ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1
1988

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Дорогие читатели!

Редколлегия и редакция журнала «Бетон и железобетон» поздравляют Вас с Новым годом, желают дальнейших успехов в труде и большого личного счастья

Передовой опыт строительства в ЛитССР

Под таким названием на ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» проходила республиканская тематическая выставка. На ней была представлена автоматизированная система управления Каунасским ДСК.

Комбинат осуществляет комплексную застройку жилых микрорайонов в Каунасе и в некоторых других районных городах республики, а также строительство отдельных домов в Тюменской обл. и Карельской АССР. Проектная мощность комбината (178 тыс. м² полезной площади в год) используется на 100%. Комбинат ежегодно выполняет около 36,4 млн. р. строительно-монтажных работ по генподряду и около 29 млн. р. своими силами. Работает на ДСК около 2300 чел., в том числе 425 инженерно-технических работников.

Автоматизированная система управления АСУ на Каунасском ДСК действует с 1979 г. в объеме 39 задач управления, в 1983 г. введена в эксплуатацию вторая очередь.

АСУ ДСК охватывает следующие основные функции управления предприятием: технико-экономическое планирование, оперативное управление производством, управление промышленным производством и энергоресурсами промышленного производства, оперативное управление подрядными работами и вводом объектов в эксплуатацию, управление подготовкой производства, материально-техническим снабжением, бухгалтерский учет, управление качеством производства, кадрами.

АСУ обеспечивает своевременный ввод объектов в эксплуатацию при высоком качестве работ, увязку потребности в жилье и объектах культурно-бытового назначения с возможностями ДСК и выделенными ресурсами, составление и осуществление календарных планов работы производственных линий и монтажных подразделений, ритмичность основного производства, сокращение перерывов между отдельными циклами и операциями, уменьшение запасов материальных ресурсов на центральных складах и деталей на складах цеха реализации, увеличение объема реализуемой продукции на действующих площадях и оборудовании путем повышения производительности труда рабочих, сокращение внутрисменных потерь времени, увеличение загрузки оборудования, рациональное использование энергоресурсов, улучшение финансово-экономического состояния ДСК, освобождение от ручных вычислительных операций, создание новых форм управления производством.

Основными принципами, заложенными в АСУ комбината, являются комплексное решение экономических, технических и организационных вопросов, комплексность задач и рабочих программ, разработка единой информационной базы ДСК в пределах отраслевой АСУ ЛитССР, непрерывность развития системы, максимальное использование проектных решений и проектов других предприятий страны, распространение разработанных проектов на другие ДСК и строительные организации.

Проектные решения АСУ осуществляются путем интегрированной обработки данных, однократной записи исходных данных и многократного их использования, непрерывности расчета, а также использованием существовавших до введения АСУ документов в качестве первичных.

Технико-экономическое планирование охватывает ввод, корректировку и балансирование циклограммы, расчет строительно-монтажных работ (СМР), товарной и чистой продукции, полученной по генподряду, своими силами, субподряду. Рассчитывается фонд заработной платы, выработка на одного работающего по объему чистой продукции, среднесписочная численность работающих и среднемесячная заработная плата. Ведется учет выполненных СМР.

Планирование монтажа крупнопанельных домов и производства изделий, контроль и учет готовой продукции функционально связаны в АСУ. План СМР является основой для формирования плана производства и рассчитывается с учетом общей мощности завода КПД. В основе первичных данных для его составления лежит производственная программа предприятия. По ориентировочному плану монтажа выдается выравненный оптимальный месячный план-график монтажа, по последнему рассчитывается потребность в изделиях по номенклатуре по рабочим дням. Месячный календарный план производства формируется на основе потребности в изделиях, реальных остатках на складах, необходимом запасе, мощности технологических линий. Он является основой работы производства. Это новое решение в АСУ.

На основе фактического состояния производства ежедневно контролируются выполнение плана выпуска изделий, объектные графики комплектации, остатки в цехах реализации и объем продукции в формовочном, бетонном, арматурном и вспомогательных цехах. Производятся ежедневный учет и анализ пооперационного контроля технологического процесса производства.

Контроль энергетических параметров и лимитов потребления, ежедневный цеховой учет энергопотребления по отдельным видам продукции и сравнение их с цеховыми нормами и заданными лимитами основаны на новом методе автоматизированного управления энергоресурсами на предприятии. Информация о расходе, температуре, давлении, о параметрах электроэнергии в цехах и на линиях по каналам связи передается на вычислительный комплекс. Информация в виде перфоленты поступает в информационно-вычислительный центр.

Новым решением на малой ЭВМ является комплексная обработка проектно-сметной документации. На Каунасском ДСК она ведется в два этапа. На первом объектная смета вводится в ЭВМ, контролируются и корректируются сметные расценки, выдаются детализированные сметы для конкретных объектов. На втором — составляется сметно-накопительный журнал для укрупненных видов работ и технологических комплексов работ, рассчитывается нормативный расход материалов на них, распределяются сметные затраты, составляется калькуляция труда и заработной платы, рассчитывается потребность в материалах и изделиях на СМР.

На Каунасском ДСК разработаны и внедрены самостоятельные комплексы задач. Новыми методами осуществлен ввод и логический контроль первичной информации. Для улучшения комплектации объектов изделиями, повышения ритмичности монтажа внедрен комплекс задач по контролю и учету поставок изделий на объекты.

Управление материальными ресурсами охватывает определение потребности в основных и вспомогательных материалах, необходимых для изготовления изделий и выполнения СМР на год, квартал, месяц.

Управление кадрами включает анализ и учет имеющихся и вновь прибывших работников, текучесть кадров по отделам, цехам, площадкам. Выдаются статистические данные о составе работников по полу, партийности, стажу работы, образованию. Контроль за исполнительской дисциплиной предусматривает формирование данных и оперативную их выдачу по запросу.

На комбинате создана единая система классификации и кодирования.

Годовой экономический эффект от работы АСУ на Каунасском ДСК составляет 405 тыс. р. Согласованное месячное календарное планирование СМР и промышленного производства, учет и контроль готовой продукции на мини-ЭВМ внедрены на Вильнюсском ОП ДСК в 1980 г., Шауляйском ДСК в 1984 г. Комплекс задач учета и контроля производства внедрен в 1981 г. на Клайпедском ДСК, в Главсредволговодстрое. Комплексная обработка проектно-сметной документации на мини-ЭВМ внедряется в Клайпедском строительном тресте Минстроя ЛитССР.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1 (394)

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР

Январь 1988

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

Паньковский Д. А. Пути материально-технического обеспечения строительства 2

Бетоны

Баженов Ю. М., Иванов Ф. М. Современные проблемы бетоноведения 4

Гузеев Е. А., Гиржель А. М., Чернышев Ю. П., Пристромко О. А., Мовляв В. А. Кислотостойкий золошлакобетон 6

Зощук Н. И. Влияние крупности заполнителя на прочность бетона 8

Гладышев Б. М., Шмандий М. Д., Дикий Ю. А., Немерцев В. С. Газотермолитобетон на цементно-известковом вяжущем 9

Конструкции

Кузьмич Т. А. О минимальном проценте армирования стеновых панелей из легкого бетона 11

Жансеитов М. Ф. Исследование работы ребристых фундаментов стаканного типа 13

Заводское производство

Шилкин П. И., Гончаров И. Т., Белашов А. А. Многосекционный пневмопригруз для формования изделий из шлакопемзобетонных смесей 15

Азутов В. П., Шаврин В. И. О трещинообразовании изделий при кассетно-конвейерном производстве 16

Строительное производство

Крылов Б. А., Зырянов А. А. Кондуктивный прогрев бетонов 18

Петров А. Н., Путилов А. И. Оптимальные схемы транспортирования и монтажа длинномерных конструкций 20

Поляков Л. М., Железнов О. Е., Романов А. А., Садовский В. И. Емкостное сооружение с плоским днищем из сборных плит с гибкими стыками 22

В помощь проектировщику

Внуков О. А., Гроздов В. Т. Особенности деформирования изгибаемых элементов при кратковременном динамическом нагружении 23

Семенов А. И., Пиневич С. С., Дуйшеналиев Т. Б., Максимовский В. А. Несущая способность изгибаемых элементов, армированных высокопрочной стабилизированной проволокой 24

Отсмаа В. А. Определение наиболее опасного по поперечной силе наклонного сечения изгибаемого элемента 26

Гершвальд В. С. К расчету напорных виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным армированием 27

В помощь заводским лабораториям

Каган М. З. Учет фактической активности цемента в производственных условиях 29

Вопросы экономики

Новиков Э. И. Использование основных производственных фондов предприятий полносборного домостроения 30

Использование промышленных отходов

Зоткин А. Г., Балтаков Р. Ф. Назначение составов бетона с золой 31

Ларионов А. И. Золы и шлаки ТЭС для бетона и железобетона 33

Долговечность

Самарин Ю. А., Орлов М. Т., Стопич С. И. Оценка морозостойкости бетонов в производственных условиях 35

Касимов И. К., Рапопорт П. Б. Воздействие климата Узбекистана на свойства бетона с добавкой П-20 37

Дмитриев А. С., Шевченко А. В. Бетон без поверхностной гидроизоляции для безрулонной кровли 39

Сташевская С. Г., Зуев И. А. Выявление дефектов железобетонных конструкций 41

Нам пишут

Пацера А. Д. К работе — с позиций сегодняшнего дня 42

Зубик А. Г. Групповое механическое натяжение арматуры 43

Зарубежный опыт

Трамбовецкий В. П. Экономичное жилищное строительство 44

Библиография

Копьев С. И. Справочник строителя 45

Информация

Маркарян Т. Г. Читательская конференция 46

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Д. А. ПАНЬКОВСКИЙ, канд. техн. наук (зам. председателя Госстроя СССР)

Пути материально-технического обеспечения строительства

В решениях партии и правительства определено, что важным условием реальности устанавливаемых планов строительства является сбалансированность их с материально-техническими ресурсами.

