Диаметр расплыва стандартного конуса цементно-песчаного раствора, мм
—	—	108
СДБ	0,2	128
ХСДБ		155
СДБ	0,3	150
ХСДБ		176
СДБ	0,4	163
ХСДБ		202

В результате исследований выбрано сочетание воздействий, позволившее получить пластификатор повышенной эффективности ХДСК-1. Добавка проверена в центральной строительной лаборатории ДСК № 1, Тульской КТИ Минпромстроя СССР, Харьковском

Промстройинипроекте и на ряде предприятий ЖБИ. Установлена ее эффективность при использовании цемента Михайловского, Балаклеевского, Старооскольского, Белгородского, Николаевского и других заводов. Некоторые физико-химические особенности влияния добавки на процессы твердения цемента изучены в ХИСИ.

Исследовано влияние добавки ХДСК-1 на изменение показателей подвижности и водопотребности бетонных смесей, а также на прочность бетонов после термообработки. На рис. 2 приведены результаты испытаний подвижности бетонной смеси в зависимости от количества вводимой ХДСК-1. Из графика видно, что для бетонов обоих составов эффективность разжижающего действия ХДСК-1 повышается пропорционально ее содержанию в смеси. Повышение содержания добавки до 0,6—0,7% массы цемента не приводит к снижению прочности бетонов (табл. 2), о чем свидетельствовали контрольные испытания образцов. Образцы пропаривали по режиму (3+3+6) при температуре изотермической выдержки 80°C и испытывались через 4 ч после термообработки.

Таким образом, результаты испытаний показывают, что добавка ХДСК-1 близка по эффективности действия к суперпластификаторам [3]. Экспериментально

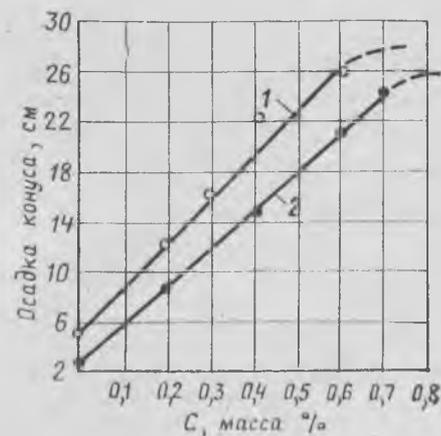


Рис. 2. Влияние количества добавки ХДСК-1 на подвижность бетонной смеси
1 — состав бетона № 1, В/Ц=0,47; 2 — то же, № 2, В/Ц=0,55

Таблица 2

Номер состава	Содержание добавки, % массы цемента	ОК, см	Предел прочности бетона на сжатие, МПа
1	—	5	22
2	0,6	26	20
	—	3	16
	0,7	21	16,8

менты показывают эффективность ее действия для снижения водосодержания бетонных смесей и увеличения прочностных показателей бетонов, что подтверждает правильность ее использования в кассетной технологии (табл. 3).

Таблица 3

Номер состава бетона	Содержание добавки, % массы цемента	В/Ц	Предел прочности бетона на сжатие, МПа, через	
			4 ч	28 сут
1	—	0,52	13,5	31,6
	0,5	0,44	18,8	37,1
	0,6	0,42	25	38,3
	0,7	0,39	31,6	41,5

Примечание. Осадка стандартного конуса — 18 см.

Подвижность бетонной смеси с добавкой ХДСК-1 с течением времени изменяется, причем через 30—40 мин уменьшается в 2 раза (рис. 3).

Известный факт замедления скорости гидратации цемента и бетонов в присутствии суперпластификаторов подтвердился при изучении показателей тепловыделения твердеющих цементов с добавкой ХДСК-1. Скорость и интегральное тепловыделение в первые 8—10 ч гидратации ниже, чем у контрольных образцов. Затем темп роста тепловыделения цементов с добавкой превышает аналогичные показатели контрольных составов.

Это обстоятельство потребовало корректировки принятых на ДСК № 1 режимов термообработки (рис. 4). При сохранении ее общей длительности время предварительной выдержки увеличено с 1 до 4 ч, а продолжительность изотермической выдержки сокращена на 2—3 ч. Испытания образцов бетона с добавкой на изменение деформаций во времени не показали отличий от контрольных.

На основании лабораторных и опытно-промышленных испытаний Минпромстроем СССР утверждены технические

условия на добавку (ТУ 65.336-80) и рекомендации по ее применению в кассетной технологии.

В апреле 1980 г. два формовочных цеха комбината перешли на производство железобетонных изделий с применением вертикального и горизонтального формования и использованием добавки ХДСК-1. Железобетонные изделия — несущие стены, перекрытия, лестничные марши, перегородки, вентиляционные блоки и другие изготавливаются из бетонов марок М 150, М 200 и М 300 с применением цемента ПЦ, БТЦ и ШПЦ (табл. 4).

Применение добавки ХДСК-1 позволило получить 85% отпускной прочности при уменьшении расхода цемента на 12%, резко снизить разброс прочностных показателей по высоте изделий. Повысилась степень заводской готовности панелей, сократилось число пор и раковин диаметром выше 3 мм.

На стадии освоения стоимость добавки составила 30—35 р. за 1 т. Добавку готовят в виде водного раствора или порошкообразного продукта.

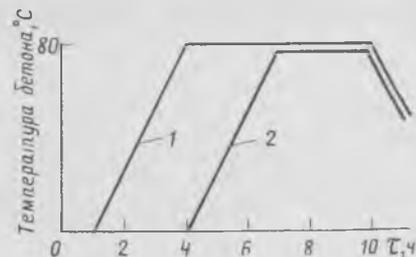


Рис. 4. Режим ТВО железобетонных изделий в кассетной технологии
1 — до внедрения добавки ХДСК-1; 2 — после внедрения

С использованием добавки на ДСК № 1 с апреля 1980 г. изготовлено более 100 тыс. м³ бетона. Технико-экономические расчеты показали, что эффект от ее внедрения составил не менее 2 р. на 1 м³.

В результате внедрения добавки обеспечена подвижность бетонной смеси ОК=20 см, а водосодержание

Таблица 4

Наименование изделий	Марка бетона	Содержание добавки, % массы цемента	Расход цемента, кг/м ³	В/Ц	ОК, см	Предел прочности бетона на сжатие, МПа
Панели перекрытий	300	—	475	0,48	10—12	21
		0,65	420	0,43	20—22	25,5
Стеновые панели	250	—	450	0,5	10—12	17,5
		0,65	395	0,45	20—22	21,2

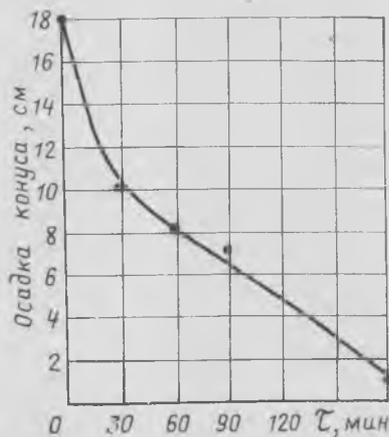


Рис. 3. Изменение подвижности бетонной смеси с добавкой ХДСК-1 во времени

смеси снижено на 20%; расход цемента сокращен на 12%; время изотермического выдерживания на 20%; время вибрационного воздействия уменьшено в 20 раз; трудозатраты снижены в 3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иванов Ф. М., Москвин В. М., Батраков В. Г., Досовицкий Е. И., Каприелов С. С., Бабаев В. А. Добавки для бетонных смесей суперпластификатор С-3. — Бетон и железобетон, 1978, № 10.
- Баженов Ю. М., Покровская Е. Н., Никифорова Т. П., Чумаков Ю. М. Влияние молекулярных масс СДВ на свойства бетона. — Бетон и железобетон, 1980, № 6.
- Чумаков Ю. М., Тринкер Б. Д., Демина Г. Г., Маньковская Г. Н., Тринкер А. Б. Влияние суперпластификаторов на свойства бетонов. — Бетон и железобетон, 1980, № 10.
- Черкинский Ю. С., Юсупов Р. К., Князькова И. С., Карпис В. З., Пластификатор НИЛ-20. — Бетон и железобетон, 1980, № 8.
- Тарнарукский Г. М., Малинин Ю. С., Грибанова Н. В., Карпенко В. К. Новые пластифицирующие добавки к цементу и бетону. — Цемент, 1980, № 9.

Малогабаритные виброплощадки для формирования доборных элементов

Многие строительные организации в текущей пятилетке на своих производственных базах будут изготавливать доборные железобетонные элементы — перемычки, подоконные доски, ступени и проступи, решетки, мелкие плиты и т. п.

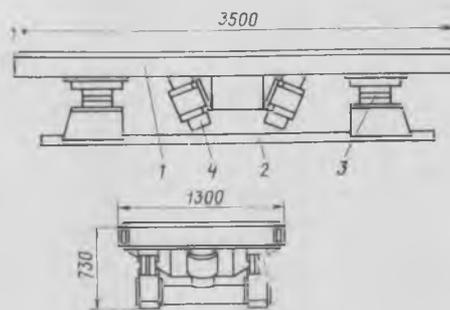
Использование для этих целей ручных и навесных вибраторов предопределяет низкое качество и неудовлетворительный товарный вид выпускаемой продукции, а на формовочных постах создаются некомфортные условия труда. Применение виброплощадок большой грузоподъемности для изготовления малогабаритных изделий в большинстве случаев нецелесообразно. Повысить эффективность производства мелких деталей и ликвидировать их дефицит можно благодаря внедрению малогабаритных виброплощадок.

В развитых зарубежных странах виброплощадки небольшой грузоподъемности выпускаются серийно для внутреннего рынка и на экспорт [1].

На базе изготавливаемых заводом «Красный маяк» низкочастотных (24 Гц) и низковольтных (36 В) вибраторов ИВ-68 мощностью 0,4 кВт в Полтавском инженерно-строительном институте разработаны опытные образцы надежных, экономичных и малошумных виброплощадок грузоподъемностью 0,2—1 т.

Виброплощадка ВП-2 (см. рисунок) грузоподъемностью 0,5...1 т с полезными размерами подвижной рамы 3,4×1,2 м, массой 1140 кг, снабжена двумя вибраторами ИВ-68, закрепленными на жестком коробе снизу подвижной рамы под углом 20° к вертикали. Подвижная рама виброплощадки посредством четырех резино-металлических опор простой конструкции прикреплена к опорной раме, установленной на легком фундаменте. Вибраторы подключены так, что вращаются в противоположных направлениях. При этом горизонтальные составляющие возмущающих сил благодаря самосинхронизации создают преимущественно поперечные смещения подвижной рамы (амплитуда 0,6—0,8 мм) и колебания вокруг продольной оси, а вертикальные составляющие этих сил вызывают вертикальные выбросы (амплитуда 0,45—0,5 мм)*. Трехкомпонентный режим вибрации даже при низкой частоте достаточно эффективен для уплотнения подвижных и малоподвижных бетонных смесей и позволяет использовать

незакрепленные во время работы металлические, деревянные и пластиковые формы. Вибраторы могут включаться раздельно и при недогрузке виброплощадки целесообразно работать одним из них. Хорошие качества ВП-2 подтверждены более чем трехлетней эксплуатацией на Святошинском заводе строительных деталей (Киев). Она размещена в помещении для приготовления бетонной смеси. В деревянных формах, выложенных изнутри тонкой листовой сталью из смеси



Конструктивная схема малогабаритной виброплощадки ВП-2

1 — подвижная рама; 2 — опорная рама; 3 — упругая резино-металлическая опора; 4 — вибратор ИВ-68

с $O.K. = 1...2$ см, формуют подоконные доски, ступени и проступи, детали ограждений и тротуарные плиты размерами 0,5×0,5; 0,75×0,75 и 1×1 м. Бетонная смесь для тротуарных плит из бетона марки М300 включает 320 кг цемента марки М500, 1240 кг щебня фракции 5—20 мм, 670 кг песка и 190 кг воды. Время формирования, включая разравнивание бетонной смеси в форме, занимает 1,5—2 мин. Все изделия имеют хороший товарный вид, глянцевые и свободные от пор поверхности, а тротуарные плиты, кроме того, удовлетворяют требованию морозостойкости.

Полный комплекс операций по приготовлению бетонной смеси, формованию изделий, укладке форм на вагонетку и передаче их в пропарочную камеру, распубливанию форм после пропаривания и укладки изделий в штабеля выполняет бригада из 5 чел., сменная производительность которой 9—10 м³ доборных изделий. Шум и вибрация не превышают установленных санитарных норм. При эксплуатации ВП-2 не нуждалась в каком-либо ремонте, а техническое обслуживание сводилось лишь к очистке виброплощадки и рабочих мест от остатков бетонной смеси.

Виброплощадка ВП-1 грузоподъемностью 0,2...0,5 т с полезными размерами подвижной рамы 3,4×0,9 м, массой 1000 кг снабжена такими же подвижными и опорными рамами, но на продольной стороне подвижной рамы выше ее рабочей поверхности установлен вертикально один вибратор ИВ-68, вызывающий многокомпонентный характер колебаний вместе с формой, заполненной бетонной смесью. Достаточная эффективность такой конструктивной схемы подтверждена эксплуатацией распространенных виброплощадок грузоподъемностью 10—15 т [2]. ВП-1 можно использовать в качестве оборудования для научно-исследовательских лабораторий.

Целесообразно организовать массовый выпуск малогабаритных виброплощадок для повышения технического уровня производства доборных железобетонных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябов Л. И., Шмелев Ю. А. Зарубежные вибрационные площадки. — Строительные и дорожные машины, 1974, № 8.
2. Олехнович К. А. Конструктивные и технологические предпосылки создания малошумных виброплощадок для предприятий сельстройиндустрии. — Бетон и железобетон, 1975, № 7.

Оборудование для вибровакуумирования

Комплект предназначен для устройства бетонных полов методом вибровакуумирования, созданного в СССР впервые. Вибровакуумирование бетона является прогрессивным методом, повышающим производительность труда, прочность, износостойкость и качество (чистоту обработки) поверхности полов промышленных зданий и открытых площадок.

В комплект оборудования массой 1757 кг входит вибрирующая балка, вакуумный агрегат, заглаживающая машина, отсасывающий мат. Производительность укладки и обработки полов — 250 м² в смену. Обслуживают агрегат 5 человек. Экономический эффект на 100 м² пола — 129,5 р.

Разработчик — Проектно-технологический институт Укрортгестрой (252113, Киев, ул. Пархоменко, 53). Изготовитель — Киевский завод по ремонту и изготовлению средств механизации строительства им. Парижской Коммуны (252142, Киев, Бородинская ул., 27).

* А. с. № 668806. К. А. Олехнович. — Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей в форме. — Открытия изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1979. № 23.

УДК 666.972.5

С. Т. СУЛЕЙМЕНОВ, академик АН КазССР (НИИСтромпроект, Алма-Ата);
С. Ж. ЖУНИСОВ, инж. (трест Промстройматериалы, Чимкент)

Атмосферостойкость газошлакосиликатного бетона

Одно из перспективных направлений утилизации фосфорного шлака — получение на его основе вяжущих для производства ячеистых бетонов. Выпуск ячеистобетонных изделий на фосфорношлаковых вяжущих с химическими добавками (сода, поташ, сульфат натрия) освоен на Чардаринском комбинате строительных материалов Чимкентской области. В тресте Промстройматериалы Минвводхоза СССР (Чимкент) изучают свойства таких бетонов, в том числе их долговечность.

Для проведения исследования использовали гранулированный фосфорный шлак Чимкентского производственного объединения «Фосфор», барханный песок Чардаринского месторождения, вторичную цементную пыль клинкерообжигательных печей Чимкентского цементного завода, известь Сас-Тюбинского и Тюлькубасского заводов. В качестве химических добавок (1—3% массы вяжущего) применяли соду (ГОСТ 83—79), поташ (ГОСТ 4243—78), сульфат натрия (ГОСТ 4266—76) и хлорид кальция (ГОСТ 4142—77), в качестве газообразователя — алюминиевую пудру ПАП-1 и ПАП-2 (ГОСТ 5494—71).

Вяжущее изготовляли совместным помолотом фосфорного шлака с добавкой 12% извести или цементной пыли. Для улучшения свойств бетона в состав вяжущего вводили цемент (2—3,4%) и полуводный гипс (3%). Соотношение вяжущего и барханного песка — 1:0,8. Химические добавки солей вводили в шлакосиликатную смесь с подой затворения.

Образцы размером 10×10×10 см запаривали при 174°C по режиму (2+8+3) ч или пропаривали при 95°C по режиму (2+10+3) ч. Пропаривали только образцы, изготовленные на пылешлаковом вяжущем. Рецептuru смеси приведена в таблице.

Как показали испытания, использование химических добавок положительно

влияет на прочность образцов, с увеличением объемной массы это влияние возрастает. Наибольшее влияние при автоклавной обработке оказывают K_2CO_3 , затем Na_2SO_4 и $CaCl_2$. В условиях пропаривания эффективность воздействия добавок K_2CO_3 и Na_2SO_4 на прочность ячеистых газошлакосиликатов одинаковая.

Объемная масса газошлакосиликатного бетона составляла 700 и 1100 кг/м³. Ячеистые изделия такой объемной массой выпускает Чардаринский комбинат, они используются для одноэтажных зданий в сельском строительстве. Стеновые панели объемной массой 700 кг/м³ применяются в качестве внутренних перегородок, а объемной массой 1100 кг/м³ — для наружных стен.

В связи с этим атмосферостойкость образцов объемной массой 700 кг/м³ проверяли после выдерживания в лабораторном помещении с температурой воздуха 24±2°C и влажностью 50—60%. Образцы объемной массой 1100 кг/м³ выдерживали на крыше здания в естественных климатических условиях района, характеризующихся резко континентальным климатом (среднегодовая температура 12,6°C, абсолютная минималь-

ная температура в зимнее время —36°C, максимальная летом +47°C). Кроме того, на крыше образцы подвергались воздействию инсоляции и атмосферных осадков.

Испытывали образцы через 3, 6, 9, 12 и 15 мес. Критерием оценки их стойкости служил коэффициент атмосферостойкости $K_c = R_{сж}^н / R_{сж}^л$, где $R_{сж}^н$ и $R_{сж}^л$ — прочность образцов соответственно после выдерживания и после тепловлажностной обработки.

Испытания образцов после хранения в помещении и на крыше показали, что газошлакосиликатные бетоны на фосфорношлаковых вяжущих обладают высокой атмосферостойкостью. Прочность такого бетона объемной массой 700 кг/м³, хранившегося в помещении, через 3 мес возрастает на 5—10% и далее в течение всего срока испытаний продолжает постепенно нарастать. Прирост прочности через 15 мес составляет 12—16%, коэффициент стойкости — 1,12—1,16. Прочность образцов объемной массой 1100 кг/м³, испытанных в естественных климатических условиях, также повышается. Коэффициент их стойкости через 3 мес составил 1,02—1,08, через 15 мес — 1,1—1,2.

Полученные данные подтверждаются опытом практического использования ячеистобетонных конструкций на шлаковом вяжущем. В 1975 г. в г. Чардаре и на территории Чардаринского района из таких ячеистобетонных изделий объемной массой 1100 кг/м³ были построены навесы на автобусных остановках. В качестве химической добавки применяли соду и поташ. Изделия имели первоначальную прочность 10—12 МПа. Исследование этих построек через 5 лет эксплуатации показало, что они находятся в хорошем состоянии. Прочность образцов размером 10×10×10 см, выпиленных из конструкций, составляла 15—16 МПа.

Вяжущее	Добавка, %	Прочность образцов в МПа объемной массой, кг/м ³	
		700	1100
<i>При автоклавной обработке</i>			
Известково-шлаковое	K_2CO_3 , 1	6,5	10,5
	Na_2SO_4 , 2	8,7	13,5
	$CaCl_2$, 3	8,4	13
Пылешлаковое	K_2CO_3 , 1	8,5	14,5
	Na_2SO_4 , 2	5,8	10
	$CaCl_2$, 3	8,2	13
То же	K_2CO_3 , 1	8,1	12,5
	Na_2SO_4 , 2	7,5	14
	$CaCl_2$, 3	—	—
<i>При пропаривании</i>			
То же	K_2CO_3 , 1	5	9
	Na_2SO_4 , 2	7,7	12,8
		7,7	12,9

Зависимости огнестойкости бетона и железобетона от условий пожара

Одной из актуальных задач в области обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений является дальнейшее развитие теории огнестойкости строительных материалов и конструкций. Большое значение имеет выявление возможностей оценки огнестойкости объектов в зависимости от условий реальных пожаров.

Решение задач такого рода значительно упростилось бы при наличии физически обоснованных функциональных зависимостей огнестойкости строительных материалов и конструкций от условий пожара. Это открыло бы новые возможности расчетной оценки, прогнозирования, регулирования огнестойкости, обобщения накопленного эмпирического материала и сокращения объема дорогостоящих и трудоемких испытаний объектов на воздействие пожара.

Анализ известных [1, 2] и полученных в МИСИ [3] данных о физической природе и закономерностях разрушения материалов строительных конструкций позволил установить кинетический характер этих процессов в условиях воздействия пожара, выявить общность методологического подхода при определении долговечности твердых тел на основе кинетического подхода [2] и огнестойкости строительных материалов и конструкций [4, 3—5].

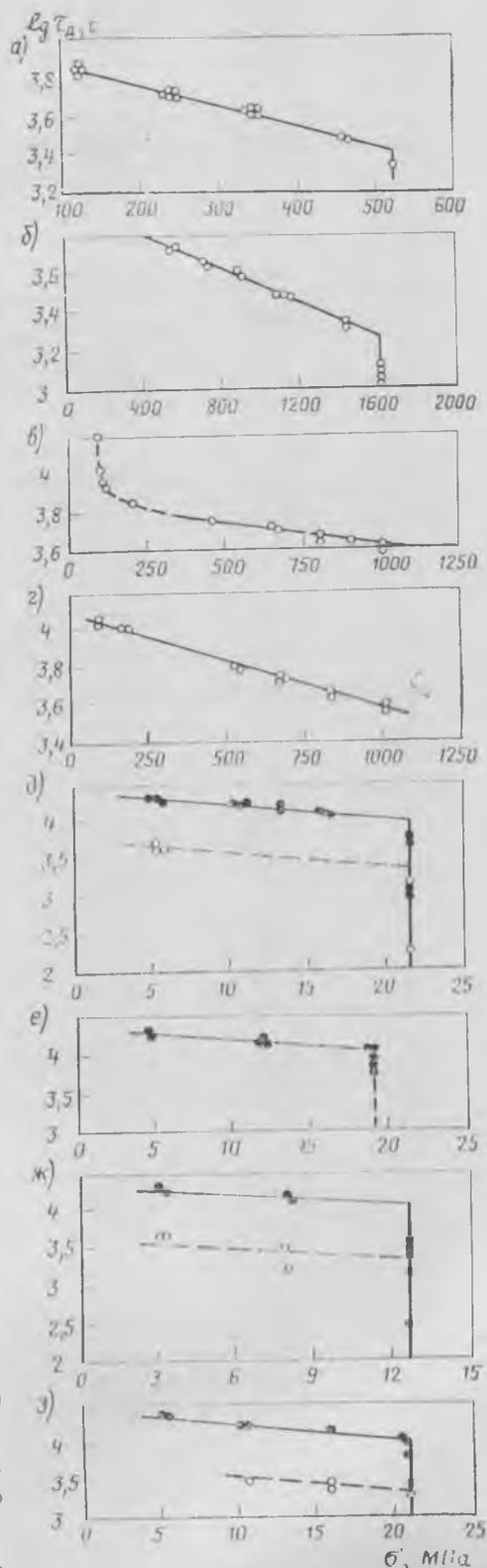
Основной характеристикой механической прочности материала с точки зрения кинетического подхода [2] является долговечность τ_d — время существования тела в нагруженном состоянии с момента приложения нагрузки до наступления предельного состояния.

Многочисленные исследования долговечности самых разнообразных материалов показали [2] существование уравнений, характеризующих кинетический процесс разрушения в широком интервале температурно-силовых условий испытаний

$$\tau_d = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma \sigma}{kT}\right) \quad (1)$$

или, для случая комплексного воздействия агрессивных сред и механического нагружения,

$$\tau_d = A \exp(-\alpha \sigma), \quad (2)$$



где U_0 — начальная энергия активации (величина начального энергетического барьера) процесса разрушения при $\sigma=0$; τ_0 — параметр, совпадающий по величине с периодом и частотой собственных тепловых колебаний атомов твердого тела; σ — напряжение материала, обусловленное механической нагрузкой, уменьшающее начальную энергию активации на величину $\gamma\sigma$, активизирующее таким образом процесс разрушения и создающее направленность процесса; γ — структурный коэффициент, определяющий степень уменьшения начального энергетического барьера под действием приложенного напряжения; k — постоянная Больцмана.

Применительно к условиям пожара понятия предела огнестойкости и долговечности твердого тела, отнесенного к специфическим условиям пожара, являются эквивалентными. Фактически предел огнестойкости строительной конструкции характеризует время ее существования от начала воздействия пожара до наступления предельного состояния, т. е. ее долговечность в условиях пожара [4].

Приведенные соображения позволили выдвинуть предположение о существовании зависимости огнестойкости строительных материалов и конструкций, аналогичной уравнению (2). Для проверки обработали данные многолетних исследований ВНИИПО [1] поведения различных бетонов и арматурных сталей в условиях комплексного воздействия на образец постоянной внешней силовой нагрузки и заданного режима температурного воздействия пожара.

На рис. 1 приведены графики изменения долговечности некоторых арматурных сталей и бетонов по признаку разрыва. Полученные зависимости в координатах $\lg \tau_d - \sigma$ имеют вид прямых линий, что говорит о их экспоненциальном характере и соответствию жесткий

Рис. 1. Долговечность в условиях пожара различных арматурных сталей и бетонов по признаку разрыва
 а — сталь Вр-I; б — сталь Вр-II; в — сталь Ат-VI; г — сталь Ат-IV; д — бетон на трескочувствительном силикатобетоне; е — тяжелый мелкозернистый силикатобетон; ж — тяжелый бетон на гранитном щебне; з — керамзитобетон
 — — — мягкий режим прогрева; — — — жесткий

уравнению (2). В области малых значений σ наблюдаются отклонения от линейного характера зависимости $\lg t_d - \sigma$ (см. рис. 1). С точки зрения кинетической концепции прочности это закономерно и объясняется увеличением возможности в этих условиях восстановления связей в структуре твердого тела и торможения развития процесса разрушения [2]. При превышении некоторого значения напряжений в образце от силовых нагрузок в некоторых случаях на кривой наблюдается излом, после которого кривая долговечности сохраняет свой характер, но более круто снижается к оси абсцисс. Это указывает на то, что при повышении некоторого порогового значения напряжения σ_p резко уменьшается способность материала сопротивляться разрушению, так как небольшое увеличение напряжения от механических нагрузок приводит в условиях пожара к значительному снижению долговечности материала (см. рис. 1). Зависимость долговечности материалов в условиях пожара по признаку наступления предельной деформации также соответствует уравнению (2) (рис. 2). Приведенные данные нашли подтверждение в специальных опытах МИСИ с арматурными сталями при значениях коэффициента условий пожара $\psi = 1,4 \dots 0,6$ [3].

Полученные результаты позволили сформулировать важный с практической точки зрения принцип эквивалентности влияния коэффициента условий пожара, уровня напряжений от механических нагрузок, конструктивных параметров, на огнестойкость (долговечность) объектов в рассматриваемых условиях, заключающихся в том, что перечисленные величины входят в уравнение (2) равноправным образом и могут выражаться в определенных долях относительно друг друга, не изменяя хода процесса разрушения. Бетонные и железобетонные конструкции также можно в некоторых случаях рассматривать как твердые тела, предел огнестойкости которых наступит при исчерпании ресурса долговечности материала опасного сечения, объема, элемента конструкции.

Например, огнестойкость статически определимых изгибаемых элементов по признаку образования пластического шарнира [1] в рабочей арматуре растянутой зоны конструкции целиком определяется долговечностью этой арматуры. При этом функциональные зависимости долговечности арматурной стали от условий воздействия пожара одновременно определяют зависимости предела огнестойкости данной конструк-

ции от режима воздействия пожара, характеризуемого значениями коэффициента ψ , уровня напряжений в растянутой арматуре σ , значений толщины защитного слоя бетона $\delta_{з.с.}$, т. е.

$$\text{при } \sigma \leq \sigma_r \quad P_\phi = A \exp(-\alpha \sigma), \quad (3)$$

где A — режимно-конструктивная константа конструкции, отражающая влияние на предел огнестойкости коэффициента условий пожара и толщины защитного слоя бетона; α — структурная константа материала, определяющего огнестойкость конструкции.

В литературе имеются также сведения, позволяющие после специальной обработки получить представление о харак-

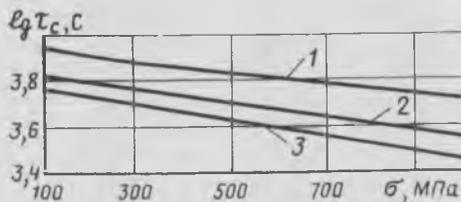


Рис. 2. Зависимость долговечности арматуры класса Ат-V по признаку наступления предельной деформации от уровня растягивающих напряжений от механической нагрузки в условиях воздействия стандартного пожара
1 — $\varepsilon_{п} = 0,02$; 2 — $\varepsilon_{п} = 0,002$; 3 — $\varepsilon_{п} = 0,001$

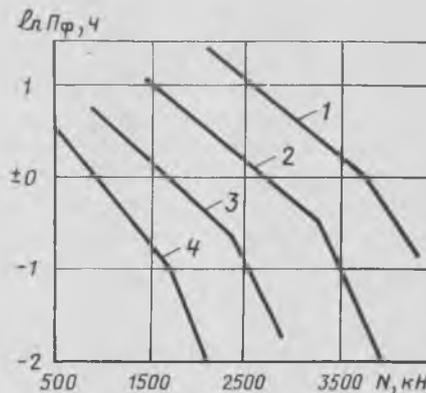


Рис. 3. Зависимость пределов огнестойкости сплошных колонн, сечением 40×40 см от уровня нагружения и значений коэффициента условий воздействия пожара
1 — $\psi = 0,75$; 2 — $\psi = 1$; 3 — $\psi = 1,3$; 4 — $\psi = 1,6$

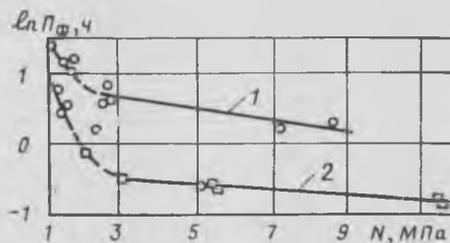


Рис. 4. Зависимость пределов огнестойкости несущих бетонных и железобетонных стен от уровня нагружения

1 — стена размером $130 \times 14,5 \times 270$ см, $\mu = 0,75$;
2 — стена размером $130 \times 12 \times 270$ см, $\mu = 0,09$;
○ — бетон на известняковом щебне; □ — бетон на гранитном щебне

тере и тенденциях изменения огнестойкости конструкций в зависимости от условий воздействия пожара. В результате обработки данных работы [3] получена картина изменения пределов огнестойкости железобетонных колонн при $\psi = 1,6 \dots 0,75$ (рис. 3). На рис. 4 приведены результаты обработки данных работы [1] о характере изменения пределов огнестойкости несущих бетонных и железобетонных стен от уровня нагружения. Аналогичные зависимости для огнестойкости стальных конструкций по признаку потери прочности были приведены в источнике [5]. Все эти зависимости, представленные в полулогарифмических координатах, имеют характерный вид семейства прямых линий с изломами, что свидетельствует о кинетическом характере процесса разрушения этих конструкций при пожаре.

Выводы

Выявленный тип температурно-силовой зависимости огнестойкости арматурных сталей, бетонов, некоторых конструкций соответствует представлениям кинетической концепции прочности, является дополнительным подтверждением универсальности и справедливости этой концепции, возможности ее использования в качестве физической основы поведения бетона и железобетона в условиях воздействия пожара.

Полученное уравнение огнестойкости можно применять для обобщения информации об огнестойкости объектов, выбора оптимальных условий испытаний на огнестойкость, в инженерных методах оценки и прогнозирования огнестойкости на стадии проектирования материалов, конструкций, зданий и сооружений.

Общий характер температурно-силовой зависимости долговечности строительных материалов в обычных и экстремальных условиях эксплуатации указывает на перспективность прогнозирования долговечности объектов в обычных условиях эксплуатации по результатам ускоренной оценки поведения этих объектов в более жестких условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Огнестойкость зданий/В. П. Бушев, В. А. Пчелинцев, В. С. Федоренко, А. И. Яковлев. М., Стройиздат, 1970.
- Регель В. В., Слущкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М., Наука, 1974.
- Яковлев А. И., Стороженко Т. Е. Огнестойкость одноэтажных промышленных зданий в зависимости от пожарной нагрузки. — Промышленное строительство, 1979, № 9.
- Ройтман В. М. Аспекты теории долговечности строительных конгломератов в условиях экстремальных воздействий (пожара). — Строительные материалы, 1980, № 7.
- Ройтман В. М., Консева Е. Б. Оценка огнестойкости стальных конструкций на основе кинетической концепции прочности. — В сб.: Огнестойкость строительных конструкций, вып. 7, М., ВНИИПО МВД СССР, 1979.

УДК 624.012.45:725.4

Р. А. ГЕРШАНОК, Е. И. ГЛЕЗАРОВ, инженеры (ПИ-1);
Г. И. БЕРДИЧЕВСКИЙ, В. А. КЛЕВЦОВ, доктора техн. наук (НИИЖБ);
А. Т. ВЛАСКИН, инж. (Промстройпроект);
Т. М. ПЕЦОЛЬД, канд. техн. наук (Белорусский политехнический ин-т)

Автоматизированное проектирование типовых конструкций для промышленного строительства

Предложения авторов публикуемой ниже статьи представляют определенный интерес, но реализация их связана со значительными изменениями в работе проектных организаций.

Последствия этих изменений должны быть всесторонне рассмотрены, в связи с чем редакция журнала просит читателей высказать свое мнение по затронутому в статье вопросу.

При создании номенклатуры типовых конструкций и первичной разработки современной системы их проектной документации электронно-вычислительная техника применялась ограниченно. Это определило структуру типовых проектов промзданий и порядок формирования рабочих чертежей.

В настоящее время в состав типовых серий включаются сборные железобетонные элементы определенной номенклатуры по несущей способности и табличные ключи для подбора и привязки конструкции.

Внедрение электронно-вычислительной техники не изменило систему составления проектной документации типовых конструкций, поскольку она используется только при разработке табличных ключей. Система табличных ключей охватывает лишь ограниченное число сочетаний нагрузок на типовые конструкции зданий и сооружений. Причем процесс совершенствования технологии производства, связанный с внедрением новейших транспортных систем, подвесных коммуникаций, потолков, оборудования и других, увеличивает число возможных сочетаний нагрузок. В то же время индустриализация промышленности сборного железобетона предусматривает унификацию и сокращение номенклатуры типовых конструкций. Сложившаяся система типового проектирования не позволяет в полной мере использовать возможности автоматизации проектирования для повышения эффективности типовых конструкций.

Так, в типовой серии 1.423—3 «Железобетонные колонны прямоугольного сечения для одноэтажных производственных зданий без мостовых кранов» сочетания нагрузок на колонны, предусмотренные табличными ключами в выпуске 0-1, унифицированы и при проектировании конкретных зданий в некоторых случаях расчетные усилия отличаются на 25—30%. Например,

при проектировании здания пролетом 24 м, при шаге стропильных ферм 6 м, без подвешного транспорта, возводимого в третьем районе по массе снегового покрова, продольное усилие в колонне по расчету составит 800 вместо 1180 кН по типовому проекту. В этом случае колонна, подобранная по табличным ключам, и фундамент под нее имеют излишний запас прочности.

Кроме того, ключи для подбора колонн, приведенные в указанной серии, зачастую мало приемлемы для конкретного проектирования. Например, в них не предусмотрена возможность сочетания зданий с различной длиной пролетов, не учтены перепады высот соседних пролетов, не рассмотрены здания длиной менее 60 м и др. В этих случаях проектировщик вынужден выполнять расчет вручную. На практике при этом обычно принимают колонну несколько большей несущей способности, чем это требуется. Аналогичное положение отмечается и в других сериях типовых конструкций. Например, серия 1.463-3 содержит 13 марок безраскосных ферм пролетом 18 м и 14 марок ферм пролетом 24 м, различающихся по несущей способности. Каждая марка ферм обеспечивает восприятие определенной группы нагрузок от покрытия и подвешного транспорта в различных сочетаниях (клетки ключа). При этом нагрузки от покрытия и подвешного транспорта приняты унифицированными. Все элементы ферм данной марки (верхний пояс, стойки, нижний пояс, опорные и промежуточные узлы) запроектированы на одинаковые эпюры усилий от нагрузок соответствующих клеток ключа. В конкретном случае применения той или иной фермы может возникнуть необходимость в подвеске к ней дополнительного груза, например конвейерной линии, тельфера, технологического оборудования и др., вызы-

вающего заметное увеличение усилия в каком-нибудь элементе фермы. В этом случае после выполнения соответствующего расчета фермы следует подобрать из номенклатуры ту марку, в которой данный элемент обладает необходимой несущей способностью.

При этом остальные элементы фермы имеют излишнюю несущую способность, что увеличивает расход стали. Следует также учесть, что в конкретных условиях проектирования нагрузки, воспринимаемые фермами, зачастую значительно отличаются от унифицированных. При этом также приходится выполнять расчеты вручную или, как это часто бывает, обращаться к авторам типовых серий с просьбой произвести необходимые расчеты, что связано с дополнительными затратами времени и средств.

Таким образом, принятая в настоящее время методика разработки типовых серий сборных железобетонных конструкций не в полной мере отвечает требованиям оптимального проектирования, хотя применение вычислительной техники значительно увеличивает производительность труда при разработке и внедрении типовых серий.

Для устранения отмеченных недостатков ПИ-1 Промстройпроект, НИИЖБом и Белорусским политехническим институтом предложен новый подход к формированию проектной документации типовых конструкций. В состав типовой серии включаются опалубочные чертежи конструкции, схемы армирования, широкий сортамент арматурных изделий и рекомендуемые классы стали и марки бетона. При этом рабочие чертежи элементов в типовой серии отсутствуют. Неотъемлемой частью привязки типовой серии является использование автоматизированной системы проектирования типовых железобетонных конструкций. Она позволяет подобрать элемент необходимой несущей способности в конкретных условиях применения. В каждом случае автоматизированная система дает возможность вводить граничные условия, например ограничения по видам и маркам бетона, классам и диаметрам арматуры, по типам опалубочных форм и др. Все материалы, необходимые для изготовления и применения, печатаются с помощью ЭВМ, использование которых в данном случае является обязательным.

Предлагаемая технология проектирования и оформления документации имеет следующие преимущества — типовые конструкции получаются равнопрочными и экономичными, упрощается применение типовых серий, поскольку для выбора оптимального решения достаточно заполнить несколько входных документов, содержащих общие параметры конструкции и действующие нагрузки, сокращаются сроки разработки типовой серии и уменьшается объем проектной документации, при изменении норм проектирования, совершенствовании методики расчета и так далее переработка типовой серии сводится к минимуму (корректировка отдельных блоков программы).