. Основой этого на 1988 г. и последующий период должны стать крупномасштабные меры прежде всего по ресурсосбережению, а также по увеличению выпуска строительных материалов, изделий и конструкций путем полного использования созданных производственных мощностей и дальнейшего развития материально-технической базы строительства. За счет этих факторов предстоит обеспечить весь прирост потребности в строительных материалах и решать задачу по безусловному выполнению установленных планов строительства.

Именно на это и направлена разработанная и утвержденная Государственным строительным комитетом СССР 10 октября 1987 г. Комплексная программа сбалансированности плана строительно-монтажных работ с материально-техническим обеспечением.

Программа состоит из трех крупных разделов: ресурсосбережение; полное использование мощностей предприятий строительной индустрии и строительных материалов; ускоренное развитие материально-технической базы строительства.

Важнейшим направлением ресурсосбережения является ускорение внедрения достижений научно-технического прогресса. Госстроем СССР с участием министерств и ведомств разработаны и в июле — октябре прошлого года утверждены 16 важнейших научно-производственно-технических программ: «Цемент-90», «Металл-90», «Блок-комплект», «Здания из легких конструкций», «Монолит-90», «Полносборные общественные здания», «Бесканальные теплосети», «Очистка стоков», «Сварка в строительстве», «Полы», «Гипс», «КПД», «Подряд», «Хозрасчет», «Трубы» и «Утеплители».

Указанные программы охватывают практически все основные проблемы капитального строительства и направлены в первую очередь на решение проблемы ресурсосбережения.

Цель программы «Цемент-90» — полностью обеспечить потребность строительства и другие нужды народного хозяйства в цементе с 1990 г. Этим документом предусматривается интенсификация и повышение эффективности производства на действующих цементных заводах путем широкого внедрения непрерывно-поточных и других прогрессивных технологий, низкотемпературных процессов и техногенных материалов, а также реализации мер по увеличению мощности действующих печных агрегатов и созданию новых производств. На этой основе будет обеспечен в 1990 г. выпуск 146 млн. т цемента против 133,3 млн. т в 1986 г.

В программе наряду с мерами по развитию производства цемента на действующих и вновь строящихся заводах большое внимание уделено снижению его расхода за счет широкого внедрения интенсивной раздельной технологии приготовления бетонной смеси.

Сущность этой технологии заключается в предварительном приготовлении и активации цементно-песчаного раствора в специальном скоростном смесителе с последующим перемешиванием этого раствора с заполнителями в обычных бетономешалках.

На первом этапе внедрения активации подвергается только цементно-песчаный раствор, что позволяет сократить расход цемента на 10...12% за счет более полного использования его прочностных свойств и улучшения структуры бетона. В последующем часть цемента намечено заменять молотым песком, шлаком, золой или другим минеральным наполнителем, что позволит довести размеры экономии цемента до 20...25%. Еще эффективнее будет применение раздельной технологии при введении химических добавок, в том числе самых доступных — технических лигносульфонатов.

Программой предусмотрено начать незамедлительное масштабное внедрение раздельной технологии приготовления бетонов и уже в текущем году обеспечить на этой основе существенное снижение расхода цемента в организациях строительного комплекса.

Важным фактором достижения сбалансированности в цементе является создание в строительных организациях помольных установок для выпуска многокомпонентных вяжущих материалов с использованием местных минеральных добавок.

В программе «Цемент-90» предусмотрено организовать производство таких вяжущих и обеспечить их выпуск в 1990 г. в объеме 4 млн. т. Главное назначение этих вяжущих — заменить высокомарочные энергоемкие цементы в строительных растворах и низкомарочных бетонах и устранить неизбежно возникающий перерасход таких цементов при их применении в растворах.

. Работа по созданию помольных установок уже начата в ряде министерств. Минсевзапстрой СССР задействовал помольные установки в Череповце на 15 тыс. т и в Туле на 50 тыс. т, к началу текущего года введет в действие еще две установки в Череповце общей мощностью 150 тыс. т и таким образом полностью реализует задание, предусмотренное этому министерству в программе «Цемент-90» на 1988—1990 гг.

Минстрой Украинской ССР ввел в действие в Ворошиловграде и Запорожье две установки по 80 тыс. т каждая и в начале нынешнего года планирует ввести такие же установки в Днепропетровске и Днепродзержинске.

Минуралсибстрой СССР готовится к строительству в 1988 г. двух мощных помольных установок по 350 тыс. т вяжущих в год каждая в Челябинске и Свердловске. Свердловский институт ПромстройНИИпроект разрабатывает проект такой установки, который имеется в виду превратить в типовой.

Кроме перечисленных мер, намечается расширение производства и широкое внедрение эффективных химических добавок, в том числе суперпластификаторов бетона С-3, пластификаторов ЛСТМ-2, ЛТМ и других, позволяющих экономить 10...12% цемента.

Очень эффективными заменителями цемента в строительных растворах и стеновых материалах, а также цемента и лесоматериалов в основаниях полов являются гипсовые вяжущие повышенной водостойкости, серьезное развитие которых предусмотрено в программе «Гипс». Широкое применение такое вяжущее найдет в монолитном малоэтажном домостроении, в различных гипсовых изделиях, стеновых панелях, блоках и в санитарно-технических кабинах.

Программой «Металл-90» предусмотрен ряд мер по его экономии и рациональному расходу. Намечается расширение производства и применения железобетонных конструкций и изделий с эффективной арматурной сталью, усовершенствованными арматурными каркасами и закладными деталями, внедрение крупногабаритных железобетонных конструкций вместо мелкоразмерных, эффективных конструктивных форм зданий и на этой основе обеспечить в 1990 г. экономию 722 тыс. т металла.

Широкое применение в строительстве жилых и общественных зданий получат сборно-монолитные каркасно-панельные конструкции с натяжением арматуры в построечных условиях, крупнопанельные конструкции общественных зданий серии 1.090, мобильные здания, что обеспечит в 1990 г. экономию 208 тыс. т металла.

Главным источником снижения металлоемкости строитель-

© Стройиздат, 1988

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ства должно стать совершенствование проектных решений. В настоящее время есть реальные предпосылки развернуть крупномасштабные работы по созданию и внедрению в практику строительства легких зданий комплектной поставки из сборного железобетона, конкурентоспособных по срокам монтажа, трудозатратам на строительных площадках и качеству исполнения с такими же зданиями из легких металлических конструкций, но с меньшим в 2...3 раза расходом металла. Это позволит не только получить существенную экономию металла, но и догрузить некоторые заводы ЖБИ при переводе их на трехсменный режим работы.

Существенную экономию металла обеспечит программа «Монолит-90». Она предусматривает доведение объема монолитного домостроения в 1990 г. до 10,4 млн. м² общей площади и снижение расхода натуральной стали в количестве 195,6 тыс. т.

Нет ни одной строительной организации, которая не испытывала бы трудностей с обеспечением трубами. Сейчас нет возможности для значительного увеличения их выпуска, тем более что объемы производства некоторых видов труб (полимерных, железобетонных, стеклянных) уже определены на перспективу. На решение этих задач и нацелена программа «Трубы».

Чрезвычайно важным для удовлетворения растущих объемов строительства жилья и других объектов соцкультбыта является выведение домостроительных комбинатов на проектные показатели работы. Неиспользуемый резерв по данной группе предприятий оценивается в 20%, или в 11... 12 млн. м² общей площади. За плохое использование этих мощностей строительные организации подвергались суровой и справедливой критике на июньском (1987 г.) Пленуме ЦК КПСС.

В июле прошлого года Госстрой СССР принял решение о выведении на проектные показатели всех без исключения ДСК в течение 1988 г., о переводе всех ДСК и заводов ЖБИ за этот же период на непрерывный график с трех- или четырехсменным режимом работы с увеличением их мощности.

В настоящее время полностью используются мощности ДСК в Госстрое Эстонской ССР и Минстрое Литовской ССР, в Главленинградстрое, в Минстройматериалов Казахской ССР и Главалмаатастрое. Близки к проектным показателям домостроительные комбинаты Минуралсибстроя СССР (около 90%), Мосгорисполкома (96%), Главкиевгорстроя (94%), Главташкентстроя (91%), Минстроя Белорусской ССР (96%), Минстройматериалов Молдавской ССР (95%). Имеются хорошо работающие комбинаты и в других министерствах и ведомствах. Как правило, все они находятся на трехсменном режиме.

В июле-августе прошлого года в строительных министерствах союзных республик проведен анализ работы отстающих ДСК, разработаны и утверждены Программы по выведению их на проектную производительность и переводу на трехсменный или непрерывный режим работы. Вместе с тем проверки, выполненные Госстроем СССР и Госкомархитектуры с выездом на места, свидетельствуют о наличии серьезных недостатков в организации работы по улучшению использования мощностей домостроительных комбинатов.

Для технического перевооружения заводов стройиндустрии, оснащения их оборудованием и оснасткой следует привлечь промышленные предприятия, заинтересованные в строительстве жилья, и молодежные жилищные комплексы, как это делают, например, в Ленинграде. Использовать для взаиморасчетов с ними различные формы и возможности, предоставляемые новым хозяйственным механизмом, в том числе поставку деталей КПД и их монтаж по прямым хозяйственным договорам с этими предприятиями. Аналогичную работу необходимо провести по заводам стеновых материалов, нерудной промышленности, пористых заполнителей, гипсу, извести и других местных материалов.

Потребность в нерудных и теплоизоляционных материалах, пористых заполнителях, деталях КПД, сборном железобетоне в 1988 г. должна быть закрыта в полном объеме за счет улучшения использования мощностей по выпуску этой продукции.

С 1 января 1988 г. на 98 предприятиях строительной индустрии и строительных материалов, в том числе на 69 предприятиях крупнопанельного домостроения, вводится государственная приемка выпускаемой продукции. Это будет способствовать повышению ее качества, улучшению организации производства, укреплению технологической дисциплины, рациональному использованию материальных ресурсов.

В настоящее время ведется пересмотр нормативно-технической документации, дооснащение предприятий формами и оснасткой, комплектование лаборатории и служб Госприемки метрологическими приборами и инструментами. На ряде предприятий начата поэтапная государственная приемка продукции.