Внедрение новой технологии следует осуществлять в два этапа. На пер-

вом — типовые серии должны содержать опалубочные чертежи и широкий сортамент арматурных изделий в обычном оформлении. При этом автоматизированная система проектирования предназначена только для разработки марок типовых конструкций и ключей их подбора. С ее помощью для конкретной проектной ситуации могут быть выделены арматурные изделия из типовой номенклатуры и запроектирована оптимальная конструкция в типовой опалубке.

На втором этапе при достаточно высоком уровне развития вычислительной техники и соответствующей обеспеченности ею проектных организаций отпадает необходимость в разработке альбомов типовых серий [1].

В ПИ-1 совместно с НИИЖБом и Белорусским политехническим институтом реализован первый этап для безраскосных ферм (Ферма-80) и центрифугированных колонн (АВКОЛ). Дальнейшим совершенствованием автоматизированной системы проектирования является оптимизация конструкций по критерию стоимости. Этот принцип был осуществлен при разработке типовой серии центрифугированных колонн кольцевого сечения [2]. В основу разработки был положен унифицированный сортамент центрифугированных конструкций, содержащий рабочие чертежи стоек длиной 3—19,6 м, диаметром 300—1000 мм, с толщиной стенок 50—120 мм, отличающихся армированием и марками бетона, согласно ГОСТ 23444—79. При использовании опалубочных ферм всего семи диаметров изменения основных параметров можно получить около 17 тыс. марок изделий, отличающихся по несущей способности. При этом и тех же заданных параметрах (высота колонн, действующие усилия) автоматизированная система предлагает достаточно большое число кольцевых колонн, имеющих различные марки бетона, диаметр, толщину стенок и варианты армирования, но обладающих одинаковой несущей способностью. Из них система выбирает оптимальную по стоимости. Выданная на печать марка колонны несет всю необходимую информацию для заводоизготовителей. Использование такого подхода к формированию типовой серии позволило добиться сокращения расхода бетона в колоннах до 20%, стали до 15%.

Таким образом, предлагаемая методика разработки типовых серий позволит снизить материалоемкость применяемых конструкций с одновременным обеспечением их равнопрочности. Кроме того, открывается возможность более полного учета конкретных особенностей производства, включая необходимость замены арматуры, использования местных строительных материалов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Л. Б. Автоматизация проектирования. Дальнейшие тенденции развития. «Строительство и архитектура. Сер. 2. М., Научн.-техн. реф. сб. ВНИИИС, вып. 2, 1981.
2. Центрифугированный железобетон в промышленном строительстве/Е. С. Спирский, Р. А. Гершаков, Л. Н. Зикеев, Т. М. Песоляда. — Бетон и железобетон, 1979, № 4.

Стандарты

УДК 691.327:539.4(083.74)

М. И. БРУССЕР, канд. техн. наук (НИИЖБ); В. А. ДОРФ, канд. техн. наук; А. Г. МАЛИНОВСКИЙ, инж. Ю. Г. ХАЮТИН, канд. техн. наук; (Оргэнергострой); И. И. КОСТИН, инж. (Госстрой СССР)

Новая система стандартов на правила контроля прочности бетонов

Действующие в настоящее время ГОСТ 18105—72 и ГОСТ 21217—75 на контроль и оценку прочности бетона сыграли значительную роль при внедрении в практику статистических методов контроля качества бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Однако предложенные методы нуждались в совершенствовании.

В связи с этим в стандарты, вводимые в действие с 1 января 1982 г., наряду с основными принципами назначения требуемой прочности бетона в зависимости от его однородности, введено много новых положений. Существенно изменена структура документа. Действующие стандарты были дифференцированы по методам определения прочности бетона (разрушающие и неразрушающие). Новая система состоит из трех взаимосвязанных стандартов: «Бетоны. Правила контроля прочности. Основные положения» ГОСТ 18105.0—80; «Бетоны. Правила контроля прочности на сжатие для сборных конструкций» ГОСТ 18105.1—80; «Бетоны. Правила контроля прочности на сжатие для монолитных конструкций» ГОСТ 18105.2—80.

В ГОСТ 18105.0—80 область применения статистических методов контроля распространена, кроме тяжелых и легких, на ячеистые и силикатные бетоны. Для всех видов разрушающих и неразрушающих способов определения прочности установлены две схемы контроля: с известной (А) и неизвестной (Б) вариацией. Это позволяет распространить статистический контроль на производство малосерийных и единичных конструкций.

Допускается объединение в один технологический комплекс близких составов бетонов, отличающихся расходом цемента не более чем на ±15%, удобоукладываемостью не более чем в 2 раза, а также прочностью в пределах 5—10 МПа. При назначении требуемой прочности бетонов учтено, что в соответствии со стандартом СЭВ (СТ 1406—78) ее нормируют не по маркам, а по клас-

сам, поэтому расчетные формулы даны и для марок, и для классов:

$$R^T = \frac{K^T}{100} R_{\text{норм}}, \quad (1)$$

$$R^T = C \frac{K^T}{100} B. \quad (2)$$

Коэффициент C равен 1,43 для ячеистого бетона и 1,28 для остальных видов бетона. Формулу (1) применяют при нормировании прочности по маркам ($R_{\text{норм}}$ — нормируемая прочность), формулу (2) — по классам (B). Для отпусковой и передаточной прочности сборных конструкций под B понимают класс прочности, умноженный на установленную в проекте или стандарте на конструкцию процентную долю этой прочности от марочной. Например, если класс по прочности $B 20$, т. е. 20 МПа, а отпусковая прочность установлена в проекте 70%, то $B = 0,7 \times 20 = 14$ МПа.

Коэффициент требуемой прочности K_T соответствует отношению требуемой и нормируемой прочности (R_T/R) в действующих стандартах. В новом ГОСТе этот коэффициент определяется фактическим коэффициентом вариации прочности (V), числом испытаний (n), а также схемой контроля [1].

Для схемы (А) K_T рассчитывают по формуле

$$K_T = (1 - U_1 V^n) \times \left[1 + \frac{V}{1 - U_1 V} \left(U_1 + \frac{U_2}{\sqrt{n}} \right) \right], \quad (3)$$

а для схемы (Б):

$$K_T = \frac{1 - U_1 V^n}{1 - kV}, \quad (4)$$

где

$$k = \frac{U_1 + U_2 \sqrt{\frac{1}{n} \left(1 - \frac{U_2^2}{2n-1,4} \right) + \frac{U_2^2}{2n-1,4}}}{1 - \frac{U_2^2}{2n-1,4}} + \frac{U_2^2}{2n-1,4}; \quad (5)$$

V_{II} — нормируемый СНиПом коэффициент вариации, равный 0,17 для массивного гидротехнического бетона; 0,15 — для автотканного ячеистого бетона на цементном или смешанном вяжущем и 0,135 — для тяжелого бетона и бетона на пористых заполнителях; U_1 — процентная точка нормального распределения, зависящая от обеспеченности нормативных сопротивлений (для массивного гидротехнического бетона $U_1 = 1,28$; а для остальных видов бетона $U_1 = 2$); $U_2 = 0,84 - 20\%$ -ная точка нормального распределения, определяемая риском потребителя.

В новом стандарте несколько изменена система оценки. Прочность бетона партии подлежит приемке, если ее фактическое среднее значение в партии не ниже требуемой, а прочность каждой отдельной серии образцов не ниже 70% нормируемой для ячеистых бетонов и 78% нормируемой для всех остальных видов бетона. Для бетона проектного возраста эти цифры соответствуют классу по прочности.

ГОСТ 18105.0—80 в соответствии со стандартом СЭВ (СТ 2046—79) устанавливает общие правила контроля и оценки прочности как на сжатие, так и на растяжение. В приложении к стандарту дана рекомендуемая методика отбраковки выпадающих результатов определения прочности и однородности бетона в партии, основанная на критерии Граббса и ГОСТ 11.002—73. Она позволяет исключить грубые ошибки контроля.

В ГОСТ 18105.1—80 сосредоточены все правила контроля и оценки прочности на сжатие для сборных конструкций. При определении областей применения статистического и нестатистического контроля установлено, что последний разрешается при производстве единичных конструкций общим объемом до 10 м³. Коэффициент требуемой прочности (K_T) при этом принят равным 100, а не 110%, как в действующем ГОСТ 18105—72. Учитывая, что прочность бетона в проектном возрасте определяется за месяц, нормы контроля снижены до 2 серий в неделю.

Для унификации оценки прочности по образцам и неразрушающими методами минимальная продолжительность периода контроля снижена до одной недели. Объем контроля прочности бетона за анализируемый период уменьшен с 40 до 30 результатов.

В ГОСТ 18105.1—80 введено рекомендуемое приложение по назначению среднего уровня прочности бетона, который рассчитывается по формуле

$$R_y = R^T K_{м.п.} \quad (6)$$

где $K_{м.п.}$ находится по таблице в зависимости от коэффициента вариации средних прочностей в партиях относительно средней прочности за анализируемый период (межпартийного коэффициента вариации). Обеспеченность среднего уровня прочности принята равной 90%.

При определении прочности бетона неразрушающими методами в стандарте предусмотрено разделение конструкций по высоте на две зоны. Для установления систематического различия в прочности зон по предложению НИИСКА [2] в приложение к стандарту введена соответствующая статистическая проверка.

В ГОСТ 18105.2—80 объединены правила контроля и оценки прочности на сжатие бетона для монолитных конструкций. Схемы контроля приняты те же, что и в ГОСТ 18105.1—80: с известной (А) и неизвестной (Б) вариацией. Однако для монолитного бетона выбор схемы контроля А или Б зависит от стабильности во времени коэффициента вариации прочности. Если соотношение коэффициентов вариации прочности бетона в двух последовательных партиях меньше табличного, выбранного примерно для 10%-ного уровня значимости, то принимается схема А и коэффициент вариации усредняется по обеим партиям. Схемы контроля прочности на заводе и на строительной площадке должны соответствовать друг другу.

Нестатистический контроль прочности допускается для конструкций с общим объемом бетонирования до 25 м³ в сутки, а также для ответственных конструкций из бетона марок до М 150 по согласованию с проектной организацией. Как правило, прочность оценивается параллельно на заводе товарного бетона и на строительной площадке. Как исключение, разрешено не контролировать прочность на строительных площадках с общим объемом бетона до 50 м³, получающих готовую бетонную смесь с заводов, расположенных не далее 50 км.

Максимальная продолжительность изготовления партии бетона на заводах увеличена до 1 мес. От каждой партии бетона следует отбирать не менее 15 проб при контроле по схеме А, 6 проб — по схеме Б и 2 пробы — при нестатистическом контроле.

Сроки определения прочности бетона при контроле ее на стройплощадке могут отклоняться от проектных устанавливаться строительной лабораторией в зависимости от климатических условий и других факторов, определяющих темп твердения бетона. Средний уровень прочности бетона в промежуточный срок контроля для монолитного бетона

назначается по тем же принципам, что и для сборного. Однако методика его расчета отличается в связи с изменением прочности и однородности бетона в зависимости от возраста [3].

В приложении к ГОСТ 18105.2—80 дана разработанная Оргэнергостроем методика учета результатов контроля прочности в промежуточный срок, которые коррелируются с проектной прочностью. При этом коэффициент вариации, рассчитанный по результатам испытаний в проектном возрасте, умножается на понижающий коэффициент C , рассчитываемый по формуле

$$C = \sqrt{\frac{e}{e + n_1}} \quad (7)$$

где

$$e = n_1^2 + n_2^2 + n_1 K_v^2 - 2 r n_1 K_v; \quad (8)$$

n_1 и n_2 — число серий контрольных образцов, испытанных для данной партии бетона в промежуточный срок и в проектном возрасте; K_v — коэффициент, определяемый как соотношение коэффициентов вариации прочности бетона в проектном возрасте и в промежуточный срок; r — коэффициент корреляции прочности бетона в промежуточный срок и в проектном возрасте.

Использование этой методики позволяет снизить требуемую прочность бетона в среднем на 10%. Несмотря на то, что ГОСТ 18105—72 был введен в действие с 1 января 1975 г., объем его внедрения составляет 20—25% общего объема производимого бетона. Технико-экономическая эффективность внедрения статистических методов не вызывает сомнения и подтверждена практикой.

В последнее время Госстрой СССР неоднократно обращал внимание министерств и ведомств на обязательность повсеместного внедрения стандарта и необходимость снижения фактической прочности бетона при его высокой однородности, что зафиксировано в новом стандарте и позволит наряду с повышением надежности конструкций достигнуть экономии цемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорф В. А. Методика оценки прочности и однородности бетона неразрушающими методами. — В кн.: Контроль и управление качеством бетона, М., МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1975.
2. Сидоренко М. В., Лещинский А. М. Учет систематической неоднородности прочности бетона при статистическом контроле. — Бетон и железобетон, 1979, № 11.
3. Дорф В. А. и др. Предложения по методическим основам статистического контроля прочности гидротехнического бетона. — Гидротехническое строительство, 1977, № 8.

Е. Н. ЩЕРБАКОВ, Н. Г. ХУБОВА (ЦНИИС Минтрансстроя);
В. З. МЕШКОВ (НИИЖБ), кандидаты техн. наук

Основные результаты совместных исследований свойств бетона и арматуры

Увеличение масштабов современного строительства, повышение требований к надежности и долговечности железобетонных конструкций обуславливают необходимость более глубокого изучения этого материала — бетона и арматуры. Именно эта задача определяла направления работ по теме 4.5.5 «Исследования физико-механических характеристик бетона и арматурных стержней при различных напряженных состояниях с учетом влияния технологических и эксплуатационных факторов», выполняемой в рамках плана сотрудничества Постоянной Комиссии СЭВ по строительству на 1976—1980 гг.

Головной организацией по теме являлся ЦНИИС Минтрансстроя (СССР). Тема включала 7 самостоятельных исследований, в разработке которых принимали участие институты-соисполнители стран-членов СЭВ: ИНИС (НРБ), ЭТИ, ЭМИ, ВАШКУТ (ВНР), БЛК, ТУ-Дрезден, ВТИ-Висмар (ГДР), ИТБ (ПНР), ИИЧЕРК (СРР), СУ-ЧВУТ, УСТАРХ-САВ, ВМИС (ЧССР) и 12 советских научно-исследовательских и учебных институтов (ЦНИИС, НИИЖБ, ВЗПИ, ВНИИГ, ВНИИМетиз, ИСМИС АН ГССР, КАДИ, КИИ, ИНИС, ОИСИ, ТашИИТ, ФМИ АН УССР).

Исследования темы группировались по двум основным направлениям: «Характеристики бетона» (координирующий институт — ЦНИИС Минтрансстроя) и «Характеристики арматурных стержней» (координирующий институт — НИИЖБ Госстроя СССР).

В связи с тем, что почти все исследования были связаны с большим количеством экспериментов и обширным сбором данных для последующей статистической обработки, для эффективного проведения работы совместно несколькими или всеми институтами-соисполнителями были разработаны и согласованы единые методики каждого исследования. Проведение работ в соответствии с принципами этих методик обеспечило возможность корректного сопоставления и обобщения полученных в разных странах результатов, а также сокращение сроков выполнения работ и затрат на проведение экспериментальных исследований.

Совместное проведение исследований по теме позволило получить ряд принципиально новых, ценных в научном и практическом отношении результатов, развивающих современные представления о свойствах неоднородных строительных материалов типа бетона,

склонности к хрупкому разрушению и реологической стойкости арматурных стержней.

Так, в рамках исследования, касающегося прогнозирования процессов деформирования и разрушения бетона с учетом особенностей его структуры и вида напряженного состояния, сформулированы общие принципы моделирования структуры бетона как неоднородного многокомпонентного материала, позволяющие создавать математические модели процесса его деформирования и разрушения под нагрузкой. На основании этих принципов предложены (ВЗПИ и ОИСИ — СССР) достоверные математические зависимости, отражающие влияние структурных характеристик бетона на его прочностные и деформативные свойства. Сравнение результатов прогнозирования параметров деформирования и разрушения бетона с помощью математического моделирования с экспериментальными данными, полученными в институтах-соисполнителях, показало высокую сходимость.

В результате экспериментально-теоретических исследований деформирования и разрушения бетона при многократно повторных нагрузках разработана (ЭТИ — ВНР, БЛК — ГДР) математическая модель для описания процесса виброползучести бетона, позволяющая прогнозировать как конечное значение деформаций виброползучести, так и закономерности изменения их во времени.

На основании экспериментально-теоретического изучения деформативных и прочностных характеристик бетона при сложных напряженных состояниях определены величины критических напряжений, вызывающих структурные изменения в бетоне, приводящие к разрушению в условиях «сжатие — сжатие» (НИСИ — НРБ) и «сжатие — растяжение» (НИИЖБ — СССР) при различной последовательности нагружения, а также влияние траектории нагружения на прочность, деформации и закономерности изменения структуры бетона как в условиях трехосного неравномерного сжатия $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$ (ТУ-Дрезден — ГДР и НИИЖБ — СССР), так и в условиях сложного нагружения с переменной величиной бокового давления $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ (ЦНИИС — СССР). В результате анализа и обобщения полученных в институтах-соисполнителях экспериментальных данных, а также большого объема собранных литературных данных по прочностным и деформативным

характеристикам бетона в условиях сложных напряженных состояний установлены зависимости влияния сложного нагружения на прочность бетона при двухосном сжатии — растяжении, получены надежные оценки для предельных состояний бетона при двух- и трехосных нагружениях и соответствующие предельные поверхности разрушения в пространстве главных напряжений; установлены соотношения связи между напряжениями и деформациями в девиаторной форме.

Изучение отдельных характеристик бетона в тесной связи с влиянием температуры и влажности среды (или самого материала) позволило сделать ряд уточнений указанных характеристик, важных для проектирования бетонных и железобетонных конструкций с учетом эксплуатационных воздействий. Так, на основании исследования изменения физико-механических свойств водонасыщенного бетона при циклических изменениях температуры в диапазоне отрицательных значений и с переходом через ноль сделаны предложения ЦНИИС — СССР по регулированию стойкости бетона путем изменения степени насыщения его пор водой, что достигается выбором В/Ц, введением в бетон воздухововлекающих добавок при благоприятном режиме твердения, исключающем повреждение структуры бетона.

Исследование физико-механических характеристик бетонов различной структуры в условиях изменения влажности и температуры в области положительных значений (ВЗПИ — СССР, ИИЧЕРК — СРР и СУ-ЧВУТ — ЧССР) позволило установить зависимости этих характеристик от температуры и влажности.

На основании исследований в лабораторных условиях усадки и ползучести бетона, рекомендованного к применению в суровых климатических условиях, разработаны (ЦНИИС и Сиб-ЦНИИС — СССР) предложения по учету влияния комплексной добавки (с пластифицирующим и воздухововлекающим действием) на числовые параметры ползучести и усадки бетона. Установлены закономерности развития деформаций ползучести и усадки бетона в естественных климатических условиях и разработана методика прогнозирования этих деформаций.

Экспериментальные исследования физико-механических характеристик тяжелого бетона, проведенные институтами-соисполнителями стран-членов СЭВ в 1971—1980 гг., позволили накопить

значительный по объему фактический материал. В сочетании с данными, опубликованными в мировой технической литературе в течение последних 40—50 лет, этот материал представляет достаточную и надежную основу для статистической обработки с целью нормирования основных физико-механических характеристик бетона. Это позволило осуществить в СССР уникальный по объему статистический анализ экспериментальных результатов по основным характеристикам тяжелого бетона (прочность, модуль упругости, предельная сжимаемость, ползучесть, усадка), не имеющий аналогов в мировой практике. В результате исследований, проведенных институтами ЦНИИС, ОИСИ и КИИ по данным, представленным всеми институтами-соисполнителями, обоснованы конкретные математические модели для прогнозирования указанных характеристик с достаточной для практики точностью и при учете минимального числа факторов. Сопоставление полученных результатов с другими способами нормирования прочности и деформаций подтвердило преимущества предложенной методики.

Полученные в ходе исследований статистические критерии позволили, с одной стороны, объективно подтвердить целый ряд ранее известных положений, а с другой — впервые получить надежную количественную оценку некоторых мало изученных явлений, существенно важных для прогнозирования свойств бетона (например, индивидуальной роли большого числа факторов, в том числе и качественных, характеризующих свойства составляющих бетонной смеси, влияние предварительного высыхания бетона на предельную величину деформаций ползучести, сложного по характеру влияния химико-минералогических характеристик цемента на усадку бетона и др.)

Проведенное исследование основных характеристик конструктивных бетонов на пористых заполнителях (ИНСИ—ПРБ, ЦНИИС—СССР, УСТАРХ—САВ—ЧССР) позволило вывести предварительные статистические зависимости для прогнозирования прочности при сжатии и модуля упругости этих бетонов.

Проведено статистическое обоснование переходных коэффициентов для расчета прочности бетона на сжатие по результатам испытания образцов-кубов и кернов (ИНСИ—ПРБ, БЛК—ГДР).

Предложены критерии для оценки влияния сцепления арматуры с бетоном на устойчивость железобетонных элементов (ЭТИ—ВНР). Сделаны рекомендации в отношении скорости подъема температуры при пропаривании, обеспечивающей повышенное сцепление между бетоном и арматурой (ОИСИ—СССР). Определена степень влияния пористости и анизотропии бетона на его прочностные и деформативные характеристики (СУ-ЧВУТ—ЧССР).

В рамках задания «Характеристики арматурных сталей» в результате изучения склонности к коррозионному растрескиванию под напряжением высокопрочных арматурных сталей получены новые данные о влиянии технологии изготовления арматуры, величины действующих напряжений, длительности и степени агрессивности атмосферных воздействий на механические свойства стали и ее склонность к хрупкому разрушению.

Разработан и проверен (ИТВ—ПИР, НИИЖБ и ФМИ АН УССР—СССР) на практике метод ускоренных испытаний высокопрочных арматурных сталей на склонность к хрупкому разрушению при воздействии сред, близких к естественным. Анализ экспериментальных данных, полученных при изучении хладноломкости арматурных сталей классов А-II и А-III в состоянии поставки, а также стыковых сварных соединений арматуры класса А-III позволил определить закономерности перехода исследованных сталей в хрупкое состояние при понижении температуры и установить критерии, характеризующие стадии такого перехода, которые отражают особенности реальной работы арматурных сталей в железобетонных конструкциях.

Выявлены новые и уточнены известные закономерности релаксации напряжений арматурных сталей при воздействии различных технологических и эксплуатационных факторов и предложены эмпирические зависимости, позволяющие определить потери напряжений в арматуре от релаксации для различных стадий изготовления и эксплуатации железобетонных конструкций (ЭМИ, ВЛПКУТ—ВНР, НИИЧЕРК—СРР, НИИЖБ—СССР).

В процессе изучения изменчивости механических свойств арматурных сталей в состоянии поставки выполнен (ЭМИ—ВНР, НИИЖБ и ВНИИМетиз—СССР, ВМНС—ЧССР) большой объем работ по сбору материалов испытаний арматурных сталей за длительный промежуток времени на заводах-изготовителях и предприятиях строительной промышленности. На основе статистического анализа результатов разработки предложения о повышении нормативных и расчетных сопротивлений некоторых видов арматуры. Реализация этих предложений позволит уменьшить расход стали и получить значительный экономический эффект. Разработана методика статистического приемочного контроля качества высокопрочной арматурной проволоки на заводах-изготовителях.

Важным положительным итогом работы по теме следует считать завершение каждого исследования соответствующими практическими рекомендациями.

Уже в настоящее время целый ряд результатов, полученных в процессе работы, нашел отражение в национальных нормативных и технических документах. Так, в СССР результаты исследований использованы при составле-

нии ГОСТ 24452—80 «Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона», ГОСТ 7348—81 «Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия», ГОСТ 24544—81 «Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести», 1-й редакции СНиП «Мосты и трубы», руководство по расчету железобетонных конструкций с учетом ползучести и усадки и по расчету температурных и усадочных воздействий при проектировании и строительстве железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строений мостов. Результаты исследований нашли отражение в рекомендациях по производству коррозионностойких покрытий железобетонных конструкций транспортных сооружений, работающих в агрессивных средах, и в Наставлении по технологии изготовления железобетонных балок и плит для сборных пролетных строений.

В ГДР на основании исследований по теме 4.5.5 разработан национальный стандарт TGL 33444 «Испытание выверленных кернов. Бетон», аналогичный стандарт разработан в НРБ. В НРБ, кроме того, в ряде нормативных документов использованы полученные в рамках темы результаты исследований отдельных характеристик легких бетонов (БДС 505—78 и БДС 7268—79).

Результаты изучения изменчивости механических свойств арматуры использованы при пересмотре стандарта ВНР на горячекатаную арматурную сталь.

В ЧССР результаты экспериментального определения влияния изменений температуры и влажности на физико-механические характеристики бетона, данные по уточнению прочностных и деформационных характеристик обычного и легкого бетона, а также результаты определения и оценки склонности напрягаемых проволок разных видов к коррозии использованы в следующих нормативных и технических документах: ЧСН 731201 «Проектирование бетонных конструкций», ЧСН 731251 «Проектирование конструкций из предварительно напряженного бетона», дополнения ЧСН 731203 «Проектирование конструкций из легкого бетона на базе пористого заполнителя», Временные указания по расчету и проектированию конструкций из аглопоритобетонов по предельным состояниям, Временные указания по расчету и проектированию конструкций из предварительно напряженных аглопоритобетонов.

В текущем пятилетии результаты темы могут быть использованы как при проведении дальнейших исследований, так и при пересмотре и составлении стандартов СЭВ. Помимо этого, предусмотрено внедрение результатов в ряд национальных нормативных и технических документов во всех странах — участницах.

Совещание по ячеистым бетонам

В августе 1981 г. Госстрой СССР, Госгражданстрой, Минстройматериалов СССР, Госстрой ЭССР и Минстройматериалов ЭССР провели Всесоюзное совещание по производству и применению в строительстве автоклавных ячеистых бетонов, на котором присутствовало 186 участников из различных республик и городов Советского Союза. Функционировала представительная выставка (более 160 плакатов), освещающая опыт работы проектных, научных и производственных организаций. Программа совещания предусматривала, кроме того, ознакомление с работой Нарвского комбината строительных материалов.

Было заслушано два основных доклада, 14 сообщений и девять выступлений в прениях.

Заместитель председателя Госгражданстроя Ю. М. Родин отметил высокую эффективность применения ячеистых бетонов в строительстве по массе и стоимости конструкций, а также по расходу цемента, трудовых затрат и капиталовложений, по энергозатратам. Особенно целесообразно применение ячеистых бетонов в наружных ограждающих конструкциях зданий в связи с необходимостью увеличения их термического сопротивления на 10—30%. Однако в развитии производства ячеистых бетонов допущено отставание по прочности и объемной массе бетона, трудоемкости и качеству изготовления изделий. Необходимо добиться улучшения этих показателей и увеличения производства путем полного использования имеющихся мощностей и технического перевооружения действующих предприятий, а также строительства новых заводов, в первую очередь в северо-восточных районах страны.

Второй докладчик (В. В. Соколов) остановился на организации производства на действующих предприятиях Минстройматериалов СССР. Некоторые заводы министерства приступили к техническому перевооружению, которое одобряется нехваткой современного оборудования. Минстройдормаш снял с производства виброплощадки. А новые ударные площадки и резательные машины предприятия Минстройматериалов СССР могут изготавливать своими силами только по три комплекта в год.

Выступавшие с сообщениями осветили опыт проектирования, производства и применения конструкций из ячеистых бетонов в ЭССР. Производство ячеистых бетонов в этой республике составляет 280 м³ в год на 1000 чел. населения и в долях от общего производства стеновых материалов (30%) в 10 раз выше, чем средние показатели в нашей стране, и выше, чем в Швеции. В республике накопился богатейший опыт

производства и применения современных видов этих изделий для жилищного, промышленного и сельскохозяйственного строительства. Наличие большого количества отходов сланцевых зол позволяет использовать особо эффективный бесцементный сланцевольный ячеистый бетон. В исследовательских и проектных институтах успешно решаются наиболее актуальные проблемы строительства с применением ячеистых бетонов (вибрационная и ударная технология, укрупнительная сборка и отделка стеновых панелей, конвейерная перевозка изделий и др.).

Участники совещания отметили особенности расчета и проектирования конструкций из ячеистых бетонов, вытекающие из наличия автоклавов различного диаметра, способов формования конструкций, необходимости придания конструкциям простейшей прямоугольной формы без закладных деталей и т. д. Принимая ячеистый бетон упругим материалом, почти идеально следующим законом Гука, для расчета конструкций предлагается использовать «аппарат моментной теории упругости». Предлагается также учитывать повышенное сцепление бетона с арматурой, шире применить каркасные здания, преднапряжение и т. д.

Для производства на действующих, а также на новых предприятиях рекомендованы перспективные конструкции из ячеистых бетонов. Сложившаяся номенклатура конструкций для жилых, общественных и производственных зданий вполне рациональна. Даже при современной технологии изготовления конструкций в индивидуальных формах достигается существенная эффективность. Дальнейшее совершенствование конструкций можно обеспечить использованием резательных и распиловочных машин, а также укрупнительной сборки в заводских условиях.

В сообщениях освещен отечественный и зарубежный опыт совершенствования технологии производства и оборудования. Рассмотрены новые виды оборудования для производства изделий из ячеистых бетонов, разрабатываемые НИПСиликатобетоном. Минстройдормаш прекращает разработку нового и свертывает производство имеющегося оборудования. Необходимо, чтобы это министерство приняло на серийное производство разработанные и проверенные резательные машины, ударные виброплощадки, смесители, дозаторы и другое оборудование и приспособления.

Участники совещания отметили экономическую эффективность производства и применения ячеистых бетонов. По всем показателям их применение более выгодно как в крупнопанельном (по

сравнению с керамзитобетонными панелями), так и в мелкоштучном строительстве (в виде мелких блоков по сравнению с кирпичом). При этом по энергоёмкости производства изделий и расходу топлива при эксплуатации зданий выгоднее стены из ячеистых бетонов.

На совещании приводились конкретные примеры успешного применения ячеистых бетонов. В системе Минпромстроя СССР наибольшее число заводов выпускают цельноформуемые панели стен жилых зданий с размерами на один и два планировочных модуля. На Свердловском заводе им. Ленинского комсомола выпускают такие же цельноформуемые стеновые панели для наиболее высоких жилых зданий — 16-этажных. В Ленинграде накоплен большой опыт производства составных стеновых панелей с размером «на два окна», исходные элементы для сборки которых изготавливаются в настоящее время на резательной машине с наибольшей в мире (1,6 м) высотой отливки массива газобетона.

Одно из сообщений было посвящено сырью для автоклавных ячеистых бетонов, включая использование хвостов и отходов добывающих и других видов промышленности.

В заключительном сообщении были отмечены конструктивные и технологические мероприятия по повышению долговечности наружных ограждающих конструкций из ячеистых бетонов на примере различных животноводческих зданий. При общем удовлетворительном состоянии стен в большинстве этих зданий (при правильном проектировании и нормальной эксплуатации) приведены отдельные случаи их разрушения из-за систематического увлажнения по периметру проемов (особенно в подоконных участках). Перечислены основные мероприятия по устранению этих дефектов.

Для расширения внедрения в практику строительства конструкций из ячеистых бетонов участниками совещания приняты рекомендации. Всем заинтересованным министерствам и ведомствам, владеющим предприятиями по выпуску ячеистых бетонов, предлагается разработать и осуществить для каждого из них мероприятия по максимальному использованию имеющихся мощностей. Это может дать прирост производства ячеистых бетонов примерно на 15%, т. е. довести общее их производство с 5,5 до 6,3 млн. м³ в год без специальных капитальных вложений.

Расширение производства может и должно идти по пути увеличения уже выпускаемой и освоения новой для данного предприятия продукции. Так, если предприятия изготавливают стеновые

панели в достаточном для заказчиков количестве, то можно на них освоить выпуск панелей покрытия, причем даже для зданий с кирпичными или керамзитобетонными стенами. На многих предприятиях можно также освоить (без больших капитальных затрат) производство мелких стеновых блоков, спрос на которые всюду велик.

В рекомендациях совещания отмечается необходимость технического перевооружения действующих предприятий. Госплан СССР, министерства и ведом-

ства должны выделить соответствующие средства, а Минстройдормаш — ускорить серийный выпуск проверенного и усилить разработку нового оборудования, а также средств малой механизации.

Госгражданстрою рекомендуется предусматривать в типовых проектах зданий варианты с конструкциями из ячеистых бетонов объемной массой 600 и 500 кг/м³, а производственным предприятиям с помощью научных организаций надлежит освоить технологию изготовления таких бетонов.

Предусматривается также улучшение системы снабжения предприятий автоклавных ячеистых бетонов арматурой и вяжущими, уточнения показателей выпуска продукции, упорядочения прейскурантных цен и т. п.

В целом проведение Всесоюзного совещания явилось важным и полезным мероприятием, способствующим расширению производства и применения ячеистых бетонов в строительстве.

В. В. МАКАРИЧЕВ, В. П. ТРАМБО-ВЕЦКИЙ, кандидаты техн. наук

УДК 693.542.4.661.3

В Научно-техническом совете Минпромстроя СССР

На выездном заседании Научно-технического совета Минпромстроя СССР в Харькове с участием крупных специалистов научно-исследовательских институтов страны и большого числа производственников, технологов сборного железобетона был рассмотрен передовой опыт внедрения пластифицирующей добавки ХДСК-1 при изготовлении сборных железобетонных конструкций на Харьковском ДСК-1, а также перспективы использования суперпластификатора С-3 на предприятиях министерства.

В 1979—1980 гг. на предприятиях Минпромстроя СССР проведены опытные работы и начат промышленный выпуск бетонных изделий и конструкций из смесей с добавками ХДСК-1 и С-3.

Добавка ХДСК-1, разработанная Харьковским ДСК, ХИСИ и КТИ Минпромстроя СССР, представляет собой модификацию пластифицирующей добавки СДБ. Изготавливается в специальной установке путем гидродинамической, термической и химической обработок смеси СДБ со щелочью. ХДСК-1 внедрена на Харьковском ДСК-1 в производстве железобетонных внутренних стеновых панелей и других конструкций, изготавливаемых по кассетной технологии. Применение ХДСК-1 позволило улучшить укладку бетона в кассеты, снизить пористость бетона, сократить время обработки бетона на 4 ч и снизить расход цемента на 12%.

Суперпластификатор С-3, разработанный НИИЖБом совместно с НИОПИК Минхимпрома, выпускается Новомосковским заводом оргсинтеза. Представляет собой специально синтезированный полимерный продукт, состоящий из соединений на основе нафталинформальдегидных смол.

В отличие от известных пластификаторов на основе лигносульфонатов, С-3 не тормозит твердение бетона при более высоких дозировках. Эффект пластификации бетонной смеси благодаря введению добавки сохраняется в пределах 1,5—2 ч.

Суперпластификатор С-3 в 1980 г. в опытным порядке применяли на предприятиях Главприоккстроя, Главинжневожкстроя, а на предприятиях Минпромстроя УССР и Минпромстроя БССР выпущены промышленные конструкции из бетонов на этом суперпластификаторе. На рядовых заполнителях и цементах была увеличена прочность и другие характеристики бетона, сокращен расход цемента, получена высокая удобоукладываемость бетона. В 1981 г. Госстрой СССР выделил суперпластификатор восьми предприятиям Минпромстроя СССР и определил направления отработки технологии его применения на предприятиях сборного железобетона министерства при технической помощи НИИЖБа. Предусматривается получение бетонов марок М 600—700 (включает в себя освоение выпуска конструкций из высокопрочных бетонов, экономии арматурной стали, электроэнергии, сокращения трудозатрат и улучшение условий труда); изготовление по стендовой технологии густоармированных изделий, каркасов зданий с использованием существующей формовой оснастки (включает в себя получение бетонов марок М 400—500, сокращение трудозатрат по формованию, экономии электроэнергии).

Для более широкого внедрения добавки ХДСК-1 и отработки технологии применения суперпластификатора С-3 на предприятиях сборного железобетона крупнопанельного домостроения Минпромстроя СССР Научно-техническим советом приняты рекомендации. Одобрен положительный опыт создания и внедрения пластифицирующей добавки повышенной эффективности ХДСК-1 на Харьковском ДСК-1, а также суперпластификатора С-3 на предприятиях сборного железобетона министерства.

Рекомендуется поручить НИИЖБу оценить эффективность и определить области применения добавки ХДСК-1 для широкого внедрения ее на заводах и стройках страны. КТИ совмест-

но с Харьковским ДСК-1 и ХИСИ оказать методическую помощь предприятиям ЖБИ и КПД в проведении лабораторно-производственных экспериментов по внедрению ХДСК-1; подготовить методику изготовления пластифицирующей добавки ХДСК-1 и технический регламент на ее применение в бетоне.

КТБ Стройиндустрия Минпромстроя СССР на основе опыта Харьковского ДСК-1, а также разработанных КТБ и изготавливаемых централизованно министерством установок по приготовлению и подаче в бетон химических добавок, подготовить и направить всем подразделениям рекомендации по приговлению ХДСК-1 на предприятиях ЖБИ и КПД, по заявкам и договорам с предприятиями оказать им техническую помощь в этом.

Минпромстрою союзных республик, главстроям, управлениям строительства и объединениям определить перечень предприятий сборного железобетона и КПД, на которых будет организовано изготовление ХДСК-1; организовать изготовление ХДСК-1 непосредственно на предприятиях и установить контроль за внедрением.

Предприятиям ЖБИ и КПД Минпромстроя СССР при участии НИИЖБ отработать технологию приемки и хранения суперпластификатора С-3, бетонирования, уплотнения и термовлажностной обработки изделий, усовершенствовать системы введения С-3 в бетонные смеси, отработать и ввести систему учета технико-экономических показателей эффективности применения С-3 по сравнению с существующей технологией.

Главному техническому управлению и Главпромстройиндустрии установить задания подведомственным организациям и предприятиям на 1981—1985 гг. по изготовлению бетонов с применением добавок ХДСК-1 и С-3 и включить эти задания в планы внедрения.

В. П. БЕЛОВ, зам. председателя Научно-технического совета Минпромстроя СССР

Арболит-81

В августе 1981 г. в г. Лодейное Поле Ленинградской обл. состоялась Всесоюзная научно-техническая конференция «Развитие производства и применение в строительстве эффективных конструкций и изделий из арболита».

В работе конференции приняли участие 180 представителей от 45 организаций различных министерств и ведомств. Специалисты обменялись опытом и наметили пути дальнейшего развития и совершенствования производства и применения арболита, повышении качества и степени заводской готовности изделий и конструкций.

На конференции было заслушано 16 сообщений представителей Госстроя СССР, Мивилесбумпрома СССР, Росколхозстройобъединения, Минстройдормаша, ИИИЖБа, Московского лесотехнического института и других организаций

и производственных предприятий. В них было рассмотрено современное состояние и перспективы развития производства и повышения качества конструкций и изделий из арболита, намечены меры по развитию производства и применению индустриальных конструкций и изделий из него, изложено состояние научно-исследовательских работ в области арболита.

Темой сообщений было освоение оборудования для производства конструкций и изделий из арболита методом послойного формования, новые научно-технические и проектно-конструкторские решения производства таких конструкций и изделий, технология горизонтального арболита и перспективы его развития, результаты испытаний крупногабаритных стеновых панелей и плит перекрытий из арболита, повышение качества

арболита и эффективность его производства.