Впервые за многие годы Госстроем СССР с участием Госплана СССР, Госснаба СССР и министерств разработана комплексная программа развития производства строительных материалов, конструкций и изделий на длительную перспективу — до 1995 года.

Она охватывает практически все важнейшие виды как традиционных, так и новых материалов и изделий, предусматривает не только полное удовлетворение потребностей строительных организаций, но и широкого рынка ремонтно-эксплуатационных нужд и рассчитана в основном на самообеспечение союзных республик строительными материалами, конструкциями и изделиями.

Вот наиболее важные показатели этой программы.

Выпуск цемента по сравнению с базовым 1985 г. возрастет в 1990 г. на 13%, а к 1995 г. должен увеличиться на 27%; стеновых материалов — на 15 и 48%. Ускоренное развитие получит производство блоков из ячеистого бетона. Если сегодня в целом по стране их выпускается лишь 2 млрд. шт. усл. кирпича, то уже в конце текущей пятилетки объем производства их будет доведен до 8 млрд. шт., а к 1995 г. должен возрасти до 28 млрд. шт. По сути дела, заново создается крупное направление исключительно эффективных стеновых материалов, что будет существенно способствовать развитию индивидуального и кооперативного строительства и тем самым ускорению решения жилищной проблемы в стране. Производство щебня и гравия увеличится к 1990 г. на 24%, а к 1995 г. должно возрасти на 60%, выпуск эффективных теплоизоляционных материалов должен повыситься соответственно в 2 и 3 раза.

Объемы строительства крупнопанельных жилых домов должны возрасти в 1990 г. и в 1995 г. по сравнению с 1985 г. соответственно на 9 и 28%. Предусмотрен решительный переход на экономичное крупнопанельное строительство объектов социальной сферы, что позволит, как уже говорилось, существенно сократить расход металла, трудозатраты и сроки строительства.

Работа по реализации программы предстоит огромная, и первое, что нужно сделать, — это в корне изменить отношение к возведению объектов собственной базы, так как строятся они пока крайне неудовлетворительно. Министерством строительства СССР и союзных республик необходимо считать важнейшей задачей выполнение планов строительства на объектах производственной базы.

Должна быть существенно усилена роль республиканских и местных органов управления в развитии собственной производственной базы. Эти органы в условиях повышения их роли и ответственности за состояние дел в строительстве должны осуществить комплекс мер, обеспечивающих последовательный перевод республик, краев и областей на самообеспечение строительства основными строительными материалами, изделиями и конструкциями. Прежде всего это необходимо сделать для объектов социальной сферы на основе полного использования имеющихся мощностей и реализации программы по дальнейшему развитию производственной базы строительства. Для этого сейчас созданы необходимые материальные предпосылки. Но пока эта работа проводится явно недостаточно, что приводит к огромным дополнительным затратам, возникновению необоснованного искусственного дефицита, дезорганизации строительства.

Это условие необходимо учесть при разработке адресных программ развития мощностей подведомственных предприятий строительной индустрии и промышленности строительных материалов. Практически полностью переход на самообеспечение должен быть завершен в 1990 г.

Большую работу предстоит провести по организации проектирования. Для этого должны быть задействованы десятки различных институтов и организаций, расположенных на всей территории СССР. Одновременно с генеральным проектировщиком должны работать субподрядные организации по изысканиям и проектированию инженерного обеспечения.

Крайне тяжелое положение сложилось с обеспечением строящихся и реконструируемых объектов технологическим оборудованием. Мощности предприятий Минстройдормаша СССР явно недостаточны для решения этой задачи.

Программой предусмотрено скоростное строительство ряда машиностроительных предприятий Минстройдормаша

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

СССР и других министерств. Однако это потребует определенного времени.

Поэтому чрезвычайно важным является принятое Госстроем СССР решение о привлечении Минмонтажспецстроя СССР к изготовлению в кооперации с Минстройдормашем СССР технологического оборудования для развития производственной базы строительства. Уже в 1988 г. Минмонтажспецстрой должен изготовить для этих целей 100 тыс. т оборудования, в 1989 — 150 и в 1990 г. — 200 тыс. т. В первую очередь это оборудование для строящихся кирпичных заводов на отходах углеобогащения, заводов ячеисто-бетонных изделий, региональных цементно-помольных установок, оборудование и оснастка для предприятий крупнопанельного домостроения.

Выполнение намеченных Комплексной программой мер позволит сбалансировать планы строительства с материально-техническим обеспечением. Задача эта трудная, но, безусловно, реальная.

Бетоны

Публикацией статьи профессоров Ю. М. Баженова и Ф. М. Иванова редакция журнала продолжает обсуждение основных проблем дальнейшего развития теоретического и практического аспектов бетоноведения, имея в виду концентрацию усилий ученых и производственников на первоочередных задачах технического прогресса в технологии бетона и совершенствования его свойств.

Редакция приглашает принять участие в обсуждении этих проблем широкий круг специалистов — научных работников, проектировщиков, производственников.

УДК 691.327.001

Ю. М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, проф. (МИСИ); Ф. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ)

Современные проблемы бетоноведения

Как отмечалось на XXVII съезде КПСС, кардинальное ускорение научно-технического прогресса является коренным вопросом экономической стратегии партии. Для обеспечения этого ускорения необходимы дальнейшее наращивание и эффективное использование научно-технического потенциала страны, развертывание научных исследований. Должно быть обеспечено повсеместное внедрение новейших достижений науки и техники в производство и в другие сферы экономики. Наука в полной мере станет непосредственной производительной силой.

Советское бетоноведение и технология бетона и железобетона в настоящее время достигли больших успехов. Возросли прочность и качество цемента и бетона, увеличилось их разнообразие, было организовано массовое производство сборных изделий и конструкций, осуществляется бетонирование в суровых зимних условиях. Широкое распространение получили вибрирование, эффективные химические добавки, бетоны на легких заполнителях, ячеистые и другие их виды, новые технологии, способы защиты изделий и конструкций от коррозии и повышения их долговечности.

По производству цемента и железобетона Советский Союз значительно опережает передовые капиталистические страны. Развитие конструкций и изделий из бетона и железобетона явилось основой индустриализации строительства, в несколько раз повысило производительность труда, сократило сроки возведения объектов, обеспечило экономию материальных и трудовых ресурсов.

Вместе с тем перед бетоноведением встают новые задачи. Накопленный научный потенциал, развитие строительной техники, введение нового хозяйственного механизма — все позволяет надеяться, что эти задачи могут быть успешно решены в короткие сроки.

Основным компонентом, во многом определяющим свойства бетона, является вяжущее. В качестве вяжущего наиболее широко применяют портландцемент. В ближайшие годы повысится его прочность, расширится номенклатура применяемых цементов, в том числе с тонкомолотыми добавками для бетонов низких и средних марок.

Необходимо разработать способы наиболее рационального использования цемента для его максимальной экономии при одновременном обеспечении прочности и долговечности конструкций.

Следует более глубоко изучить особенности структурообразования цементного камня с учетом поверхностных явлений на границах «заполнитель — цемент» и «наполнитель — цемент», действия различных химических добавок, особенностей массопереноса. Глубокое изучение физикохимии структурообразования необходимо доводить до количественных зависимостей, которые можно использовать при технологических и технико-экономических расчетах. До последнего времени многие положения бетоноведения в достаточной степени технико-экономическими расчетами не обосновывались.

При применении суперпластификаторов и комплексных добавок, при внедрении эффективных способов активизации це-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мента и приготовления бетонной смеси, использовании тонкозернистых отходов промышленности и энергетики (зол, шлаков и прочих) имеются реальные возможности получения бетонов прочностью в 1,5...1,7 раза выше прочности цемента при его умеренном расходе или большем снижении расхода, чем это достигалось раньше за счет применения более высокой марки цемента.

По условиям долговечности необходимо получение плотного бетона, обладающего защитными свойствами по отношению к арматуре при минимальном расходе цемента. Исследование и разработка способа получения бетонов средних и низких марок на высокопрочных цементах в условиях применения суперпластификаторов и тонкомолотых наполнителей являются актуальной задачей.

Рекомендации по выбору марок цемента должны учитывать использование химических и тонкомолотых добавок, реальное производство и условия эксплуатации конструкций.

В современной технологии используют различные вяжущие, планируется расширить применение специальных цементов — напрягающего, сверхбыстротвердеющего, цветных, смешанных, а также бесцементных вяжущих — шлакощелочных, стеклощелочных и др. Необходимо дальнейшее глубокое изучение их влияния на свойства смеси и бетона, на формирование структуры, на долговечность бетона и железобетона. Используя единый методический подход к рассмотрению структуры и свойств бетона как композиционного материала, необходимо получить надежные количественные зависимости, позволяющие проводить технологические и технико-экономические расчеты при производстве конструкций на специальных цементах и вяжущих.

Дальнейший прогресс технологии бетона и железобетона сегодня справедливо связывают с разработкой и внедрением комплексных химических добавок. По существу речь идет о химическом управлении свойствами и технологией бетона. Широкое применение модификаторов требует решения ряда задач. Среди них — разработка надежной методики и действенного механизма отбора наиболее эффективных модификаторов из большой гаммы химических продуктов и отходов промышленности, а также новых полифункциональных модификаторов на основе технико-экономических и санитарно-экологических требований. Это также выявление особенностей поведения смеси, структурообразования бетона, особенностей его свойств при применении модификаторов в сочетании с вяжущими, заполнителями и при различных технологиях. Определение долговечности бетонов с добавками, влияние их на арматуру, совершенствование технологии сборного и монолитного железобетона за счет использования комплексных модификаторов и решение других вопросов позволит в условиях нового хозяйственного механизма правильно выбрать и быстро внедрить наиболее оптимальные варианты.

Одной из важных проблем бетоноведения является правильный выбор зернового состава заполнителя, требования к его чистоте. За рубежом применяют многофракционные чистые заполнители, у нас этот вопрос все еще находится в стадии дискуссии, а перерасход цемента за счет применения некачественных и немытых заполнителей достигает 10...20%.