Участники конференции поделились опытом изготовления и применения в сельском строительстве конструкций и изделий из арболита на основе основы и других листовых пород, костры конопля и рисовой соломы, а также на белито-алюминатном вяжущем.

Принятые на конференции рекомендации направлены на дальнейшее развитие научно-исследовательских, экспериментальных и проектных работ, производства и применения арболитовых конструкций и изделий в строительстве, повышения их эффективности и качества, освоения действующих мощностей по их изготовлению.

Работа Всесоюзной конференции проходила в творческой деловой обстановке.

Р. П. АНТОНОВА, инж.

УДК 691.327:536.24.061.3

Тепло- и массоперенос при изготовлении изделий пакетным способом

В июле 1981 г. в УкрНИИГиМе было проведено расширенное заседание секции «Тепло- и массоперенос в процессах твердения материалов на основе вяжущих веществ» Научного совета ГКНТ СССР по проблеме «Массо- и теплоперенос в технологических процессах».

Были рассмотрены технологические и энергетические особенности прогрессивной пакетной технологии заводского производства железобетонных изделий, обеспечивающей экономию топливно-энергетических ресурсов. В работе секции приняли участие 95 представителей от 57 научных, проектных и производственных организаций. Отмечалось, что современное состояние тепловых агрегатов, преимущественно пропарочных камер ямного типа, используемых в традиционной технологии, приводит к непроизводительному расходу энергии.

Наряду с оперативным решением инженерных задач по совершенствованию пропарочных камер, весьма актуальна разработка перспективных методов теплового воздействия на бетон, позволяющих отказаться от применения пропарочных камер. Приведены различные технические решения одного из таких методов, основанного на использовании прогресса изделий в пакетах.

Показана доступность и эффективность пакетирования изделий в термоформах, имеющих обогреваемые паром тепловые отсеки. Тепловое воздействие на бетон осуществляется с обеих сторон изделия, причем плотность со-

пряжения форм позволяет использовать для повышения качества бетона избыточное давление среды.

Обобщен опыт применения электропрогрева плоских плит, пакетируемых на металлических листах — электродах, использования отходящих газов для обогрева пакета плит перекрытий, а также твердения бетона в термоформах под пригрузом при пакетировании тюбингов для метрополитена. Наибольший энергетический эффект дает пакетирование плоских плит, разделенных тонкими металлическими прокладками, служащими дном специальных форм, с обогревом бетона плоскими электронагревателями. Отличительной особенностью такой схемы является создание искусственного массива твердеющего бетона. Изменение степени массивности за счет числа изделий в пакете и варьирования схем размещения плоских нагревателей ускоряют твердение бетона по режимам регулируемого термоса. В некоторых сообщениях приведены результаты физического и математического моделирования тепловых процессов в таком пакете, а также новые методические подходы к решению на ЭЦВМ задач по оптимизации времени приложения и интенсивности теплового воздействия на массив с внутренним источником тепла. При ускоренном твердении изделий в пакетах сокращаются теплопотери, а также используется (до 60%) внутренний источник — тепловыделение цемента — в прогреве изделий. В результате общий удельный расход подводимой извне энер-

гии составляет лишь 25—30 кВт·ч/м³.

Несколько сообщений посвящено разработке специальных конструктивных элементов технологической линии — формирующих установок, сетчатых нагревателей.

Участники заседания ознакомились с проектом технологической линии по изготовлению преднапряженных железобетонных плит пакетным способом, который реализуется на Каховском заводе ЖБИ им. 50-летия СССР. Годовой выпуск плит по пакетной технологии позволит по сравнению с технологией пропаривания изделий увеличить объем продукции в 1,8 раза, производительность труда на 16%, снизить металлоемкость оборудования на 30% и затраты энергии на тепловую обработку в 2,6 раза.

В принятом решении одобрено направление работ, проводимых в УкрНИИГиМе, ВНИПИ Теплопроект, ИИИЖБе, Красноярском Промстройинипроекте и других организациях по изучению технологических и энергетических аспектов пакетной технологии. Специализированным НИИ, КБ и проектным институтам рекомендуется шире использовать разнообразие технических решений технологии пакетирования изделий, включающей способы создания искусственных массивов для ускорения твердения бетона за счет внутреннего энергетического потенциала — теплоты гидратации цемента.

И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф., председатель секции Научного совета ГКНТ СССР «Массо- и теплоперенос в технологических процессах»

Конструкции и расчет зданий большой этажности

В апреле 1981 г. в Москве состоялось третье координационное совещание, организованное Постоянной комиссией по железобетонным конструкциям зданий большой этажности Научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР, на тему «Перспективные направления развития и совершенствования современных конструктивных систем и методов расчета зданий высотой 30—50 этажей».

В работе совещания приняли участие 67 специалистов из 13 городов страны, представлявших 32 научно-исследовательских, проектных и учебных институтов и других организаций. Было заслушано 25 докладов и сообщений по указанной проблеме.

Участники совещания отметили, что в прошедшие два десятилетия этажность городской застройки значительно возросла. Крупные города застраивают преимущественно 9—12-этажными зданиями. В новой застройке столиц союзных республик преобладают 12—16-этажные здания, в увеличивающихся объемах возводятся здания высотой 19—22 этажей и более. В Москве построены и проектируются отдельные здания высотой 30—32 этажа. Ведутся научные исследования и разработки для подготовки к строительству зданий в 40—50 этажей.

Повышение этажности городской застройки объективно обусловлено ростом городского населения, увеличением норм полезной площади на одного человека, необходимостью сноса ветхих строений и ограниченностью городских территорий.

Решениями XXVI съезда КПСС перед строителями поставлена ответственная задача обеспечения населения новыми жилыми зданиями и предприятиями культурно-бытового назначения при экономии материальных, трудовых и топливно-энергетических ресурсов. Это вызывает необходимость углубления научных исследований и проектных разработок конструктивных форм жилых и общественных зданий, внедрения в несущие конструкции материалов повышенной прочности, совершенствования методов расчета зданий большой этажности. Для зданий высотой до 50 этажей рекомендуется применять следующие конструктивные системы: внутренние ядра жесткости (из монолитного железобетона на всю высоту здания либо монолитные в нижней и сборные в верхней его части) с каркасной или панельной обстройкой; бескаркасные здания с введением в несущую систему всех внутренних и наружных стен; панельные конструкции со скрытым каркасом, в том числе с сочетанием панельных конструкций и ядер жесткости; комбинированные системы с каркасными конструкциями нижних нежилых этажей и панельными кон-

струкциями верхней жилой части здания; монолитные ядра жесткости с подъемом перекрытий, этажей или многоэтажных секций здания; системы типа «труба в трубе», сочетающие внутренние ядра жесткости с несущими элементами, расположенными по периферии здания; каркасные системы с ядрами жесткости и с промежуточными и венчающими ростверками.

Целесообразно увеличивать шаг вертикальных несущих конструкций здания, что обеспечит большую вариантность планировочных решений, возможность изменения планировки без капитальной реконструкции и увеличение сроков морального износа зданий. Уменьшению расхода стали и цемента способствуют применение преднапряжения элементов перекрытий, а также конструктивные мероприятия, обеспечивающие неразрезность плит перекрытий.

Для снижения массы зданий, экономии цемента, стали и затрат на отопление следует шире применять облегченные многослойные панели наружных стен с эффективными теплоизоляционными материалами. Преднапряжение перемычек в ядрах жесткости повысит общую жесткость и устойчивость зданий большой этажности и уменьшения расхода стали на колонны рекомендуется внедрять высокомарочные бетоны марок М 600—800; армирование колонн высокопрочной гибкой арматурой (в необходимых случаях в сочетании с косвенным армированием); увеличенные сечения железобетонных колонн в нижних этажах; растворные (контактные) стыки колонн в зданиях со связевым каркасом.

Необходимость повышения надежности зданий большой этажности, а именно: сопротивления прогрессирующему обрушению от случайных факторов — требует введения связей между сборными элементами стен и перекрытий бескаркасных зданий, воспринимающих усилия сдвига в горизонтальном направлении и растяжения по вертикали, а также обеспечения пластичности узлов, элементов и всей конструктивной системы в предельном состоянии.

При совершенствовании методов расчета многоэтажных зданий целесообразно учитывать загрузку основной частью вертикальной нагрузки в процессе возведения здания и изменения расчетных схем при монтаже, а также сопротивление перекрытий и других элементов системы скручиванию, изменчивость исходных данных, перераспределение усилий между элементами несущей системы во времени; следует разработать методику расчета зданий с учетом пространственного взаимодействия всех элементов несущей системы и неллинейной зависимости между уси-

лиями и перемещениями конструктивных элементов и их соединений; совершенствовать алгоритмы расчета многоэтажных зданий на ЭВМ, в том числе с учетом сдвига и сопротивления чистому кручению замкнутых контуров в плане и контуров, замкнутых связями.

В научных исследованиях и проектных разработках уделять особое внимание технологии возведения многоэтажных зданий (повышению уровня индустриализации строительства, возможностям подъемно-транспортного оборудования, унификации опалубки и т. п.).

Контроль за реализацией рекомендаций совещания возложен на бюро Постоянной комиссии по железобетонным конструкциям зданий большой этажности.

М. И. ДОДОНОВ, ученый секретарь комиссии, канд. техн. наук

Электрообогрев стыков греющими проводами

Греющие провода используются при замоноличивании стыков в зимних условиях для предварительного отогрева полости стыка перед ее заполнением и последующей тепловой обработки бетона (раствора) замоноличивания. Их можно использовать при замоноличивании стыков сборных железобетонных конструкций каркасных и панельных зданий, а также швов между элементами (захватками) монолитных конструкций.

В качестве греющих применяются провода со стальной жилой диаметром 1,1—1,8 мм в полиэтиленовой или поливинилхлоридной изоляции. Провода размещают в бетоне сборных изделий в процессе их заводского изготовления либо в полости стыка после монтажа сборных элементов. При установке проводов в сборных изделиях (вблизи стыкуемых поверхностей) трудоемкость работ по обогреву стыков значительно снижается и сводится лишь к подключению вводов к сети понижающего трансформатора с вторичным напряжением от 49 до 121 В.

Предварительный отогрев замороженной полости стыка производится в течение 2—3 ч, обогрев бетона (раствора) замоноличивания до приобретения им 70%-ной марочной прочности — 26—28 ч.

На один стык колонны с колонной сечением 400×400 мм расходуется в среднем 12 м провода. При этом экономия по сравнению с применением электропрогрева бетона замоноличивания составляет 99 к., а снижение трудоемкости — 0,47 чел.-дн.

Разработчик — ЦНИИОМТП Госстроя СССР (127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9).

Оборудование для приготовления и транспортирования бетонной смеси

На Московской выставке «Строй-дормаш-81», состоявшейся в июне 1981 г., демонстрировались четыре инвентарных (быстромонтируемых) установки для приготовления бетонной смеси производительностью 20—60 м³/ч.

В состав установки входят смесительное отделение, секторный склад заполнителей, оборудованный скреперным ковшом и склад цемента. Смонтированы весовые дозаторы. В системе автоматики предусмотрен микрокомпьютер для автоматического взвешивания исходных компонентов в заданных количествах, который облегчает труд оператора, а также повышает качество выпускаемых смесей и производительность установок. Для коррекции влажности заполнителей при дозировании воды система автоматики оборудована специальным устройством, основанным на емкостном методе.

При отрицательных температурах окружающей среды установки силами заказчика утепляются. Для получения теплых бетонных смесей приготавливают горячую воду с температурой 60—80°C.

Кроме того фирмами предложены технологические решения, обеспечивающие нагрев заполнителей и сохранение полученного ими тепла. Сюда можно отнести доставку заполнителей на секторные склады в самосвалах с обогреваемым кузовом. Нагрев осуществляется маслом за счет отходящих газов двигателя автомобиля. Склады выполняют теплыми в стационарном варианте или во временном с использованием надувных оболочек, поддерживаемых теплым воздухом. Последние типы складов оборудованы шлюзовыми затворами. По нижней части склада уложены регистры-трубы, по которым циркулирует горячее масло, нагреваемое в специальных тепловых агрегатах, входящих в комплект поставки.

При температуре окружающей среды ниже —10°C используют склады заполнителей в виде силосных банок с двойными стенками, между которыми циркулирует горячее масло. Для отвода образующегося при оттаивании и нагревании заполнителей конденсата предусмотрена специальная система. Ленточные конвейеры включены в специальные галереи, по которым проходит теплый воздух.

Затворы, пуско-регулирующую аппаратуру можно обогревать электрическими датчиками температуры, поддерживающими ее в заданных пределах. Сжатый воздух для управления работой установок также подогревают, при этом к нему предъявляются более жесткие требования по очистке от посторонних примесей и удалению конденсата. Готовую смесь выдают в отопляемые помещения, а транспортируют в обогреваемых устройствах, например, бетоновозах с двойными стенками. В отдельных случаях фирмы рекомендуют подогревать смеси инъецированием острого пара непосредственно в смеситель.

На выставке демонстрировались три типа бетоносмесителей принудительного действия: тарельчато-роторные с одним вертикальным валом и лотковые с одним или двумя горизонтальными валами. У тарельчато-роторных бетоносмесителей приводной двигатель вращения ротора размещен снизу смесителя внутри центрального кольца, что позволило уменьшить габаритные размеры и массу смесителя, а также улучшить его внешний вид.

В настоящее время и у нас, и за рубежом преимущественное применение получили тарельчатые бетоносмесители. Однако, как показывает отечественная практика, для приготовления бетонных смесей на пористых заполнителях эти смесители не эффективны из-за повышенной продолжительности смешивания, дробления пористых заполнителей и снижения

производительности. Кроме того, продолжительность выгрузки готовой смеси составляет 25—30 с. В лотковых же смесителях большинство этих недостатков отсутствует.

По данным Венгерского научно-исследовательского института строительства применение двухвалных лотковых бетоносмесителей для приготовления смесей как на пористых, так и на тяжелых заполнителях по сравнению с роторными смесителями позволяет экономить до 20% энергии, снизить расход цемента в среднем на 50 кг/м³, а выгрузку готовой смеси производить за 5—7 с. Быстрая разгрузка достигается одновременным раскрытием двух половин корпуса смесителя при повороте на некоторый угол в противоположных направлениях вокруг осей вращения валов.

На выставке были показаны различные автобетоносмесители. Некоторые фирмы монтируют автобетоносмесители на базе шасси КрАЗ, КАМАЗ и МАЗ. Их конструкция принципиально не отличается друг от друга и только фирма Рейх (ФРГ) представила автобетоносмеситель, отличие которого заключается в том, что внутри барабана имеется лопастной вал с отдельным приводом, вращающимся в сторону, противоположную вращению барабана. По сообщению фирмы в подобном смесителе можно перевозить сухую смесь и быстро приготавливать ее на месте укладки, что позволяет отказаться от бетонных заводов. Кроме того, снижаются энергоемкость приготовления и износ рабочих органов смесителя, так как процесс смешивания длится всего лишь 3 мин.

Югославские фирмы представили на выставке два автобетоносмесителя, вместимостью 4 и 10 м³, смонтированных на советских шасси.

Для расширения фронта работ при укладке смеси фирма Вортингтон (Италия) компанует автобетоносмеси-

тели выносным поворотным ленточным конвейером, позволяющим подавать готовую смесь в сторону, вверх и вниз от места стоянки автобетоносмесителя.

Для укладки небольших объемов бетона на объектах, далеко отстоящих от бетонных заводов, эта фирма, а также фирма Путцмайстер (ФРГ) предлагает устройство, включающее автобетоносмеситель, на шасси которого смонтирован бетононасос с гибкой шарнирно-сочлененной стрелой. Технология производства работ следующая: сухую бетонную смесь доставляют в автобетоносмесителе от завода, перемешивая в пути до объекта, где выгружают в бетононасос и подают по гибкой шарнирно-сочлененной стреле к месту укладки. Трудоемкость бетонирования в этом случае будет ниже, чем во всех остальных способах бетонирования.

Особенно широко на выставке были показаны бетононасосы фирм: Штеттер, Путцмайстер, Швинг, Шеле, Вибау (ФРГ), Челлендж (США), Вортингтон (Италия), Баукета (ГДР), Стройэкспорт (ЧССР) и др. Бетононасосы можно поставлять смонтированными на полوزьях, прицепах и самоходных шасси и оборудовать гибкой шарнирно-сочлененной стрелой, что расширяет возможность их использования.

Некоторые фирмы демонстрировали пневматические бетононагнетатели. Многие из экспонируемых бетононасосов смонтированы на советских шасси.

Особое внимание обращается на необходимость соблюдения технологических требований по зерновому составу и консистенции бетонной смеси, что является одним из условий успешной перекачки смеси по трубам. Рекомендуется также применять пластифицирующие добавки. Например, пластификатор «Мельмент L-10» позволяет снизить давление в бетононасосе примерно вдвое, что помимо технологических преимуществ снижает давление (расход энергии) и повышает долговечность работы бетононасоса.

Представленные на выставке бетононасосы по конструкции можно подразделить на две группы: поршневые с гидравлическим приводом и безпор-

шневые роторные. В поршневых бетононасосах наиболее уязвима конструкция клапанов, требующая тщательного ухода. В роторных бетононасосах этот узел отсутствует. Перемещение бетонной смеси в них по трубам осуществляется выдавливанием ее при обкатывании гибкого бетоновода роликами ротора. По сообщениям фирм-производителей роторных бетононасосов у них заменен материал гибкого бетоновода и изменена кинематика движения обкатывающих роликов. Это позволило увеличить срок службы гибкого шланга с 1,5—2 до 3—3,5 тыс. м³ перекачиваемой смеси без замены гибкого бетоновода. Поршневые бетононасосы обеспечивают более высокое давление на смесь, чем роторные, а значит, и расстояние подачи смеси у них больше.

Для приема бетонной смеси при работе бетононасоса, требующего равномерного питания, фирма Путцмайстер разработала перегрузочное устройство, представляющее собой лоток корытообразного сечения, внутри которого вращаются навстречу друг другу два вала с насаженными на них винтообразными лопастями. Технология производства работ следующая: бетонную смесь доставляют в автосамосвалах, выгружают в перегрузочное устройство и вращающимися лопастями подают к загрузочному устройству бетононасоса, а оттуда — по гибкой стреле к месту укладки.

Предлагается упрощенная конструкция гибкой шарнирно-сочлененной стрелы с местным управлением, устанавливаемым на междуэтажные перекрытия и позволяет подавать смесь к месту укладки от бетононасоса, расположенного в другом месте. Для подачи бетонной смеси по трубам при отрицательной температуре окружающей среды фирма Штеттер разработала подогревающее устройство, представляющее собой бензиновую горелку и вентилятор. Бетоновод, корпус бетононасоса выкладывают теплоизоляцией. Перед началом работы горячий воздух вентилятором прогоняют по всему тракту подачи смеси и нагревают его. Для промывки тракта используют горячую воду. Управление работой бетононасоса производят из утепленной изолированной кабины.

При непрерывной работе остывание тракта подачи весьма незначительно. Фирма Вортингтон в различных местах бетононасоса монтирует датчики температуры с выводом показаний на панель управления. При понижении температуры сверх допустимой тракт подачи бетонной смеси прогревается горячим воздухом или отходящими газами двигателя автомобиля.

На выставке демонстрировалось оборудование для торкрет-бетона фирм Алива, Интердим (Швейцария) и Путцмайстер (ФРГ). Главной особенностью экспонатов является возможность набрызга бетонной смеси, армированной стальными волокнами. Торкрет-фибробетон за рубежом применяют при укреплении откосов, обделке туннелей, возведении резервуаров, бассейнов, военных сооружений, при изготовлении футеровок тепловых агрегатов, ремонте и восстановлении. Размеры стальных фибр в зависимости от назначения находятся в пределах 20—150 мк×2—9 мм до 0,3—0,4×25—30 мм. Процент армирования составляет от 2 до 6% по массе. Введение фибровой арматуры при набрызге бетонной смеси потребовало дополнительно устанавливать традиционные цемент-пушки устройствами для расщепления комков фибровой арматуры и ее дозирования. Эти устройства представляют собой вращающийся барабан с расположенными на внутренней поверхности штырями или диспергатор в виде беличьего колеса. Срок службы фибробетона выше, чем бетона с металлической сеткой, а трудоемкость арматурных работ ниже.