Технологические зависимости, определяющие влияние различных факторов на свойства смеси и бетона, реализуются в процессе проектирования его состава. Правильное определение состава бетона обеспечивает рациональный выбор и использование сырья, гарантирует качество и долговечность конструкций, определяет технико-экономические показатели производства и готовой продукции. В Советском Союзе разработаны и применяются прогрессивные способы проектирования состава бетона различных видов, однако в современных условиях необходимо их дальнейшее развитие с учетом разнообразия вяжущих, заполнителей, химических модификаторов, тонкозернистых наполнителей, различных технологий.

Необходимы исследования по компьютеризации процессов исследования и технологии бетона. Проектирование составов бетона, технико-экономические расчеты и управление его производством должны проводиться с широким использованием ЭВМ, в первую очередь, мини-ЭВМ и управляющих комплексов на их основе. Применение ЭВМ требует новых критериев оценки свойств бетона и материалов для него.

Некоторые критерии являются преимущественно качественными и не позволяют дать количественную оценку влияния данного фактора на свойства бетона. Следовательно, они не могут успешно применяться при решении задач на ЭВМ, хотя подобные критерии, носящие ограничительный характер, например устанавливающие пределы содержания вредных примесей, необходимы и должны соответствующим образом использоваться в расчетах.

В последнее время появились обобщенные критерии, позволяющие усовершенствовать расчеты — это классы бетона и арматуры, классы добавок, водопотребность заполнителей. Необходимо разработать критерии, количественно определяющие влияние того или иного материала или технологического приема на свойства смеси и бетона. Может быть, следует обсудить возможность оценки материалов путем их непосредственного испытания в бетоне эталонного состава, поскольку подобные испытания дают интегральную оценку влияния материала на свойства бетона, которую можно использовать в расчетах на ЭВМ.

Для получения более надежных технологических зависимостей необходимы обширные испытания для надлежащего учета статистических факторов. Такие испытания трудно и нецелесообразно проводить в рамках одной лаборатории и института. Следует шире использовать для этих целей коллективные работы с участием многих лабораторий НИИ, вузов, заводов и строительных организаций по единой предварительно демократически обсужденной методике с обработкой данных на ЭВМ. Оказался положительным опыт подобной работы, проводившейся по инициативе НТО Стройиндустрии, для определения зависимости прочности бетона от марки цемента и других факторов в связи с введением нового метода испытаний цемента. Координационному совету по бетону и железобетону при НИИЖБе и его секциям следует организовать подобную работу, например по выявлению влияния химических модификаторов на свойства бетона при применении различных его составов, вяжущих и заполнителей.

Важная задача бетоноведения — расширение номенклатуры, исследование свойств и определение областей применения особых видов бетона: самонапряженного, безусадочного, декоративного, коррозионностойкого, жаростойкого, машиностроительного, биоцидного и других. Применительно к легкому бетону на пористых заполнителях необходимо добиться средней плотности менее 1000 кг/м³, что потребует разработки конкретных рекомендаций с учетом реальных условий производства различных регионов страны и заводов. Возможно использование суперлегких заполнителей, газообразующих и воздухововлекающих добавок, позволяющих снизить среднюю плотность бетона. Определенные задачи необходимо решить при изготовлении трехслойных конструкций — это защита арматуры от коррозии, сцепление и совместная работа слоев из разных материалов или бетонов и ряд других.

Необходимо расширить работы по созданию новых бетонов с использованием новых цементов и добавок, позволяющих существенно модернизировать технологию, отказаться от тепловой обработки, применить более подвижные и литые смеси, обеспечивающие резкое повышение производительности труда.

Важной задачей является повышение долговечности и кор-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

розионной стойкости бетонов при одновременной экономии материальных ресурсов. Разработка и применение новых эффективных добавок, суперстойких цементов, рациональных способов производства работ и защиты конструкций от коррозии существенно повысит надежность и долговечность конструкций, снизит затраты на их ремонт, даст значительный народнохозяйственный эффект.

Дальнейшие исследования по пропитке изделий мономерами, серой и другими веществами должны быть направлены на существенное повышение коррозионной стойкости бетона. Необходимо разрабатывать методы нейтрализации вредных свойств сырья непосредственно в процессе приготовления бетонов, что будет способствовать расширению сырьевой базы за счет снятия ряда ограничений на применение местных материалов и отходов промышленности.

Технология сборного и монолитного бетона — это по существу безотходная технология, для которой существенно снижение материальных, энергетических и трудовых затрат. В этом направлении имеются большие неиспользованные резервы.

На страницах журнала «Бетон и железобетон» и в рамках проводящихся конференций и семинаров целесообразно организовать дискуссию по актуальным и спорным вопросам развития теории и практики бетона и железобетона. В последнее время появились новые предложения по оценке структуры и свойств бетона, совершенствованию его производства, новым химическим добавкам. В ходе дискуссии эти предложения следует оценить, отобрать наиболее эффективные, определить пути их быстрого внедрения. В первую очередь, необходимо широко пропагандировать прогрессивные предложения по развитию технологии железобетона и экономии материальных и трудовых ресурсов.

Особо важное значение приобретает совместное использование комплексных модификаторов бетона, тонкозернистых добавок, активации цемента. До какой степени целесообразно домалывать цемент и добавки, сколько и каких добавок вводить, как лучше организовать производство бетона по новой технологии, управлять его качеством с учетом колебания свойств исходного сырья — по этим и другим вопросам в разных научных и строительных организациях накоплен определенный опыт. Обобщение и сравнение предложений, разработка на основе дискуссии рекомендаций, позволяющих охватить различные условия производства, быстрое и эффективное внедрение в строительство наиболее прогрессивных предложений — актуальная задача науки.

Необходимо совершенствовать ГОСТы и другие нормативные документы с учетом последних достижений науки и техники, реальных возможностей производства и технико-экономического обоснования предложений.

Требуют обсуждения и другие вопросы бетоноведения, например, выбор наиболее рациональных путей экономии энергетических ресурсов при производстве сборного железобетона, разработка и внедрение беспропарочной технологии, повышение долговечности бетона особых видов, эффективная защита от коррозии, разработка рациональных математических моделей управления производством с использованием ЭВМ, расширение областей применения бетона, ремонт и усиление конструкций при техническом перевооружении и реконструкции, всемерное использование вторичного сырья и отходов промышленности.

Необходимы исследования поисковых и перспективных тем по новым направлениям: бетоны на основе сочетания цементов с полимерами, использование электрохимических и сильных физических воздействий на твердеющий бетон, воспроизведение биологических процессов образования искусственного камня, в том числе на поверхности бетона.

Следует всемерно расширять исследования с учетом достижений фундаментальных наук — физики, химии, физической химии, физико-химической механики и использование их для углубления теоретических основ бетоноведения.

Необходимо через дискуссии в печати и на семинарах поднять творческую активность строительной общественности, шире использовать передовой опыт, способствовать быстрейшей информации о передовых достижениях, обучению кадров новым прогрессивным технологическим приемам.

Углубление и расширение материаловедческих исследований в технологии бетона и железобетона позволят более обоснованно решать конкретные задачи производства, обеспечат сокращение сроков и снижение стоимости строительства, позволят из тех же объемов материалов построить больше жилых, общественных и производственных объектов.

УДК 691.327:666.97-134

Е. А. ГУЗЕЕВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); А. М. ГИРЖЕЛЬ, Ю. П. ЧЕРНЫШЕВ, О. А. ПРИСТРОМКО, кандидаты техн. наук, В. А. МОВЛЯВ, инж. (Донецкий ПромстройНИИпроект)

Кислотостойкий золошлакобетон

Устойчивость бетонов к действию кислот определяется кислотостойкостью не только вяжущего, но и заполнителей. Поэтому для приготовления кислотостойких бетонов на основе водорастворимых силикатов традиционно используют горные породы, кислоторастворимость которых не превышает 3...8%. В основном это породы высокой прочности — андезит, базальт, гранит, диабаз и др. [1].

Как известно, технологические особенности приготовления бетонов на основе водорастворимых силикатов предусматривают применение кислотостойких заполнителей трех разновидностей: тонкомолотый наполнитель с удельной поверхностью не менее 2000 см²/г, заполнитель мелкий (песок) и крупный. Получение указанных заполнителей путем дробления и помола прочных кислотостойких горных пород приводит к существенному удорожанию бетона. В среднем общая стоимость заполнителей кислотостойкого бетона выше их стоимости в обычном бетоне на 10...15 р. на 1 м³.

В этой связи представляет интерес использование отходов промышленности алюмосиликатного состава, в частности зол и шлаков тепловых электростанций, в качестве разновидностей заполнителя кислотостойкого бетона.

Технико-экономическая целесообразность введения этих материалов в бетоны на основе портландцемента достаточно широко известна. В работах [2...4] определены основные технологические особенности и физико-механические свойства золошлакобетонов, что позволило организовать производство конструкций из таких бетонов. Одновременно показа-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

но, что экономический эффект за счет применения золошлаковых заполнителей может составить 3 ... 8 р. на 1м³ бетона.

Принципиальная возможность использования золошлаковых отходов для кислотостойких бетонов известна. Однако недостаточно изучены свойства золы, шлака и золошлаковых смесей как заполнителей кислотостойких бетонов, отсутствуют данные для определения оптимального соотношения золы и шлака в составе кислотостойкого бетона, сведения о технологических особенностях приготовления таких бетонов, а также об их физико-механических свойствах. Все это до настоящего времени сдерживает широкое изготовление кислотостойких бетонов и конструкций на основе золошлаковых материалов.

На тепловых электростанциях Донбасса, как правило, практикуется совместное золошлакоудаление. На некоторых станциях, например на Мироновской ГРЭС, существует раздельное удаление золы и шлака, на других, например Кураховской, Ладыженской, Бурштынской ГРЭС, построены установки по отбору сухой золы.

Исследования показали, что шлак и зола тепловых электростанций Донбасса имеют высокую кислотостойкость и могут быть использованы в качестве заполнителей и тонкомолотых наполнителей кислотостойких бетонов. Так, кислотостойкость шлака Углегорской ГРЭС фракции 0,315...1,25 мм составляет 97,2%, фракции 1,25...5 мм — 98,7%, фракции 5 мм — 98,3%.

Шлак образуется из расплава минеральной части топлива. После охлаждения в водяной ванне его подвергают дроблению, после чего он становится материалом с крупностью зерен 0,3...20 мм. Шлак в основном состоит из кислого алюмосиликатного стекла с редкими включениями кварца, анортита, металлического железа и полукоксовидных остатков в стекле.

Зола представляет собой тонкодисперсный порошок удельной поверхностью 2000...6000 см²/г с остатком 5...25% на сите № 008. Он образуется из минеральной части твердого топлива, сжигаемого в топках котлов в пылевидном состоянии и улавливаемого электрофильтрами из дымовых газов.

Рассматривались два варианта использования золошлаковых отходов для производства кислотостойких бетонов: первый — золошлаковая смесь в качестве однокомпонентного заполнителя и тонкомолотого наполнителя, второй — шлак (фракция + 0,315 мм) используется вместо песка и щебня, дополнительно вводится зола или тонкомолотый шлак в качестве тонкомолотого наполнителя. Промышленный выпуск молотого шлака, или так называемого кислотостойкого порошка, освоен на Донецком комбинате камнелитых и керамических изделий. Кислотостойкий порошок в соответствии с ТУ 21 УССР 835-74 получают в шаровой мельнице путем совместного помола шлака Ворошиловградской ГРЭС и 5% отходов камнелитейного производства.

Наши исследования проведены с золошлаковыми отходами Углегорской ГРЭС. Использовали натриевое жидкое стекло с кремнеземистым модулем 2,85 Константиновского химического завода (Донбасс). Уплотняющей добавкой служил фуриловый спирт в количестве 3% расхода жидкого стекла. Кремнефтористый натрий (отвердитель) вводили в количестве, соответствующем стехиометрическому соотношению между кремнефтористым натрием и жидким стеклом данного модуля и плотности.

Поскольку кислотостойкий бетон является многокомпонентной смесью, применяли метод математического планирования экспериментов. В качестве параметров оптимизации принимали жесткость бетонной смеси и прочность бетона. Исследуемыми управляемыми факторами были приняты плотность и расход жидкого стекла, процентное содержание тонкомолотого наполнителя в смеси заполнителей, которые соответственно обозначены X_1, X_2 и X_3. Реализован полный факторный эксперимент типа 2^3.

Из каждого состава бетона готовили по 9 образцов-кубов, пропаривали их в лабораторной пропарочной камере по режиму (3+6+7) ч при температуре изотермического прогрева 70°С. После твердения в течение 10 сут при температуре 20°С три образца помещали в емкость с водой, три — в емкость с 20%-ным раствором серной кислоты, а оставшиеся хранили на воздухе. После 10 сут выдерживания в указанных средах определяли предел прочности при сжатии.

По известным формулам [5] рассчитаны значения коэффициентов уравнений регрессии. Статистический анализ показал адекватность описания экспериментальных данных линейными зависимостями.

Уравнение жесткости бетонной смеси в кодовом масштабе записывается в следующем виде:

$$Ж = 21,6 + 8,37 X_1 - 6,62 X_2 + 2,37 X_3 - 0,87 X_1 X_2 + 3,12 X_1 X_3 - 4,37 X_2 X_3 - 2,62 X_1 X_2 X_3. \quad (1)$$

О степени влияния факторов на жесткость бетонной смеси в избранной области варьирования можно ориентировочно судить по величине коэффициентов при линейных членах, которые располагаются в ряд

$$X_1 > X_2 > X_3.$$

При этом направленность действия факторов (их знаки) соответствуют физическому процессу их влияния. Увеличение плотности жидкого стекла и содержания тонкомолотого наполнителя приводит к увеличению жесткости бетонной смеси, а увеличение расхода жидкого стекла — к понижению жесткости.

Уравнение прочности бетона в кодовом масштабе записывается в виде

$$R = 19,5 + 6,95 X_1 + 2,35 X_3 + 0,32 X_1 X_2 + 0,92 X_1 X_3 - 1,22 X_2 X_3 - 0,5 X_1 X_2 X_3. \quad (2)$$

Коэффициент b_2, равный 0,05, оказался малым, в связи с чем в уравнении (2) отсутствует линейный член X_2. Это свидетельствует о том, что в принятом интервале варьирования расход жидкого стекла не оказывает существенного влияния на прочность бетона. В то же время увеличение плотности жидкого стекла и процента содержания тонкомолотого наполнителя в смеси заполнителей приводит к увеличению прочности бетона.

Уравнения (1) и (2) позволяют, задавшись одним из параметров (X_1, X_2, X_3), определить остальные, обеспечивающие получение бетонной смеси заданной жесткости и бетона заданной прочности. Содержание тонкомолотого наполнителя (зола, молотый шлак) в смеси сухих компонентов кислотостойкого золошлакобетона должно быть не менее 20%.

С учетом полученных результатов были изготовлены кислотостойкие бетоны с заполнителями и наполнителями из шлака Углегорской ГРЭС, определены их физико-механические свойства, водостойкость и кислотостойкость. Характеристики кратковременной прочности и деформативности бетона двух составов приведены в табл. 1.

Таблица 1

γ, кг/м³	R, МПа	$R_р$, МПа	$R_{ри}$, МПа	$R_{пр}$, МПа	E, МПа
2030	18,0	1,83	2,5	15,0	$1,23 \cdot 10^4$
2040	25,6	2,68	3,02	23,8	$1,83 \cdot 10^4$

Коэффициент водостойкости исследованных бетонов колеблется в пределах 0,9...0,99, а коэффициент кислотостойкости — в пределах 0,85...1,2.

Прочностные характеристики бетонов, а также данные их стойкости в воде и в 20%-ном растворе серной кислоты показывают, что они соответствуют аналогичным характеристикам кислотостойких бетонов на традиционных заполнителях.

Зола в качестве тонкомолотого напол-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

нителя кислотостойкого золошлакобетона может быть использованы и при раздельном отборе золы и шлака и при совместном золоудалении и отборе золошлаковой смеси из отвала. Молотый шлак в качестве тонкомолотого наполнителя применяют как при раздельном удалении золы и шлака, так и при отборе шлака из отвала.

Возможные сочетания шлака и тонкомолотого наполнителя (зола, молотый шлак) в кислотостойком золошлакобетоне приведены в табл. 2.

Расчеты показывают, что использование золошлаковых отходов тепловых электростанций Донбасса (вместо традиционных заполнителей и тонкомолотых наполнителей) в кислотостойких бетонах позволяет снизить стоимость 1 м³ на 5...26 р. в зависимости от состава бетона.

Таблица 2

№ состава	Раздельное удаление золы и шлака		Совместное удаление золы и шлака			Молотый шлак
	шлак	зола	золошлаковая смесь	шлак	зола	
1	+	+	—	—	—	—
2	+	—	—	—	—	+
3	—	—	+	—	—	—
4	—	—	—	+	+	—
5	—	—	—	+	—	+

Примечание. Плюс — присутствие данного компонента в кислотостойком золошлакобетоне, минус — его отсутствие.

Выводы

Золошлаковые отходы тепловых электростанций Донбасса могут быть использованы в качестве заполнителей и тонкомолотых наполнителей кислотостойких бетонов. На золошлаковых отходах получены кислотостойкие бетоны с пределом прочности при сжатии 15...30 МПа. Их свойства не отличаются от свойств аналогичных бетонов с традиционными заполнителями и тонкомолотыми наполнителями из кислотостойких горных пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Субботкин М. И., Курицына Ю. С. Кислотостойкие бетоны и растворы. — М.: Госстройиздат, 1967. — С. 16—17.
2. Методические рекомендации по подбору составов и технологии приготовления бетонов с использованием зол и шлаков. — Донецк, 1979. — С. 11—12.
3. Чернышев Ю. П., Алексеев С. Н. Защита арматуры от коррозии в бетонах на шлаковых и зольных материалах//Бетон и железобетон. — 1978. — № 8. — С. 10—11.
4. Рекомендации по защите арматуры от коррозии в бетонах на шлаковых и зольных материалах. — Донецк, 1979. — С. 6—7.
5. Винарский М. С., Лурье М. В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. — Киев: Техніка, 1975. — С. 9—17.

УДК 691.322

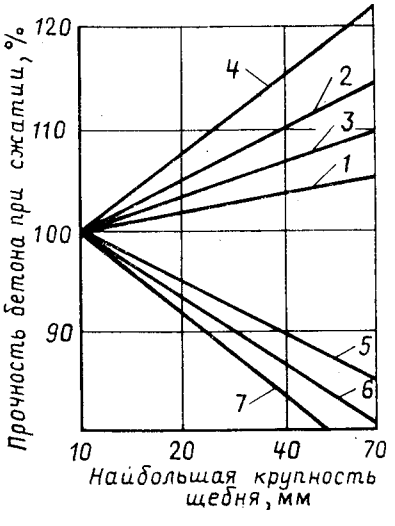
Н. И. ЗОЩУК, канд. техн. наук (Криворожский горно-рудный ин-т)

Влияние крупности заполнителя на прочность бетона

Увеличение крупности зерен заполнителя и повышение его концентрации уменьшает водопотребность смеси и пористость бетона. Однако влияние на прочность бетона крупности заполнителя изучено недостаточно, а влияние крупности заполнителя с ухудшенными адгезионными свойствами поверхности еще не исследовалось. Предполагается [1], что наибольшая крупность заполнителя уменьшает прочность бетона в том случае, если поверхность заполнителя обладает хорошими адгезионными свойствами. Если же сцепление с зернами заполнителя незначительно, то с уменьшением его крупности прочность бетона всегда уменьшается. Экспериментальный материал в подтверждение такого мнения не приводится.

Использование заполнителей из кристаллических сланцев, имеющих высокое содержание пластинчатых зерен и ухудшенные адгезионные свойства поверхности [2], позволило изучить влияние на прочность бетона крупности заполнителя, в том числе с ухудшенными адгезионными свойствами поверхности.