Торкрет-сталефибробетон по сравнению с бетоном с металлической сеткой обладает большей прочностью на растяжение при изгибе на 40—50%, сжатие на 10—15%, большим модулем упругости на 5% и меньшей на 30% линейной усадкой. По данным фирм стоимость фиброармированного торкрет-бетона в настоящее время в 1,5—2 раза выше, чем традиционного торкрет-бетона. Но учитывая его преимущества торкрет-фибробетон находит достаточное применение за рубежом.

К. М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук

Монолитный бетон и железобетон широко используют в промышленном, транспортном, энергетическом, жилищном и других видах строительства. Объемы их применения непрерывно растут. В настоящее время при строительстве различных сооружений и конструкций ежегодно укладывается более 100 млн. м³ бетона. В последние годы значительно расширилась и качественно улучшилась материальная база для его применения.

В нынешней пятилетке предполагается дальнейшее увеличение объемов потребления монолитного бетона в фундаментах, массивных сооружениях, жилищно-гражданском строительстве, в зданиях и сооружениях промышленного и энергетического назначения.

Согласно решениям XXVI съезда партии по капитальному строительству, прирост объемов работ должен обеспечиваться без увеличения численности рабочих за счет технического прогресса, механизации, совершенствования организации и технологии производства.

Показу достижений в технологии приготовления, доставки, укладки, выдержки бетона, изготовления унифицированных арматурных изделий, применения многооборачиваемой унифицированной опалубки была посвящена тематическая выставка «Передовая технология и механизация бетонных работ», состоявшаяся этой осенью в Москве на ВДНХ СССР. На ней демонстрировалось около 250 экспонатов и тематических работ.

Наиболее интересными образцами раздела «Приготовление бетонной смеси» является бетоносмесительная установка СБ-75, СБ-109 и мобильные установки СБ-134 и СБ-119, серийно выпускаемые заводами Минстройдормаша. Белорусские строители экспонировали мобильный агрегатированный комплекс «Макбетон».

В разделе «Доставка бетонной смеси на строительную площадку» интерес специалистов вызвал ряд бетоновозов и автобетоносмесителей различной емкости. Среди них — модели для эксплуатации в суровых клима-

тических условиях. Раздел «Технология и оборудование для подачи и укладки бетонной смеси» представлен несколькими отечественными моделями гидравлических бетононасосов, в том числе для эксплуатации при отрицательных температурах.

Представляют интерес машины и механизмы для обработки затвердевшего бетона алмазным инструментом: шлифовальная машина МШ-300, резчики швов и сменное оборудование (гидроклин) для разрушения бетона и железобетона. Их применение особенно эффективно в монолитном строительстве, а также при реконструкции промышленных предприятий.

В разделе опалубочные работы были представлены унифицированные конструкции разборно-переставной опалубки. Можно отметить, что при проектировании опалубки, унифицированных арматурных изделий и самих бетонных конструкций Госстрой СССР рекомендовал использовать укрупненный модуль величиной 3 м.

На выставке экспонировались образцы несъемной стеклоцементной и термоактивной опалубки, установка по изготовлению несъемной опалубки, разработанная специалистами ЦНИИОМТП. Как показал опыт треста «Казметаллургстрой», применение стеклоцементной опалубки позволяет почти вдвое сократить трудоемкость выполнения опалубочных работ и экономить пиломатериалы, что особенно важно в безлесных районах Казахстана, Средней Азии, Молдавии.

Известно, что на термообработку бетона ежегодно затрачивается более 200 млн. кВт·ч энергии, расходуется значительное количество различных утеплителей, до 30 тыс. т алюминиевого провода. Затраты энергетических и материальных ресурсов можно сократить вдвое при использовании термоактивной опалубки. При этом снижаются и трудозатраты, а термовлажностные условия твердения внутри опалубочной формы близки к оптимальным, что весьма благоприятно сказывается на структуре твердеющего бетона. Экспонировались несколько моделей термоактивной опа-

лубки и гибких термоактивных матов для укрытия поверхностей распланных бетонных конструкций.

Среди экспонатов — объемно-переставная опалубка для возведения стен и перекрытий гражданских зданий, опалубка, собранная из пластиковых щитов, и армоопалубочные блоки, применяемые в гидротехническом строительстве.

В разделе «Арматурные работы» демонстрировались правильно-отрезные станки для заготовки коротких и длинных арматурных стержней диаметром до 14 мм из мотков; машины для сварки тяжелых арматурных сеток унифицированного сортамента, пресс ПО-725 и полуавтоматическая линия для гибки тяжелых арматурных сеток.

Представляют интерес новая технология и автоматизированная линия для изготовления несварных сеток для железобетонных конструкций северного исполнения; высокопроизводительная линия для сварки узких арматурных каркасов, в которой впервые применены роликовые сварочные электроды, что в 3—4 раза повышает ее производительность; мобильная контактно-сварочная машина для контактной стыковой сварки арматурных стержней и стыкования сеток в монтажных условиях. Институтом «Оргэнергострой» Минэнерго СССР демонстрировалась система предварительного напряжения арматуры, были показаны также применяемые арматурные элементы ЦНИИОМТП для монолитного железобетона без сцепления с бетоном.

В рамках тематической выставки были проведены научно-теоретический семинар и школа передового опыта всеми строительными министерствами. На этих встречах обсуждались организация работ и использование высокопроизводительной техники, организация специализированных подразделений по производству бетонных работ и другие вопросы.

Выставка содействовала делу широкой пропаганды и обмена передовым опытом работы среди строительных организаций и специалистов, занятых производством и применением монолитного бетона и железобетона.

ПЕРЕДОВЫЕ СТАТЬИ

Бульба А. В. Нормативно-чистая продукция на предприятиях сборного железобетона	4, 2
Гуменюк В. С. Резерв экономии металла	2, 3
Дворников С. Л. Состояние и основные направления развития базы сборного железобетона в Минсельстрое СССР	6, 2
Крылов Б. А. Химизация и качество	2, 3
Кудревич Р. А. О новом преискуранте на железобетонные изделия	10, 2
Курсом создания	5, 2
Михайлов К. В. Направления технического прогресса в области железобетона в одиннадцатой пятилетке	1, 2
Новый этап коммунистического строительства	2, 2
Токарев А. М. Сборный железобетон — основа дальнейшей индустриализации строительства	4, 2
Шире внедрять экономичные проекты и разработки	11, 2

РЕШЕНИЯ XXVI СЪЕЗДА КПСС — В ЖИЗНЬ!

АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Вайнруб Э. С. Совершенствование процесса заготовки арматурных стержней на правильно-отрезных станках	3, 13
Волков Л. А. Развитие автоматизированных линий и оборудования для производства арматурных сеток	3, 8
Дегтярев В. С. Сортировка горячекатаных арматурных стержней	3, 17
Досюк В. Д., Подлесных В. С., Андрейченко А. В., Пьяных В. В., Мадатян С. А. Автоматизация заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматуры	3, 10
Михайлов К. В., Мулин Н. М., Рогатин Ю. А. Методика расчета потребности и экономии арматурных сталей в строительстве	3, 12
Носенко Н. Е. Индустриализация арматурных работ при строительстве из монолитного железобетона	3, 4
Повысить производительность труда и качество арматурных работ	3, 3
Рожненко М. Д. Совершенствование оборудования для изготовления арматурных сеток	3, 6
Ситников Ю. В. Особенности арматурных работ на строительстве Костомукшского ГОКа	3, 18
Терещенко Л. Ф. Исследование процесса гибки арматурных стержней	3, 16
[Хайт И. Г.], Дубровин Ф. М., Онуприенко В. И. Высадка анкерных головок на стержневой высокопрочной арматуре	3, 15
Чудаков В. В., Сидоркин В. П., Бородин П. В., Голиков В. Е., Вдовин С. С., Минкин Б. Р. Опыт внедрения нового оборудования для арматурно-сварочных работ	3, 19

НАПРЯГАЮЩИЙ ЦЕМЕНТ И САМОНАПРЯЖЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Бейлина М. И., Михайлов И. В., Васильев Ю. Б. Нарастание прочности напрягающего бетона в зрелом возрасте	4, 10
Буц Н. К., Балабанов И. Г., Шкредов В. А., Сандлер Л. Г., Звездин О. А., Охлаждающая плита катка из бетона на НЦ	4, 22
Воронов В. С. Напрягающий цемент на стройках Белоруссии	4, 12
Джигит С. Г., Родин Ю. Л., Годик Э. А. Самонапряженный железобетон в конструкциях проезжей части мостов	4, 8
Зурабян А. С., Мкртумян В. А., Мамедов Т. Н., Стайчик Г. П., Кайданов Г. Л. Напрягающий цемент для производства объемных блоков	4, 27
Квцаридзе О. И., Нерадзе Н. Г. Строительство оболочки покрытия спортзала с применением алуинитового НЦ	4, 18
Лукин В. П., Плоткин Н. Е., Титова Л. А. Особенности технологии возведения самонапряженных трибун стадионов	4, 15
Михайлов В. В., Королева Г. П., Бейлина М. И., Кузнецова Т. В. Зимний напрягающий бетон	4, 13
Прокудин А. А., Коломиец Ю. И., Соболевский Ю. А. Напрягающий цемент для траншейных стен Минского метрополитена	4, 21
Расширять применение напрягающего цемента и самонапряженного железобетона	4, 7
Семенов А. В., Лысяк В. А., Мартиросов Г. М. Блоки цельно-секционной обделки перегонных тоннелей	4, 19
Смирнов Б. И., Белова И. Ф., Девятков Е. А., Жилин А. П. Стеклоцементная гидроизоляция на основе НЦ	4, 23
Титов Ю. П., Исаев И. С. Применение НЦ для аэродромных покрытий	4, 17
Френкель Д. Я., Перович И. И., Кузнецова Т. В., Прохорова В. Х. Гидроизоляционные армированные покрытия на основе НЦ	4, 25

ЯЧЕНЫЕ БЕТОНЫ И КОНСТРУКЦИИ

Баранов А. Т. Улучшение свойств ячеистого бетона	8, 9
Белкин Я. М., Хаймский Э. М. Оптимальные режимы автоклавной обработки ячеистого бетона	8, 16
Бочков В. И., Парменов В. А. Поточное строительство домов с конструкциями из ячеистых бетонов	8, 13
Горяинов К. Э., Счастный А. Н., Коновалов В. Б., Чанышева Р. И. Песчатошлаковые ячеистые бетоны с керамзитовым гравием и золошлаковой смесью	8, 10
Домбровский А. В. Новое оборудование для заводов автоклавных ячеистых бетонов	8, 4
Книгина Г. И. Прогнозирование деструкции в газобетонных стеновых панелях	8, 17
Коровкевич В. В. Жилые дома с комплексным применением ячеистых бетонов	8, 11
Новиков Б. А., Кузнецов Ю. Б., Левин Н. И. Статистический анализ производства ячеистых бетонов и их однородности	8, 3
Паплавскис Я. М., Соловей Ж. Б., Фийгрут А. И., Лепт Р. Объемные блоки из ячеистых бетонов	8, 14
Силлаенков Е. С. Долговечность конструкций из ячеистого бетона	8, 18
Эвинг П. В., Ийгева А. П. Резервы интенсификации производства ячеистых бетонов	8, 7
Ячеистые бетоны в одиннадцатой пятилетке	8, 2

БЕТОНЫ С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ

Афанасьева В. Ф., Кожуринчев А. М. Применение суперпластификатора С-3 на Ростовском заводе ЖБК	9, 22
Батраков В. Г. Суперпластификаторы в производстве железобетонных конструкций	9, 7
Бочаров Н. А. Производство изделий с добавками	9, 18
Дмитриев А. М., Кузнецова Т. В. Направленное регулирование свойств цемента химическими добавками	9, 5
Довжик В. Г. Применение добавок для улучшения технологии и свойств легких бетонов	9, 13
Иванов Ф. М., Батраков В. Г., Лагойда А. В. Основные направления применения химических добавок к бетону	9, 3
Комар А. А., Бабаев Ш. Т. Комплексные добавки для высокопрочного бетона	9, 16
Крылов Б. А., Королев Н. А., Зиновьева Т. Н. Повышение прочности и интенсификации твердения бетона введением добавок	9, 14
Петров С. М. Добавки к бетону для гидромелiorативного строительства	9, 19
Попов П. В. Опыт применения добавок в производстве сборного железобетона	9, 21
Проблемы химизации бетона	9, 2
Ратинов В. Б., Розенберг Т. И., Кучеряева Г. Д. Комплексные добавки для бетона	9, 9
Цыганков И. И. Экономика применения суперпластификаторов	9, 11
Шашин А. Ф., Ционский А. Л. Перспективы использования суперпластификаторов при производстве напорных труб	9, 23

ЖАРСТОЙКИЕ БЕТОНЫ И КОНСТРУКЦИИ

Абызов А. Н., Кирьянова Л. А. Легкие ячеистые и поризованные жаростойкие бетоны на фосфатном вяжущем	12, 15
[Альтшулер Б. А.], Горячев В. П., Милонов В. М., Елисаветская Н. И. Сборные жаростойкие конструкции заводского изготовления	12, 9
Гоберис С. Ю., Мерлинская Л. Я. Работа жаростойких бетонов в условиях циклических температур	12, 12
Григорьева А. Д. Использование металлургических шлаков для жаростойких бетонов	12, 14
Кабанова М. К., Шипулин В. И. Легкие жаростойкие бетоны на основе керамзита и отходов нефтехимической промышленности	12, 7
Козлов В. А., Воробей В. П. Применение жаростойких бетонов для промышленных печей	12, 8
Пекрасов К. Д., Масленникова М. Г. Жаростойкий аглопоритбетон на заполнителе из отходов углеобогащения	12, 11
Расширение производства жаростойких бетонов и конструкций	12, 4
Тарасова А. П., Жданова И. П. Готовые сухие смеси для жаростойких бетонов	12, 17
Толкачев П. П., Мейдева В. Я. Теплотехнические агрегаты из жаростойкого бетона и железобетона	12, 5

Трибуна соревнующихся

Ануфриев Л. Н. Облегченные конструкции для сельского строительства	1, 5
26 ударных недель	3, 2
Ермаков А. А., Завойский А. К. Юбилей Киевского ДСК № 1	10, 3
Лалерцов О. А. Повышаем эффективность производства	7, 4
Научные разработки — в производство	2, 4
Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования организаций Гостроя СССР за второе полугодие 1980 г.	4, 6
Победители Всесоюзного социалистического соревнования	5, 3
Чумаков Ю. М. Вклад в развитие заводской технологии сборного железобетона	6, 4

ПОБЕДИТЕЛИ ВСЕСОЮЗНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО СМОТРА-КОНКУРСА НА ЛУЧШЕЕ КАЧЕСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА

Об итогах Всесоюзного общественного смотря-конкурса на лучшее качество строительства в десятой пятилетке, проведенного в 1980 г.	9, 25
Эффективные конструкции — по прогрессивной технологии	12, 18

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ

Аристова Л. И. Унификация армирования наружных стеновых панелей	8, 25
Булахов А. А., Митник Г. С., Цыганков И. И., Костин И. И. Резерв снижения стали на формы	11, 20
Веженер Р. В., Обьещенко Г. А. Основы расчета эффективных режимов тепловой обработки	6, 23
Гусев Б. В., Зазимко В. Г., Заяц Ю. Л., Пищанко А. Н. Ударно-вибрационная технология изготовления сборного железобетона	12, 19
Коршунов Д. А., Майданик Е. М., Басенко Е. З. Экономическая эффективность неразрушающего контроля изделий	7, 33
Малик Г. В., Хоменко Н. М. Производство экономичных эллиптических труб	11, 19

КОНСТРУКЦИИ

Абашидзе А. И., Ландау С. З. Надежность брусковых элементов и их стыков при сейсмических воздействиях	7, 10
Бабич Е. М., Погорелая А. П., Залесов А. С. Работа элементов на поперечную силу при многократно повторных нагружениях	6, 8
Баженов Ю. М., Тянь В. А., Пуляев И. Е., Серых Р. Л. Полужесткие клеевые соединений бетонополимеров на основе полиэфиракрилатов	2, 9
Бамбура А. Н., Шталтовный В. А. Несущая способность внецентренно-сжатых колонн из мелкозернистого бетона	10, 14
Болдышев А. М., Мальгадов А. И. Элементы Х-образного сечения с диагональным армированием	9, 28
Вальчук Д. Г., Ковтунов Б. П., Нигматуллина Н. Х. Армирование консолей колонн многоэтажных зданий	9, 26
Васильев А. П., Голосов В. Н. Состояние и перспективы развития конструкций с внешним армированием	3, 23
Васильев А. П., Матков Н. Г., Иванов В. В., Выжигин Г. В., Козлов В. А. Опыт строительства многоэтажных промзданий с облегченными стыками колонн	7, 8
Васильев В. А. Трещиностойкость виброгидропрессованных труб	4, 30
Габрусенко В. В., Бутвиловский Н. И., Якушин В. А., Строков В. В. Керамзитобетонные стропильные балки	8, 20
Габрусенко В. В., Требеков А. Е., Руф Л. В. Совершенствование конструкций безраскосных ферм	5, 5
Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б. Сборная панель покрытия из тонких преднапряженных пластин	7, 12
Дыховичный Ю. А., Максименко В. А. Единый унифицированный каталог — основа индустриального домостроения Москвы	6, 6
Ермуханов К. Е. О переходных формах между разрушением плит по наклонному сечению и их продавливанием	1, 17
Жуковский Э. З., Долганова О. В. Исследование составной оболочки большого пролета в стадии монтажа	9, 29
Клевцов В. А. Определение допускаемых отклонений размеров изделий	11, 6
Корнев Н. А., Иванов И. А., Розенблюм А. Я. Двускатные плиты покрытий на пролет из керамзитобетона	1, 9
Костюковский М. Г., Корнер Б. Р. Двухавровые колонны для промзданий без мостовых кранов	5, 4
Крицман Ю. Л. Колонны с блокированной арматурой	4, 29
Литвин И. С. Сборно-монолитный фундамент под турбоагрегат мощностью 1200 МВт	7, 6
Литвинов Л. Н. Стык колонн на растворе, заключенном в обшюму	11, 3
Маркус Я. И., Янкевич М. А., Рубач О. М. Назначение и применение марок плит покрытий промзданий	3, 20
Муромский К. П., Макаричев В. В. Особенности работы сжатой арматуры в конструкциях из ячеистого бетона	3, 28
Пецольд Т. М., Тарасов В. В., Шуберт И. М., Гершанок Р. А., Зикеев Л. Н., Сузак К. С. Эстакады с центрифугированными стойками кольцевого сечения	10, 10
Полтавцев С. И. Выносливость мелкозернистых бетонов для панелей основания раздельного пола	3, 26
Подозорный И. Р. Совершенствование конструкций природоохранных объектов	10, 12
Пятенский В. М. Сборно-монолитные фундаменты под тяжелое оборудование	2, 6
Ривкин А. М., Лапочкина А. Ф., Руф Л. В., Минин И. И. Сталежелезобетонные стропильные фермы	10, 7
Руденко В. В. Работа внецентренно-сжатых колонн	11, 5
Саунин В. И., Мартельянов В. С., Селиванов В. А., Клевцов В. А., Кодыш Э. Н. Влияние плит на несущую способность и жесткость ригелей	5, 7

Светов А. А. Ребристые плиты покрытий с экономичным смешанным армированием	1, 7
Семченков А. С. Испытание сборных перекрытий, опертых по контуру	1, 11
Сливак Н. Я., Стронгин Н. С., Астахов В. И., Штейман Б. И. Легкобетонные конструкции безрулонной крыши с теплым чердаком	10, 5
Стулчицкий А. Н., Резник Л. М. Крепление накладных деталей к конструкциям	2, 8
Укялис Г. С., Клевцов В. А. Преднапряженные перемычки для зданий с кирпичными стенами	8, 21
Усов Г. Н. Консольные подпорные стенки-оболочки	1, 13
Цейтлин С. Ю. Прогобы и выгибы элементов с поперечными трещинами обжатия	9, 31
Чиненков Ю. В., Волков И. В., Селютина Л. Ф. Использование высокопрочной арматуры в несущих конструкциях из шлакопемзобетона	10, 8
Чиненков Ю. В., Евдокимов А. А., Колосов Г. Е., Заренин В. А., Усачев Т. А., Солюс Ю. М. Трехслойные стеновые панели с гибкими связями и эффективным утеплителем	3, 25
Чиненков Ю. В., Кузьмич Т. А., Полягаев В. В. Совершенствование армирования однослойных стеновых панелей	1, 15
Шур И. П., Кудрявцев А. А. Трещиностойкость изгибаемых элементов из керамзитобетона низких марок	3, 21
Якушин В. А., Кубашов Е. В., Ямлеев У. А., Ляхов Ю. А. Керамзитобетонные сваи для промышленного и гражданского строительства	5, 8

БЕТОНЫ

Бабкин Л. И. Определение прочности бетонов на карбонатных заполнителях ультразвуком	11, 8
Бейлина М. И., Мамедов Т. М., Королева Г. П. Напрягающий бетон на основе алуниита	7, 15
Бураев М. И., Кошелев В. А., Сапожникова Л. П., Лундина М. Ф., Кузьмина Л. С. Прочностные и деформативные свойства керамзитшлакобетона и конструкционного шлакобетона	6, 12
Васильев Н. М. Влияние нефтепродуктов на прочность бетона	3, 36
Васильев Н. М. Снижение маслопроницаемости бетона	11, 14
Волженский А. В., Карпова Т. А., Афанасьева В. Ф., Мионов С. А., Высоцкий С. А. Кинетика твердения бетона на СБТЦ при разных температурах	3, 32
Ворожцова Т. С., Сахарова В. А. Влияние зернового состава песка на его водопоглощаемость	3, 33
Гольденберг Л. Б., Оганескич С. Л. Влияние добавок на свойства песчаных бетонов	10, 15
Горчаков Г. И., Лифанов И. И., Иванов В. И., Юрченко Э. Н. Оценка капиллярно-пористого строения бетона	5, 11
Дибров Г. Д., Беспроскурный И. А., Левенец Л. Д., Круть В. В., Марон И. Э. Улучшение свойств бетона введением азотсодержащих ПАВ	7, 14
Жуков В. В. Моделирование процесса разрушения влажного бетона при нестационарном нагреве	9, 36
Иванов И. А., Демьянова В. С., Мирейский Ю. И. Влияние заполнителя на модуль упругости конструкционного керамзитобетона	11, 9
Иванов Ф. М., Батраков В. Г., Москвин В. М., Розенталь Н. К., Фаликман В. Р. Классификация пластифицирующих добавок по эффекту их действия	4, 33
Иванов Ф. М., Шипулин А. А. Бетоны на шлакопортландцементе с суперпластификатором С-3	2, 10
Камерлох Н. А. Повышение трещиностойкости конструктивного ячеистого бетона	11, 12
Киселев О. И., Русаков Б. В. Связь статистической прочности бетонов с их взрывостойкостью	5, 10
Калгина Н. А., Ротыч Н. В., Вилков С. М. Использование декоративных цементов с кремнийорганическими добавками	7, 19
Костылев М. А., Смык А. А. Стабилизация водоемного отношения в бетонной смеси	12, 23
Кравченко И. В., Кузнецова Т. В., Астанский Л. Л., Харламов В. А., Брусилко А. В. Быстротвердеющий цемент — бецалит	3, 30
Крылов Б. А., Айрапетов Г. А., Шахатов Х. С. Влияние влагопотерь на свойства и структуру тяжелого бетона	11, 16
Куннос Г. Я., Палл У. Н. Реологические основы бесподдонного транспортирования ячеистобетонного массива	6, 10
Кутепов Д. Ф., Огнева Н. Е., Губанова Т. С., Валендик Г., Максимов Ю. В. Бетонополимеры на основе насыщенных полиэфиров	9, 35
Меркин А. П., Зейфман М. И. Оптимальная гранулометрия песка конструкционных ячеистых бетонов	12, 20
Лагойда А. В. О механизме формирования структуры бетона при замораживании	7, 16
Лецинский А. М. Влияние тепловой обработки на степень систематической неоднородности прочности бетона	8, 22
Малинина Л. А., Королев К. М., Рыбасов В. П. Рациональный метод приготовления стабифицированной смеси	1, 23
Малинина Л. А., Куприянов Н. Н. Определение капиллярного давления в твердеющем бетоне	4, 34
Миловаанов А. Ф., Зиновьев В. Н. Деформации высокопрочного бетона при кратковременном нагреве	9, 34
Оболдуев А. Т., Бабенко Ю. И., Тодес О. М. Повышение термоустойчивости полимербетонных конструкций	6, 16
Павлов В. И., Ушков Ф. В., Азизов П., Тачкова Н. А. Теплотехнические свойства легких бетонов на жидком стекле	9, 38
Патурова В. В. Классификация полимербетонов по технологическим признакам и деструкционным процессам	4, 32
Патурова В. В., Пуляев И. Е. Особые полимербетоны	10, 18
Пинус Б. И., Семенов В. В., Гузев Е. А. Предельные деформации бетонов, подвергнутых циклическому замораживанию и оттаиванию	10, 19
Попов В. В., Кондраченко В. И., Ярмаковский В. Н., Куприянов Н. Н., Мельник А. М. Оптимизация влажностного режима при тепловлажностной обработке бетона	7, 20
Попова О. С. Бетоны с добавками водорастворимых смол	10, 16

Русин С. П., Якущенко В. Ф. Прочность мелкозернистого шлакобетона при растяжении	1, 22
Савина Ю. А., Божич И. В., Ким К. Н., Кравченко И. В., Штува А. В. Бетон на барийсодержащем портландцементе	6, 14
Серых Р. Л. Ползучесть различных видов бетонов при сжатии	11, 11
Сидорова А. В., Куткина Л. В. Бетон с использованием топливного шлака	3, 35
Сливак Н. Я., Астахов В. И. Высокопрочный шлакобетон для панелей индустриальной крыши	12,
Смирнов А. Е. Шлакопемзобетон для звукоизолирующих и несущих панелей	9, 33
Черкинский Ю. С., Тараканов В. М. Исследование структурно-механических характеристик песчано-бетонных смесей	1, 20
Шейкин А. Б., Добищ Л. М. О связи критерия морозостойкости с реальной морозостойкостью бетонов	1, 19
Шпынова Л. Г., Островский О. Л., Тертыга С. Ю., Соболев Х. С., Якимечко Я. Б. Цемент для производства бетонных работ в зимних условиях	7, 18
Шукуров Г. Ш. Теплофизические свойства легких бетонов	10, 20

АРМАТУРА

Артемьев В. П., Арсланбеков М. М. Выбор классов арматуры при смешанном армировании	6, 14
Ганга П. Н. К учету работы высокопрочной арматуры за условным пределом текучести	1, 24
Фридман А. М., Зборовский Л. А. Сварка арматуры из горячекатаной и термически упрочненной стали	6, 13

ЗАВОДСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Анциферов Г. В., Поляков Н. Н. Опыт производства несущих керамзитобетонных конструкций	3, 40
Афанасьева В. Ф., Гребеник А. А., Аксельрод Е. З. Повышение однородности бетона в изделиях кассетного производства	2, 14
Ахвердов И. И., Лукьянов В. П., Полейко Н. Л. Гидроимпульсная виброплощадка для уплотнения бетонной смеси	1, 28
Барский Р. Г., Силаев А. Б., Скрипка О. В. Последовательно-параллельный способ дозирования	3, 41
Биевец Н. Л., Варнавский Е. П. Производство железобетонных изделий методом беспалубочного формования	4, 36
Горенштейн И. В., Афанасьева М. А., Труханова И. М., Цепляева Л. Ф., Митник Г. С. Зависимость качества бетона от динамики обшивки формы	10, 21
Горяйнов К. Э., Филиппов В. В., Анастасенко О. П., Румянцев С. Г., Непогодин Г. А. Совершенствование тепловой обработки центрифугированных стоек опор ЛЭП	4, 38
Грушко И. М., Бирюков В. А., Селиванов И. И., Киселев И. Ф. Влияние обработки цементных суспензий на ускоренное твердение бетонов	3, 38
Гуревич Ю. С., Скаляр Б. Л. Групповое натяжение арматуры гидромомкратами	7, 23
Диамант М. И., Мартиросов Г. М., Фазылов У. Ф., Федькин Н. И., звездов А. И., Ходжаев С. А. Элементы безрулонной кровли из напрягающего бетона	6, 18
Дмитриев П. Н., Мешкова Л. А., Выгонский Л. И. Опыт применения металлокерамики на складе цемента	10, 23
Каплан М. Б. Трехъярусный стан для производства панелей внутренних стен и перекрытий	9, 40
Крюков Р. В. Домостроительный комбинат в г. Горьком — предприятие нового типа	6, 17
Магарит Ю. С., Рейбекель В. Н. Конвейерное производство крупноразмерных изделий	1, 26
Мирошников В. В., Измакин Н. И., Гага В. В. Опыт освоения конструкций многэтажных зданий серии ИИ-04	7, 25
Нудель В. С., Кислицын В. Г. Совершенствование технологии в процессе реконструкции завода	1, 22
Олежневич К. А. Малогабаритные виброплощадки для формования добрых элементов	12, 27
Подлесных В. А., Магдеев У. Х., Кравченко Н. Я. Получение бетона с камневидной фактурой	11, 18
Рапопорт Б. Е., Ратинов Б. В., Розенберг Т. И., Крыжановский И. И., Иванов Ф. М. Оптимизация тепловлажностной обработки бетонов с помощью добавок	8, 24
Селиванов И. И., Братчиков В. Г., Мчедлов-Петросян О. П., Ушеров-Маршак А. В., Ильшенко В. А., Рудометкин В. А., Невакшинов А. Н. Пластифицирующая добавка ХДСК-1 в кассетной технологии бетонов	12, 25
Сериков Я. А., Мчедлов-Петросян О. П., Салоп Г. А. Автоматизация контроля качества изделий неразрушающим методом	2, 15
Соловьев А. А., Сапелин Н. А., Беренгольдц Д. Г. Роторный бетоносмеситель с повышенной скоростью перемешивания	5, 16
Соловьев Б. В., Кудрявцев В. И., Змеев Б. М., Гаасала Г. О. Формовочная машина для изготовления многоспустотных панелей перекрытий	5, 17
Ямлеев У. А., Кудряшова Р. А., Якушин В. А. Применение высокопрочного керамзитобетона с пониженной объемной массой	9, 39

СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Петров А. В., Лукичев Р. А. Возведение монолитных конструкций в нечносеральных грунтах	1, 27
Рабинович Ф. И., Черномаз А. П., Курбатов Л. Г. Монолитные днища резервуаров из сталесфидробетона	10, 24
Ткачук В. Ф. Устройство для виброуплотнения виброуплотнения бетонной смеси в объемно-переставной опалубке	3, 42

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА

Афанасьева А. А. Эффективность импульсных режимов уплотнения смесей на пористых заполнителях	1, 33
Камейко В. А., Грановский Л. В., Левин Н. И., Алябьева И. А. Повышение прочности платформенных стыков	1, 30
Караманян Т. Е., Дудко А. А. Влияние складирования на качество составляющих бетона	1, 34
Фридман А. М., Павлов В. П., Гурова Г. Г. Экономическая эффективность ультразвукового контроля качества сварки закладных деталей	1, 31
Экслер Л. Д., Гаврилова И. В., Кац Л. Г., Швец В. Я. Базовые показатели качества для аттестации конструкций серии ИИ-04	11, 22

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

Баранова Т. И., Кузин А. В., Розенблюм А. Я., Залесов А. С. Совершенствование армирования консолей колонн зданий с мостовыми кранами	1, 35
Баранова Т. И., Кузин А. В., Соколов Б. С. Совершенствование метода расчета верхних ригелей двухветвевых колонн	6, 20
Баташев В. М. Расчет прочности элементов круглого и кольцевого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой	1, 29
Белянов В. А., Николаев С. В. Выбор технологических решений с учетом мощностей предприятий	11, 23
Горшкова В. М. Работа шарнирного стыка колонн на поперечную силу	10, 25
Додонов М. И. О выборе формы поперечного сечения стального профилированного настила	6, 20
Зырянов В. С. Ограничение предельных прогибов плит, опертых по контуру	3, 43
Карпенко Н. И., Мухамедиев Т. А. Определение кривизны и удлинения стержневых элементов с трещинами	2, 17
Кукша Л. Л., Жуков В. Г. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям	1, 37
Людковский И. Г., Браиловский М. И., Сливак Л. Р., Волододовский Г. М. Опорные конструкции рамного типа под оборудование	11, 25
Новожилов Г. Ф. Обеспечение бездефектного погружения свай	1, 38
Паньшин Л. Л. Перераспределение усилий между элементами несущей системы каркасно-панельного здания	1, 30
Травкин Е. М. Расчет закладных деталей на действие крутящего момента	5, 18

В ПОМОЩЬ ЗАВОДСКИМ ЛАБОРАТОРИЯМ

Дьяченко В. Т., Цимберг И. И., Гамус Л. А., Сабельников В. В., Кожи Е. П., Куприянова В. С. Стенд для градуировки приборов, контролирующих силу натяжения арматуры	7, 32
Каархавва К. К. Датчик для измерения собственных напряжений в бетоне	8, 26
Квицинидзе О. И., Манвелов С. А., Берия В. В., Джавахадзе Г. С. Автоматизация параметров воздушной среды в лабораторных помещениях	9, 42

ДЛЯ СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Киркоров С. С. Комбинированные объемные блоки для сельского строительства	2, 12
---------------------------------------------------------------------------	-------

ТЕОРИЯ

Андреев В. Г. Прочность внецентренно-сжатых стержней	5, 26
Крылов С. М., Гуца Ю. П., Абаканов М. С. Прочность статически неопределимых балок, армированных сталью без площадки текучести	1, 40
Плассюк В. В., Бережницкий Л. Т., Чубриков В. М. Оценка трещиностойкости цементного бетона по вязкости разрушения	2, 19

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Васильева Н. М. Влияние нефтепродуктов на сцепление бетона с арматурой	10, 27
Имбрицкий В. М. Стойкость обмуровки котлов при высокотемпературном воздействии	3, 44
Кравченко Т. Г., Алексеев С. Н. Железобетонные конструкции с оцинкованной арматурой	6, 25
Миронов С. А., Малинский Е. Н., Вахитов М. М. Влияние крупного заполнителя на термоморозостойкость бетона в условиях сухого жаркого климата	11, 27
Павлов В. И., Азизов П. Стойкость легких полимерсиликатных бетонов к солевой коррозии	1, 42
Ройтман В. М. Зависимости огнестойкости бетона и железобетона от условий пожара	12, 29
Соломатов В. И., Федорцов А. П. Позитивный эффект коррозии полимербетонов	2, 20
Сулейменов С. Т., Жунисов С. Ж. Атмосферостойкость газошлакосиликатного бетона	12, 28

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

Гвоздева Л. А., Чистяков Е. А. К вопросу о несущей способности гибких внецентренно-сжатых стержней	4, 45
Гершанок Р. А., Гелзаров Е. П., Бердичевский Г. И., Клевцов В. А., Власкин А. Т., Пецольд Т. М. Автоматизированное проектирование типовых конструкций для промышленного строительства	12, 31

Дегтерев В. В. Учет влияния прогиба при расчете гибких вращательно-сжатых элементов мостовых конструкций	4, 44
Дроздов П. Ф. Надежность гибких железобетонных колонн	4, 42
Каган М. З. О сроках испытаний цемента	6, 26
Масленников М. М. О классификации способов и устройств для предварительного разогрева смесей	7, 37
Полак А. Ф., Хабибуллин Р. Г., Яковлев В. В., Латынов В. М. Обобщенная математическая модель коррозии бетона в агрессивных жидких средах	9, 44
Сизов В. П. О несовершенстве стандартов на цемент	10, 28

СТАНДАРТЫ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Бруссер М. И., Дорф В. А., Малиновский А. Г., Хаютин Ю. Г., Костин И. И. Новая система стандартов на правила контроля прочности бетонов	12, 32
Гвоздев А. А., Серых Р. Л., Щербаков Е. Н., Кац К. М., Одинцов Е. С., Красновский Р. О., Богословский В. А. Методы определения деформаций усадки и ползучести бетонов	7, 38
Серых Р. Л., Волков Ю. С., Богословский В. А. Стандарт на методы испытаний бетонов на выносливость	9, 46
Сизов В. П. Об уточнении методики испытания бетона на водонепроницаемость	5, 25
Яшин А. В., Богословский В. А. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона	8, 29

ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ

Махвиладзе Л. С. Экономия материалов и трудозатрат при проектировании зданий с учетом заводской технологии	4, 40
Миронов А. А., Бакулина Г. В. О нормативах стоимости ремонта оборудования	6, 21
Нетреба М. П. Порядок определения трудоемкости и стоимости экспериментальных конструкций	6, 22
Рогатин Ю. А., Толлежникова Н. Н. Экономическая эффективность клеевых стыков забивных составных свай	8, 27

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Зоцук Н. И., Кузнецов В. Д. Влияние формы и крупности зерен дробленного песка на свойства песчаного бетона	7, 36
Литей О. А., Крылов Б. А., Дмитриев А. С. Заполнители из дробленного бетона	6, 23

НА ВДНХ СССР

Кухарева Л. П. Эффективные конструкции из легких бетонов	2, 22
Передовой опыт бетонных работ	12, 42
Савинков В. П. Передовой опыт — в практику	2, 23

ИНФОРМАЦИЯ

Антонова Р. П. Арболит-81	12, 33
Белов В. П. В Научно-техническом совете Минпромстроя СССР	12, 37
Бердичевский Г. И., Михайлов К. В. Симпозиумы Международной федерации по преднапряженному железобетону	4, 46
Волков И. В., Стронгин И. С. Международный конгресс по бетону	2, 29
Горшков А. М., Оганесянц С. Л. Семинар по мелкозернистым бетонам	7, 42
Додонов М. И. Конструкции и расчет зданий большой этажности	12, 39
Зайцев Л. П. Совещание по учету полной диаграммы работы бетона в расчетах конструкции	1, 46

Заседателей И. Б. Тепло- и массоперенос при изготовлении изделий пакетным способом	12, 38
Крылов Б. А., Лагойда А. В. Заседание Генерального совета РИЛЕМ	2, 28
Крылов Н. А., Филиппов А. И. Сессия Национального комитета СССР ФИП	7, 44
Кузнецова Л. А. Бетоны на пористых заполнителях Дальнего Востока и их применение в строительстве	3, 46
Макаричев В. В., Трамбовецкий В. П. Совещание по ячеистым бетонам	12, 36
Малинский Е. Н. Технология бетонных работ в условиях сухого жаркого климата	7, 43
Мошкина Т. П. Устройство бетонных полов методом вакуумирования	1, 45
Никитин Ю. П. Советская строительная техника на международном смотре	6, 29
Патуров В. В., Трамбовецкий В. П., Бентемисов А. И., Резник В. Б., Фангалов А. М. Конгресс по полнмерам в бетоне	11, 29
Сименко С. И. Пути сокращения трудозатрат в строительстве	7, 41
Трамбовецкий В. П. Международное научное сотрудничество в области железобетона	10, 30
Читательская конференция	7, 45
Щербаков Е. Н., Хубова Н. Г., Мешков В. З. Основные результаты совместных исследований свойств бетона и арматуры	12, 34

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Аксельрод Е. З., Радошевич С. П. Кассетные установки для изготовления железобетонных изделий	7, 40
Волков Ю. С. Железобетонные платформы для морской добычи нефти и газа	2, 24
Гаранин В. Н. Автострада внутри жилых зданий	8, 30
Гаранин В. Н. Обрушение «Конгрессхалле» в Западном Берлине	10, 29
Гервиц Бен. Выносливость морских железобетонных сооружений	2, 26
Королев К. М. Безлопастные смесители с гибким корпусом	6, 27
Королев К. М. Оборудование для приготовления и транспортирования бетонной смеси	12, 40
Трамбовецкий В. П. Легкий бетон в США	6, 30

БИБЛИОГРАФИЯ

Белецкий Б. Ф. Новое издание нужного учебника	6, 27
Бондаренко В. М. Полезное руководство	11, 29
Виноградов Р. И., Поздняков В. В. Об АСУ предприятий сборного железобетона	3, 45
Москвин В. М., Баграков В. Г. Новая книга о добавках	2, 30
Моцвайтис Г. Т. Книга о стыковых соединениях панельных конструкций	8, 30
Мислов-Петросян О. П. О книге «Цементы и бетоны в строительстве»	7, 46
Ратинов В. Б. Монография о коррозии бетона и железобетона и защите от нее	6, 29

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

К 80 летию В. В. Михайлова	6, 27
Шагинян С. Г. Армянскому НИИ строительства и архитектуры — 50 лет	1, 43

НАМ ПИШУТ

Эпштейн А. Я. Прогрессивный способ устройства опалубки	11, 28
--------------------------------------------------------	--------

УДК 691.327:666.974.2

Толкачев П. И., Менделев В. Я. **Теплотехнические агрегаты из жаростойкого бетона.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 5—7
Описано внедрение сборного жаростойкого бетона и железобетона при строительстве тепловых агрегатов, позволяющее повысить уровень индустриализации строительства и культуру производства. Использование легких жаростойких бетонов позволяет сократить капитальные затраты, снизить массу конструкций и повысить к. п. д. тепловых агрегатов. Ил. 3.