Использовали портландцемент активностью 47 МПа, природный песок с наибольшей крупностью 2,5 мм, модулем крупности 2,53 и содержанием отмучиваемых примесей 1,1%, а также песок с модулем крупности 1,12 и содержанием отмучиваемых примесей 4%, щебень из кристаллических сланцев с содержанием 15...60% зерен пластинчатой формы и гранитный с содержанием таких зерен 15%. Разновидности щебня с содержанием пластинчатых зерен 15% имели одинаковую прочность. Гранулометрический состав щебня различной крупности соответствовал оптимальному составу по ГОСТу к крупному заполнителю бетона. Расчет составов бетонных смесей произведен по методу абсолютных объемов с постоянным коэффициентом раздвижки зерен крупного заполнителя. Кубы размером 20×20×20 см испытывали через 28 сут нормального твердения. Свойства бетона зи смеси жесткостью 15...20 с приведены в таблице и на рисунке.



Влияние размера зерен заполнителя на прочность бетона при сжатии при постоянном расходе цемента

1—4 — при повышении Ц/В; *5—7* — при постоянном Ц/В; *1* — бетонная смесь жесткостью 15...20 с; *2* — то же, осадкой конуса 12...14 см; *3* и *4* — при расходе цемента 450 и 250 кг/м³ соответственно; *5—7* — при Ц/В 2,5, 2 и 1,5 соответственно

Анализ показывает, что применение мелкого песка с повышенным содержанием отмучиваемых примесей при постоянном Ц/В уменьшило прочность бетона, причем более существенно уменьшилась прочность бетона на мелком песке с увеличением крупности заполнителя. Ранее было установлено, что при постоянном Ц/В и отсутствии избыточной (отслаиваемой) воды уменьшение крупности мелкого заполнителя снижает адгезионную прочность растворной части бетона. Следовательно, улучшение адгезионных свойств растворной части ослабляет отрицательное влияние крупности заполнителей на прочность бетона.

Увеличение крупности щебня от 10 до 70 мм с одновременным увеличением его содержания пропорционально насыпной плотности и постоянной удобоукладываемости бетонной смеси повышает прочность бетона при неизменном содержании цемента, что вызвано увеличением Ц/В и понижает ее при постоянном Ц/В. Повышение прочности тем существенней, чем лучше удобоукладываемость

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

смеси и меньше содержание цемента, то есть чем меньше исходная прочность бетона и меньшее значение для его прочности имеет величина сцепления растворной части с поверхностью крупных заполнителей. Так, для жесткой смеси (15...20 с) с повышенным содержанием цемента (450 кг/м³) увеличение крупности заполнителя даже при постоянном расходе цемента не повышает прочность бетона. Это можно объяснить только большим влиянием величины сцепления раствора с поверхностью зерен крупного заполнителя.

При увеличении крупности заполнителя от 10 до 70 мм на 9...12% уменьшается соотношение $R_{изг}/R_{сж}$. К отрицательным последствиям увеличения крупности заполнителя относится снижение нижней ($R_т^0/R_{пр}$) и верхней ($R_т^v/R_{пр}$) границ микротрещинообразования. Уменьшение относительной величины прочности бетона при изгибе и границ микротрещинообразования наблюдаются как при сохранении постоянного Ц/В, так и при постоянном расходе цемента. С увеличением крупности заполнителя от 10 до 20, 40 и 70 мм коэффициент вариации прочности при сжатии бетона по результатам испытания контрольных образцов повышается от 7 до 9, 12 и 14%, а по результатам испытания молотком Кашкарова от 14 до 18, 23 и 26%.

Есть основания утверждать, что при этом ухудшаются и другие свойства бетона (морозостойкость, воздухостойкость, сопротивляемость длительным динамическим нагрузкам и др.). Применение крупного заполнителя 3...4 видов по наибольшему размеру зерен существенно усложняет заводской технологический процесс, так как требует соответствующего количества отсеков на складе заполнителей и раздаточных бункеров.

Наибольшая крупность зерен щебня, см	Ц/В	$M_к$ песка	Средняя плотность бетона, кг/м³	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент использования цемента
1	1,5	2,53	2340	19,1	0,65
	2,5	2,53	2430	44,1	0,91
	2,5	1,12	2410	36,6	0,71
2	1,5	2,53	2380	17,9	0,66
	2,5	2,53	2440	41,9	0,93
	2,5	1,12	2430	33,3	0,70
4	1,5	2,53	2430	15,6	0,62
	2,5	2,53	2470	37,7	0,89
	2,5	1,12	2450	29,1	0,65
7	1,5	2,53	2470	14,3	0,65
	2,5	2,53	2490	36,0	0,90
	2,5	1,12	2480	25,0	0,64

Установлено, что при постоянной форме зерен увеличение их крупности заполнителей существенней понижает прочность бетона на сланцевом щебне, имеющем худшие адгезионные свойства поверхности по сравнению с гранитным щебнем. Для сланцевого щебня с содержанием пластинчатых зерен 15, 35 и 60% увеличение крупности от 10 до 70 мм уменьшило прочность бетона (из смеси с Ц/В, равным 2, и осадкой конуса 1,5...2,5 см) на 19, 16 и 14% соответственно. Следовательно, армирующий эффект пластинчатых зерен уменьшает отрицательное влияние повышения крупности зерен заполнителя на прочность бетона.

Следует полагать, что применение эффективных пластификаторов, уменьшающих отрицательное влияние на свойства бетона мелкого песка с повышенной водопотребностью, и крупных заполнителей с ухудшенными адгезионными свойствами поверхности уменьшит и целесообразность увеличения крупности заполнителя. Экономия цемента за счет увеличения крупности щебня более 20 и особенно более 40 мм может быть достигнута только на крупных заводах товарного бетона, где есть условия для раздельного хранения и подачи в бетоносмеситель нескольких фракций щебня.

Выводы

Увеличение крупности заполнителя позволяет снизить расход цемента или повысить прочность при сжатии при одновременном снижении стоимости бетона за счет использования более дешевых крупных фракций щебня.

Эффективность увеличения крупности зерен заполнителя возрастает с уменьшением требуемого Ц/В, улучшением удобоукладываемости смеси, повышением водопотребности мелкого заполнителя, увеличением содержания пластинчатых и игловидных зерен в щебне и улучшением адгезионных свойств поверхности крупного заполнителя.

С повышением крупности зерен заполнителя уменьшаются однородность бетона по прочности, отношение $R_{изг}/R_{сж}$ и границы микротрещинообразования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грушко И. М., Ильин А. Г. Рашевский С. Т. Прочность бетонов на растяжение. — Харьков, 1973. — 155 с.
2. Зощук Н. И., Малыхина В. С. Бетон на заполнителе из метаморфических сланцев//Бетон и железобетон. — 1982. — № 12. — С. 26—27.

УДК 666.973.6

Б. М. ГЛАДЫШЕВ, М. Д. ШМАНДИЙ, кандидаты техн. наук, Ю. А. ДИКИЙ, инж. (ХИИКС); В. С. НЕМЕРЦЕВ, канд. техн. наук (трест Владимирагрострой)

Газотермолитобетон на цементно-известковом вяжущем

Снижение средней плотности и теплопроводности ячеистого бетона для стеновых конструкций остается актуальной задачей и в настоящее время. Одним из путей ее решения является использование в качестве кремнеземистого компонента ячеистобетонных смесей термолитового песка вместо кварцевого.

Термолитовый песок отличается от кварцевого структурой, химическим и минералогическим составами и физико-механическими свойствами [1]. Особенностями его свойств являются микропористая структура с размерами пор 0,02...1 мкм, большая пористость, достигающая 40...50%, высокая гидравлическая активность [2] и достаточно высокая прочность. При дроблении термолитового щебня на песок его пористость и плотность сохраняется, она по крайней мере вдвое меньше плотности кварцевого песка.

Сочетание микропористости термолита с макропористостью, созданной газообразователем, обеспечивает получение ячеистого бетона меньшей плотности и теплопроводности по сравнению с аналогичным бетоном на кварцевом песке при сохранении прочности.

К тому же меньшая средняя плотность термолита улучшает вспучивание смеси, а высокая гидравлическая активность обеспечивает достаточную прочность контактного слоя и прочность ячеистого термолитобетона при большей крупности зерен. В наших экспериментах наибольшая прочность газобетона получена при максимальной крупности зерен термолитового песка 0,31 мм. Термолитовый песок достаточно дробить до удельной поверхности 400...500 см²/г, это позволяет снижать энергозатраты на дробление в 12...14 раз по сравнению с кварцевым.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

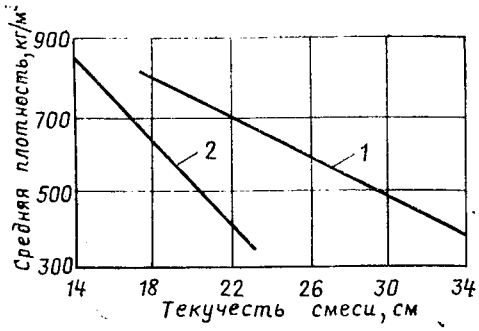


Рис. 1. Зависимость средней плотности газотермолитобетона на цементно-известковом вяжущем от текучести ячеистобетонной смеси
1 — для обычного газобетона; *2* — для газотермолитобетона

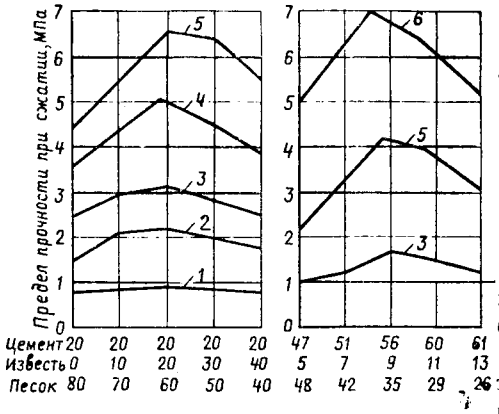


Рис. 2. Прочность газотермолитобетона на цементно-известковом вяжущем
а и *б* — при автоклавном и неавтоклавном твердении соответственно при γ, равной: *1* — 300; *2* — 400; *3* — 500; *4* — 700; *5* — 800; *6* — 900 кг/см³.