УДК 691.327:666.974.2

Кабанова М. К., Шипулин В. И. **Легкие жаростойкие бетоны на основе керамзита и отходов нефтехимической промышленности.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 7—9
Изложены результаты работ по получению жаростойкого керамзита и бетонов на основе отходов нефтехимической промышленности (отработанного катализатора ИМ-2201). Полученные бетоны могут найти широкое применение в футеровках тепловых агрегатов различных отраслей промышленности с температурой применения 700—1600°С. Табл. 1.

УДК 699.866

Сборные жаростойкие конструкции заводского изготовления/Б. А. Альтшулер, В. Н. Горячев, В. М. Милонов, Н. И. Елисаветская. — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 9—11
Излагается опыт проектирования и строительства туннельных печей, трубчатых печей заводов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности и боровов для отвода дымовых газов из сборных жаростойких элементов заводского изготовления. Ил. 3, список лит.: 3 назв.

УДК 691.327:666.973.2:666.64 — 492.3.437.7:666.974.2

Некрасов К. Д., Масленникова М. Г. **Жаростойкий аглопоритобетон на заполнителе из отходов углеобогащения.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 11—12
Освещено получение легких жаростойких бетонов на огнеупорном аглопорите, их основные свойства, а также некоторые примеры применения этих бетонов в тепловых агрегатах и технико-экономические показатели. Ил. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 691.327:666.974.2

Гоберис С. Ю., Мерлинская Л. И. **Работа жаростойких бетонов в условиях циклических температур.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 12—13
Показаны результаты определения по новой методике термической стойкости жаростойких бетонов на жидком стекле, сопоставленные с трещинообразованием в структуре этих бетонов. Проанализированы сроки службы вагонеток, футерованных жаростойкими бетонами на заполнителях, производство которых организовано по приведенной схеме. Ил. 3, табл. 1.

УДК 691.327:666.974.2:669.004.8

Григорьева А. Д. **Использование металлургических шлаков для жаростойких бетонов.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 14—15
Описаны результаты исследований заполнителей из металлургических шлаков и разработанных на их основе жаростойких бетонов. Приведены основные свойства облегченного жаростойкого бетона для несущих конструкций тепловых агрегатов и легкого жаростойкого бетона для теплоизоляционного слоя двухслойных элементов. Ил. 2, табл. 3.

УДК 691.327:666.974.2

Абызов А. Н., Кирьянова Л. А. **Легкие ячеистые и поризованные жаростойкие бетоны на фосфатном вяжущем.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 15—16
Приведены результаты исследований и испытаний ячеистых и поризованных жаростойких бетонов на фосфатном вяжущем с использованием в качестве тонкомолотых добавок шамота, корунда и алюмохромовых отходов нефтехимии. Показана эффективность использования разработанных бетонов. Ил. 2, табл. 1, список лит.: 5 назв.

УДК 666.974.2

Тарасова А. П., Жданова Н. П. **Готовые сухие смеси для жаростойких бетонов.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 17
Освещены вопросы приготовления и применения сухих бетонных смесей с использованием различных вяжущих. Приведены физико-механические свойства жаростойких бетонов, полученных на основе сухих смесей. Список лит.: 2 назв.

УДК 693.546.6

Ударно-вибрационная технология изготовления сборного железобетона/Б. В. Гусев, В. Г. Зазимко, Ю. Л. Заяц и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 19—20
Рассмотрены результаты технологических исследований уплотнения бетонной смеси при низкочастотных ударно-вибрационных режимах, обобщен опыт изготовления различной номенклатуры железобетонных изделий на асимметричных площадках. Показано, что ударно-вибрационная технология позволяет в 2—2,5 раза ускорить процесс уплотнения и за счет применения жестких бетонных смесей сократить расход цемента на 5—7%. Ил. 2, табл. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 69.024:691.327:666.973.2:669.046.88

Сливак Н. Я., Астахов В. И. **Высокопрочный шлакобетон для панелей индустриальной крыши.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 22—23
Исследован шлакобетон на основном гранулированном доменном шлаке для однослойных конструкций крыши с безрулонной кровлей над теплым чердаком. Приведены методы проектирования состава и пределы изменения эксплуатационных свойств шлакобетона, удовлетворяющего предъявляемым требованиям. Ил. 1, табл. 1, список лит.: 3 назв.

УДК 666.972.17

Костылев М. А., Смык А. А. **Стабилизация водоцементного отношения в бетонной смеси.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 23—24
Рассмотрены методы контроля влажности заполнителей и их эффективность для стабилизации В/Ц. Показана практическая приемлемость определения электропроводности заполнителей в насыпном состоянии как метода измерения их влажности. Описан прибор для установления влажности и устройство для корректировки состава смеси. Ил. 2, список лит.: 4 назв.

УДК 693.542.4

Пластифицирующая добавка ХДСК-1 в кассетной технологии бетона/И. И. Селиванов, В. Г. Братчиков, О. П. Мчедлов, Петросян и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 25—26
Приведены результаты разработки и внедрения новой пластифицирующей добавки на основе модифицированной сульфитно-дрожжевой бражки для кассетной технологии бетона. Ил. 4, табл. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 693.546.42

Олехнович К. А. **Малогобаритные виброплощадки для формования доборных элементов.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 27
Приведено устройство, принцип действия, технические характеристики и опыт эксплуатации двух типов размеров малогабаритных виброплощадок конструкции Полтавского инженерно-строительного института, применяемых для качественного и производительного формования доборных элементов. Ил. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 691.328:69.059.22:614.84

Ройтман В. М. **Зависимость огнестойкости бетона и железобетона от условий пожара.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 29—30
Выявлен вид температурно-силовой зависимости огнестойкости бетона и железобетона и ее соответствие основному уравнению кинетической концепции прочности. Показаны возможности использования этой зависимости для решения практических задач. Ил. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 624.012.45:725.4

Автоматизированное проектирование типовых конструкций для промышленного строительства/Р. А. Гершанок, Е. И. Глезаров, Л. И. Бердичевский и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 31—32
Предложен новый подход к оформлению серий типовых чертежей, основанный на использовании возможностей ЭВМ и обеспечивающий снижение материалоемкости конструкций. Список лит.: 2 назв.

УДК 691.327:539.1(083.74)

Новая система стандартов на правила контроля прочности бетонов/М. И. Бруссер, В. А. Дорф, А. Г. Малиновский и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 32—33
Изложены основные положения ГОСТ 18105.0—80, ГОСТ 18105.1—80, ГОСТ 18105.2—80 по статистическим методам контроля и оценки прочности бетонов. В них изменена структура документов, введены две схемы контроля, сокращен объем контроля; требуемая прочность дана для марок и для классов бетона по СТ СЭВ 1406—78, приведены рекомендации по назначению среднего уровня прочности и зонного контроля. Список лит.: 3 назв.

УДК 666.97.03.002.5(—87)

Королев К. М. **Зарубежное оборудование для приготовления и транспортирования бетонной смеси.** — Бетон и железобетон, 1981, № 12, с. 40
Описана конструкция зарубежных бетономесителей, бетонных заводов, автобетономесителей, цемент-пушек, демонтировавшихся на выставке «Стройдомаш-81» в Москве.

CONTENTS

Production widening of refractory concretes and structures
Tolkachev P. I., Mendeleev V. Ya. Heat engineering units from refractory concrete and reinforced concrete
Kabanova M. K., Shipulin V. I. Light-weight refractory concretes based on keramzite and wastes of oil processing industry
Kozlov V. A., Vorslov V. P. Application of refractory concretes for industrial furnace
Altshuler B. A., Goryachev V. N., Milonov V. M., Elisavetskaya N. I. Precast prefabricated refractory structures
Nekrasov K. D., Maslennikova M. G. Refractory agglomerate concrete with aggregate from coal enriching wastes.
Goberis S. Yu., Merlinskaya L. I. Behaviour of refractory concretes in cyclic temperature conditions
Grigorieva A. D. Use of metallurgic slags for refractory concretes
Abyzov A. M., Kiryanova L. A. Light-weight cellular refractory concretes and those with air entraining agents on phosphate binding
Tarasova A. N., Zhdanova N. P. Ready-made dry mixtures for refractory concretes
Gusev B. V., Zazimko V. G., Zayats Yu. L., Pshinko A. N. Shock-vibrating technology for precast reinforced concrete production
Spivak N. Yu., Astakhov V. I. High-tensile slag concrete for panels of industrial roofs
Kostylev M. A., Smyk A. A. Stabilization of water-cement ratio in concrete mix
Selivanov I. I., Bratchikov V. G., Mchedlov-Petrosyan O. P., Usherov-Marshak A. V., Ilyashenko V. A., Rudametkin V. A., Nevakshonov A. I. Water reducing admixture KhDSK-1 in removal forms technology of concretes.
Olekhanovich K. A. Small-sized vibroplatforms for moulding the fully-assembled elements
Syleimenov S. T., Zhunisov S. Zh. Atmosphere resistance of gasslag-silicate concrete
Roitman V. M. Dependence between concrete and reinforced concrete fire resistance and conditions of fire
Gershanok R. A., Glezarov E. I., Berdichevsky G. I., Klevtsov V. A., Vlaskin A. T., Petsold T. M. Automated designing of type structures for industrial construction

CONTENU

L'extension de la production des bétons et des structures réfractaires.
Tolkatchev P. I., Mendeleev V. Ya. Les groupes thermo-techniques en béton et en béton armé réfractaires
Kabanova M. K., Chipouline V. I. Les bétons légers réfractaires sur la base de keramsite et de déchets de l'industrie pétrochimique
Kozlov V. A., Vorslov V. P. L'application des bétons réfractaires pour les fours industriels
Altchouler B. A., Gorjatchev V. N., Milonov V. M., Elisavetskaja N. I. Les structures préfabriquées réfractaires produites en usine
Nekrassov K. D., Maslennikova M. G. Le béton d'agglomerate sur l'agrégat fait en déchets de préparation du charbon
Goberis S. Yu., Merlinskaja L. I. Le service des bétons réfractaires dans les conditions de températures cycliques
Grigorjeva A. D. L'utilisation des laitiers métallurgiques dans les bétons réfractaires
Abyzov A. N., Kirjanova L. A. Les bétons légers cellulaires et porisés sur le liant de phosphate
Tarassova A. N., Zhdanova N. P. Les sables étuvés prêts pour les bétons réfractaires
Goussev B. V., Zazimko B. G., Zajast Y. L., Pchin'ko A. N. La technologie de choc-vibration de la production du béton préfabriqué
Spivak N. Ja., Astakhov V. I. Le béton de laitier à haute résistance pour les panneaux de toit industriel
Kostylev M. A., Smyk A. A. La stabilisation de rapport eau-ciment dans le béton frais
Selivanov I. I., Brattchikov V. G., Mchedlov-Petrosjan O. P., Oucherov-Marshak A. V., Iljachenko V. A., Roudometkine V. A., Nevanchonov A. I. L'adjuvant plastifiant KhDSK-1 dans la technologie de boîtes des bétons
Olekhnovitch K. A. Les tables vibrantes de petites dimensions pour former les éléments pleinement ressemblés
Soulejmanov S. T., Jounissou S. Zh. La résistance aux intempéries de gaz—laitier—silicate—béton
Roitman V. M. Les rapports entre la résistance du béton et du béton armé et les conditions de l'incendie

INHALTSVERZEICHNIS

Ausdehnung der Produktion von hitzebeständigen Betonen und Konstruktionen
Tolkatschow P. I., Mendelew W. Ja. Wärmetechnische Aggregate aus hitzebeständigem Beton und Stahlbeton
Kabanowa M. K., Schipulin W. I. Hitzebeständige Leichtbetone auf der Grundlage des Keramsites und der Abfälle der Erdölchemieindustrie
Koslov W. A., Worslow W. P. Anwendung von hitzebeständigen Betonen für Industrieöfen
Aljtschuler B. A., Gorjatschew W. N., Milonow W. M., Elisawetskaja N. I. Vorgefertigte hitzebeständige Konstruktionen von Werksfertigung
Nekrassow K. D., Maslennikowa M. G. Hitzebeständiger Agglomeratbeton unter Verwendung von Zuschlagstoffen aus Abfällen der Kohlaufbereitung
Goberis S. Ju., Merlinskaja L. I. Verhalten von hitzebeständigen Betonen unter Bedingungen der zyklischen Temperaturen
Grigorjewa A. D. Anwendung von metallurgischen Schlacken für hitzebeständige Betone
Abyzow A. N., Kirjanowa L. A. Leichte Zellenbetone und poröse hitzebeständige Betone unter Verwendung von Phosphatbindemitteln
Tarasowa A. N., Shdanowa N. M. Fertige Trockengemische für hitzebeständige Betone
Gusew B. W., Sasimko W. G., Sajaz Ju. L., Pschinjko A. N. Schlagrutteltechnologie der Herstellung von Stahlbetonfertigteilen
Spiwack N. Ja., Astachow W. I. Hochfeste Schlackenbetone für Platten des industriellen Daches
Kostyljow M. A., Smyck A. A. Stabilisierung des Wasser—Zement—Verhältnisses im Betongemisch
Selivanow I. I., Brattschnikow W. G., Mischedlow—Petrosjan O. P., Uscherow—Marschack A. W., Iljaschenko W. A., Rudometkin W. A., Newakschonow A. I. HDSK-1—Plastifikator in der Batteriefertigungsverfahren von Betonen
Olechnowitsch K. A. Kleingabaritige Rütteltische für Formgebung von zusätzlichen Bauelementen
Sulejmenow S. T., Shunisow S. Sh. Wetterbeständigkeit von Gasschlackensilikatbetonen

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

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Стигнева О. В.

Сдано в набор 13.10.81,
 Формат 60×90/16
 Тираж 13120 экз.

Подписано в печать 16.11.81.
 Печать высокая

Усл. печ. л. 6,0

Т-28443
 Уч.-изд. л. 8,45
 Заказ 462

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Авторские свидетельства

№ 3*

№ 797873. В. М. Скрипник. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 797874. А. И. Осмоловский. Харьковский ДСК № 1. Устройство для образования пустот в железобетонных изделиях.

№ 797875. К. В. Чаус, Ю. М. Баженов, М. Т. Кофанов и др. МИСИ. Способ изготовления строительных изделий.

№ 797876. Л. И. Медовский. КТБ Стройиндустрия. Способ распалубки предварительно напряженных железобетонных изделий.

№ 797877. А. А. Корнеев, С. З. Рагольский, Л. М. Волинов и Л. И. Медовский. ВППО Союзводпроект. Установка для нанесения защитного слоя на тела вращения.

№ 797878. П. Г. Мудров, А. Г. Мудров и А. П. Мудров. Казанский сельскохозяйственный ин-т. Смеситель.

№ 797879. В. И. Грудяев, В. С. Раев, А. А. Кузьмин и В. К. Громцев. ВНИИстром. Устройство управления дозированием компонентов ячеистой бетонной смеси.

№ 798067. Л. Г. Шпынова, К. С. Соболев, М. А. Саницкий и др. Львовский политехнический ин-т. Комплексная добавка для бетонной смеси.

№ 798071. В. И. Богданов, Л. Л. Жидо, О. Ф. Саксонидр. ВНИИГС. Полимербетонная смесь.

№ 798072. В. И. Соломатов, В. П. Селяев, А. П. Федорцов и др. Мордовский государственный ун-т. Полимербетонная смесь.

№ 798073. И. А. Рыбьев, С. Х. Иртуганова, Т. П. Фомичева и др. ЦНИИпромзданий. Полимербетонная смесь и способ изготовления изделий из нее.

№ 798074. В. И. Соломатов, В. П. Селяев, А. П. Федорцов и др. Мор-

довский государственный ун-т. Полимербетонная смесь.

№ 798078. Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, Б. М. Румянцев и др. МИСИ. Способ изготовления строительных изделий.

№ 798226. Н. М. Русин, В. К. Жуковский, Г. Р. Вишневский и др. Ленинградское НПО землеройного машиностроения. Бетоноукладчик откосов.

№ 798256. Г. С. Кобринский, В. С. Коган, В. М. Горбаренко и М. Е. Вдовин. ЛатНИИС. Многослойная стеновая панель.

№ 798257. Л. В. Руф, А. А. Бабаев, Т. Г. Фатуллаев и В. В. Антонова. НИИЖБ. Стойка ограждения.

№ 798260. П. Д. Зубарев, В. Е. Захарчук, А. И. Данютин и др. Донецкий филиал Атомэнергостройпроекта. Подвижная опалубка.

№ 798261. Е. И. Ильмер. Калининский политехнический ин-т. Способ возведения вертикальной железобетонной конструкции в скользящей опалубке.

№ 798262. М. Д. Портнов, Г. И. Гескин, Е. Д. Кремлин и др. Донецкий Промстройинипроект. Горизонтально-скользящая опалубка.

№ 799944. А. Г. Маслов. Кременчугский филиал Харьковского политехнического ин-та. Способ уплотнения бетонной смеси.

№ 799945. Г. В. Мурашкин. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Пресс-форма для изготовления бетонных и железобетонных изделий.

№ 799950. М. М. Кабан. Устройство для изготовления железобетонных изделий.

№ 799951. Э. М. Веренкова, Ф. А. Гольдман, В. А. Копейкин и др. НИЛ ФХММ и ТП. Полимерная композиция для нанесения покрытий на металлические формы.

№ 799954. В. К. Хухлаев, П. Т. Игнатова и П. А. Каменкович. КТБ Мосоргстрояматериалы. Насадок для укладки бетонной смеси в кассетную форму.

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1981.