Нами исследованы свойства автоклавных и неавтоклавных ячеистых термолитобетонов. Использовали смешанное вяжущее, состоящее из портландцемента марки 400 и молотой извести-кипелки. Кремнеземистым компонентом служили термолитовые пески, полученные из диатомитов Векшинского (Владимирской обл.) и Рогозянского (Харьковская обл.) месторождений. Расход газообразователя (алюминиевой пудры марки ПАП-1) определялся расчетом [3] и равнялся в исследованных составах 0,38...0,58 кг/м³. Температура смеси — в пределах 38...41°С.

В лабораторных условиях установлена зависимость средней плотности газотермолитобетона на смешанном вяжущем от текучести смеси по цилиндру Суттарда. С увеличением текучести ячеистобетонной смеси средняя плотность газобетона на термолитовом песке снижается более значительно, чем на кварцевом (рис. 1). Этот эффект обусловлен тем, что интенсивность вспучивания зависит не только от вязкости смеси, но и от ее плотности, которая при одинаковом объемном соотношении вяжущего и кремнеземистого компонента существенно снижается при применении термолитового песка.

Влияние расхода вяжущего на прочность газотермолитобетона исследовалось при различной средней его плотности (300, 400, 500, 700, 800, 900 кг/м³). Зависимость предела прочности газотермолитобетона на смешанном вяжущем при автоклавном и неавтоклавном твердении от состава приведена на графике (рис. 2). Анализ результатов показал, что при автоклавной обработке оптимальными по прочности являются составы газотермолитобетона, содержащие 20...23% цемента, 20...25 извести и 55...60% термолитового песка. Наибольшая прочность газотермолитобетона неавтоклавного твердения достигается при соотношении компонентов по массе: цемент — 50...57%; известь — 6...9, термолитовый песок — 35...45%.

Подбор оптимальных составов газотермолитобетона автоклавного и неавтоклавного твердения различной средней плотности производился с учетом требований СН 277—80 [3]. Результаты подбора составов приведены в табл. 1.

Установлено, что при одинаковой средней плотности прочность газотермолитобетона автоклавного твердения в 1,6...1,7 раз выше, чем неавтоклавного, при этом расход цемента значительно меньше.

Морозостойкость материала проверялась в соответствии с ГОСТ 12852.4—77. Данные испытаний (табл. 2) показывают, что морозостойкость газобетона на термолитовом песке отвечает требованиям стандарта для стеновых конструкций.

Теплопроводность газотермолитобетона различной средней плотности определялась на образцах размером 150×150×30 мм по методике Харьковского ПромстройПИИпроекта. Зависимость коэффициента теплопроводности газотермолитобетона от его средней плотности приведена на рис. 3. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что газотермолитобетон обладает улучшенными теплотехническими свойствами.

Усадка газотермолитобетона автоклавного твердения со средней плотностью 500...700 кг/м³ равна 0,40...0,44 мм/м, а неавтоклавного средней плотностью 800 кг/м³ — 2,63 мм/м. Для уменьшения усадочных деформаций газотермолитобетона неавтоклавного твердения в его состав вводили добавку гипса 5% массы вяжущего. В результате усадка газотермолитобетона Пл 800 уменьшилась на 35% и составила 1,68 мм/м.

Прочность сцепления газотермолитобетона Пл 500...Пл 800 с арматурой составила 1,4...1,8 МПа.

На базе Владимирского ССК изготовлены опытные стеновые панели из газобетона неавтоклавного твердения Пл 800. Панели размером 3×1,2×0,3 м формовались из газотермолитобетона состава, показавшего наибольшую прочность, по литьевой технологии с последующей обработкой в пропарочной камере. Установлено, что состояние панелей удовлетворяет техническим требованиям.

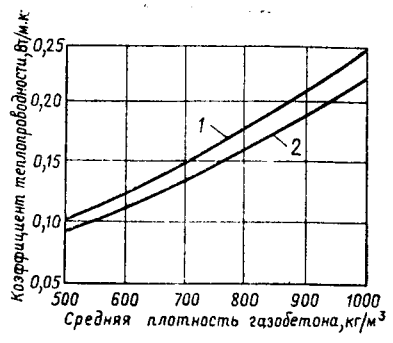


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплопроводности газобетона от его средней плотности
1 — значение коэффициента теплопроводности λ ячеистых бетонов по ГОСТ 25485—82; *2* — экспериментальные значения λ газотермолитобетона

Таким образом, замена молотого кварцевого песка насыпной плотностью 1500 кг/м³ одинаковым объемом термолитового песка насыпной плотностью 750 кг/м³ при принятых в практике со-

Таблица 1

№ составов	Расход материалов на 1 м³ бетона, кг: цемент	известь	термолитовый песок	алюминиевая пудра	вода	Средняя плотность сухого бетона, кг/м³	Прочность при сжатии, МПа
Автоклавное твердение							
1	56	58	172	0,58	201	300	1,08
2	102	111	276	0,54	318	500	3,2
3	131	163	289	0,52	331	600	3,61
4	170	172	336	0,50	367	700	5,13
5	176	181	349	0,45	386	750	5,80
6	189	185	381	0,41	403	800	6,7
Неавтоклавное твердение							
7	230	40	220	0,55	373	500	1,7
8	270	40	260	0,50	401	600	2,1
9	300	42	285	0,48	413	650	2,5
10	316	45	315	0,45	420	760	3,1
11	371	48	352	0,40	430	800	4,25
12	420	48	408	0,38	441	900	7,3

Таблица 2

№ состава	Средняя плотность бетона, кг/м³	Прочность образцов, МПа: водонасыщенных перед испытанием	после 15 циклов	после 35 циклов	Коэффициент морозостойкости
1	500	3,25	3,31/3,24	3,43/3,32	0,94
2	700	5,36	5,27/5,25	5,51/5,18	0,94
3	700	3,32	3,28/3,19	3,35/3,11	0,93
4	800	4,30	4,41/4,29	4,52/4,13	0,92
5	900	7,12	7,21/7,14	7,35/6,92	0,93

Примечания: 1. Составы 1, 2 — автоклавного твердения, 3—5 — неавтоклавного; 2. Перед чертой — контрольных образцов; после черты — исследуемых.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

отношениях вяжущих и кремнеземистого компонента приводит к уменьшению средней плотности ячеистых бетонов на 25...40% при одинаковом расходе газообразователя. Это, в свою очередь, позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций не менее чем на 20% при сохранении заданного сопротивления теплопередаче.

Технико-экономический анализ показал целесообразность использования газотермолитобетона неавтоклавного и автоклавного твердения для изготовления стеновых конструкций. Применение газотермолитобетона неавтоклавного твердения в стеновых панелях снижает себестоимость 1 м² стены на 5,8 р., а автоклавного твердения — до 10 р.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмандий М. Д. Свойства термолитовых заполнителей и легких бетонов на их основе: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Харьков, 1985. — С. 26.
2. Шмандий М. Д. Гидравлическая активность термолита//Технология и свойства цементных бетонов. — Казань, 1983. — С. 8—10.
3. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. СН277—80. — М.: Стройиздат, 1981. — 47 с.

Конструкции

УДК 666.982.24

Т. А. КУЗЬМИЧ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

О минимальном проценте армирования стеновых панелей из легкого бетона

С использованием однослойных панелей из легкого бетона ленточной разрезки ежегодно выполняют 10 млн. м² стен промышленных и общественных зданий. На их изготовление расходуется около 50 тыс. т арматурной стали. Панели армируют пространственным каркасом, состоящим из рабочей продольной, равномерно распределенной по контуру, и конструктивной поперечной арматуры. Рабочая арматура из стержней периодического профиля класса А-III диаметром 6, 8, 10, 12 и 14 мм, а конструктивная — из проволоки класса Вр-1 диаметром 4 и 5 мм. Расход стали в типовых панелях изменяется от 2,5 до 10 кг/м² (рис. 1). Наименьший расход стали на пространственный арматурный каркас определяется процентом армирования $\left(\mu_п = \frac{\Sigma A_s}{b h} 100\%\right) \approx 0{,}1$. При ветровых нагрузках <1 кН/м² поверхности стены $\mu_п$ назначают конструктивно исходя из рекомендаций СНиП 2.03.01—84. Необходимо отметить, что минимальный процент армирования, вычисленный при условии разрушения изгибаемого элемента из легкого бетона прочностью 5 МПа с арматурой класса А-III с появлением первых трещин, составляет 0,037 $\left(\mu = \frac{A_s}{b h_0} 100\%\right)$, при этом $\mu_п$ при двойном армировании элемента—0,065%. Проценты армирования панелей $>0{,}1$ определяются действующей нагрузкой (до 3 кН/м²) и размерами сечения панелей. В общем объеме применения стен панели с $\mu_п \approx 0{,}1$ составляют до 60%. Снижение расхода стали при этом возможно при изменении нормируемых требований по минимальному армированию элементов стен. Имеется опыт использования стеновых панелей ленточной разрезки с $\mu_п \approx 0{,}08$ [1].

Панели работают на косой изгиб при одновременном действии горизонтальной (ветровой) и вертикальной (от собственного веса) нагрузок. Исходя из расчета прочности панелей по нормам и с учетом рекомендаций работы [2] при принятых по теплотехническим требованиям толщинах панелей, в некоторых случаях $\mu_п \approx 0{,}03$. Хотя по расчету при эксплуатационной нагрузке в таких панелях трещины не образуются, но, согласно ГОСТ 11024—84, в них при отпуске с завода допускаются трещины до 0,15 мм. Для оценки возможной интенсивности роста этих трещин до эксплуатационной нагрузки и обоснования изменения ограничений по минимальному армированию стеновых панелей ленточной разрезки в НИИЖБ испытали 10 балок и 12 панелей. Размеры и армирование балок и панелей приняты конструктивно близкими. Балки имели длину 330, расчетный пролет 300 и сечение 25×50 см. Арматура их выполнена из стержней диаметрами 6 мм из стали класса А-III и диаметрами 4 и 5 мм из стали класса Вр-1. Панели имели длину 6 м, сечения 25×120 и 35×120 см и были армированы стержнями диаметром 6, 8 и 10 мм из стали класса А-III, объединенными в три плоских каркаса (рис. 2). Проценты армирования балок μ и $\mu_п$ составляли 0,02 и 0,035; 0,035 и 0,062; 0,06 и 0,11, а панелей — 0,035 и 0,062; 0,04 и 0,07; 0,05 и 0,08; 0,06 и 0,11. Балки и панели изготовляли из керамзитобетона плотной структуры на керамзитовом песке с плотностью около 1000 кг/м³. Кубиковая прочность балок изменялась от 2,7 до 6,3 МПа, а панелей — от 4,2 до 8,2 МПа.

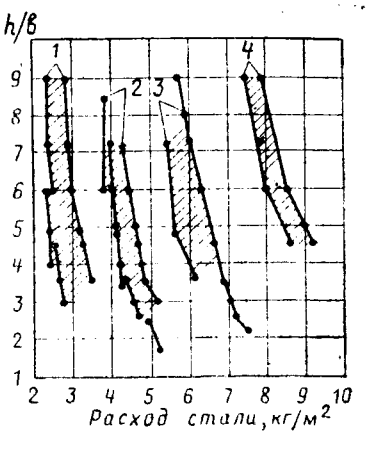


Рис. 1. Расход стали в стеновых панелях ленточной разрезки

1 — $\mu_п = 0{,}1\%$; 2 — $\mu_п = 0{,}2\%$; 3 — $\mu_п = 0{,}3\%$; 4 — $\mu_п = 0{,}5\%$

Область расхода стали заштрихована

Балки загружали двумя сосредоточенными силами, приложенными в четвертях расчетного пролета. Панели испытывали в рабочем положении на стенде при одновременном действии горизонтальной и вертикальной нагрузок, прикладываемых в восьми точках по высоте и длине панели и в четырех точках по длине панели (рис. 3, 4). Угол наклона равнодействующей внешних сил к вертикали составлял 15 и 18°, как в реально применяемых панелях с малыми процентами армирования.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

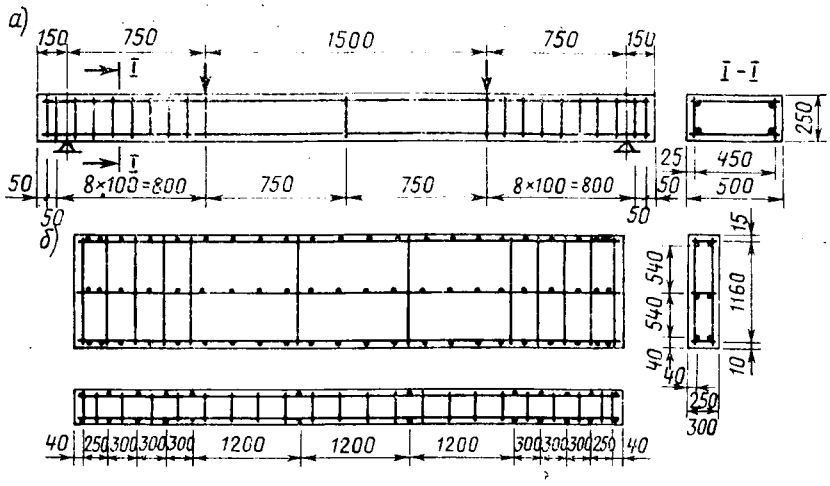


Рис. 2. Конструкция балок (*а*) и панелей (*б*)

В опытных образцах исследовали ширину раскрытия трещин в случае их наличия до приложения эксплуатационных нагрузок, а также развитие трещин при повторных загружениях. Поэтому балки сначала загружали до появления трещин и некоторого их развития, затем разгружали. Потом пять раз повторно загружали, затем доводили до разрушения. Половину панелей также разгружали после появления трещин и повторно загружали уже при наличии силовых трещин, в остальных панелях наблюдали за характером развития технологических трещин.

Балки с $\mu = 0{,}035$ и 0,06% и все панели разрушались в средней части пролета по нормальному сечению от раздробления бетона сжатой зоны при напряжениях в арматуре, бóльших условного предела текучести, что подтверждается замеренными средними деформациями арматуры. Балки с $\mu = 0{,}02\%$ разрушались при достижении арматурой временного сопротивления разрыву. Полученные разрушающие нагрузки сравнили с теоретическими по СНиП 2.03.01—84. Стержневая арматура диаметром 6, 8 и 10 мм из стали класса А-III, не имевшая площадки текучести, работала в керамзитобетоне балок и панелей с напряжениями, превышающими условный предел текучести. Прочность их с достаточной точностью оценивается расчетом при повышении напряжений в арматуре с учетом коэффициента условий работы γ_{s6}, определяемого по формуле (27) СНиП 2.03.01—84 при максимальном значении 1,2 [3].

Трещины в балках и панелях образовались при нагрузках 50...85% разрушающих, т. е. при нагрузках, близких или бóльших эксплуатационных. При этом в панелях в зоне чистого изгиба наблюдалась в основном одна трещина и вплоть до разрушения образовывались и развивались не более 2...3 трещин, шаг их составлял 40...90 см. В балках развивались 2...5 трещин с шагом 30...70 см. Технологические (усадочные) трещины, имевшиеся в нескольких панелях с $a_{crc} \approx 0{,}15$ мм, при загружении до эксплуатационных нагрузок увеличивались не более чем на 0,05 мм, т. е. практически не развивались. Силовые трещины не обязательно образовывались из технологических. Шесть панелей, а также все балки повторно загружали и разгружали, постепенно поднимая уровень загружения, с целью получить остаточные начальные трещины с шириной раскрытия 0,15 мм, допускаемой ГОСТ 11024—84. Для этого во всех образцах потребовалось поднять нагрузку до 0,7...0,85 $P_{разр}$, арматура образцов при этом работала в упругопластической стадии, что подтверждалось замерами средних деформаций при сопоставлении их с диаграммой исходной стали. Таким образом, технологические трещины в панелях при загружении до эксплуатационных нагрузок практически не развивались, а для получения остаточных трещин после загружения с шириной раскрытия 0,15 мм как в панелях, так и в балках потребовалось прикладывать нагрузки, близкие к разрушающим.

Максимальная ширина раскрытия трещин в панелях с начальными трещинами $\leqslant 0{,}15$ мм при эксплуатационных нагрузках не превышала нормируемую ГОСТ 8829—85 величину для стеновых панелей при кратковременном загружении (0,25 мм). Полученную ширину раскрытия трещин сравнили с теоретической по СНиП 2.01.03—84 на действие одной горизонтальной нагрузки. Теоретическая ширина раскрытия трещин оказалась значительно меньше опытной. Это различие объясняется тем, что панели работали на косой изгиб, а также тем, что при расчете не учитывали наличие начальной ширины раскрытия трещин. В первом приближении предлагается оценивать ширину раскрытия трещин в панелях при рассмотренных углах наклона равнодействующей внешних сил введением повышающего коэффициента 1,1 к теоретической ширине раскрытия трещин. С учетом начальных трещин теоретическую ширину их раскрытия можно определять по формуле

$$a_{crc} = a^0_{crc} + 1{,}1\, a^{СНиП}_{crc},$$

где a^0_{crc}, $a^{СНиП}_{crc}$ — начальная ширина

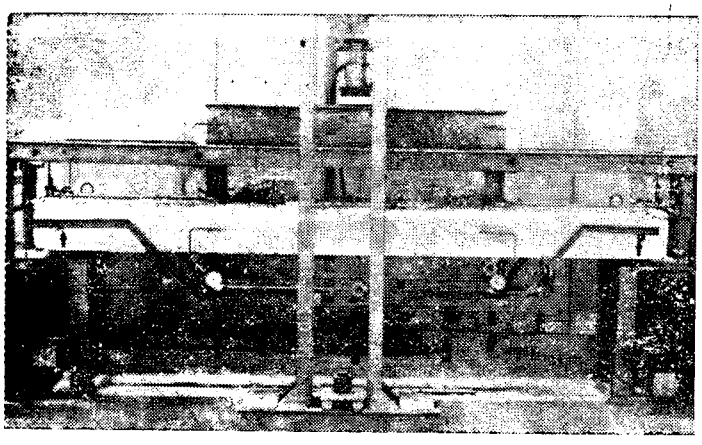


Рис. 3. Общий вид испытания балки

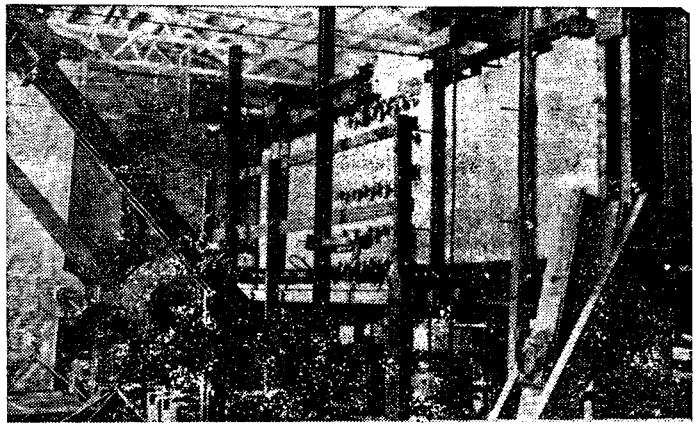


Рис. 4. Общий вид испытания панели

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

раскрытия трещин и определяемая по формуле (144) СНиП.

При расчете по формуле (1) теоретическая ширина раскрытия трещин во всех панелях превышает опытную. Таким образом, предлагаемый расчет позволяет оценить ширину раскрытия трещин в панелях при их наличии с $a^0_{crc} \leqslant$ $\leqslant$0,15 мм до эксплуатационных нагрузок.

Опытная ширина раскрытия трещин во всех балках, имевших начальные трещины с $a^0_{crc} \leqslant$ 0,15 мм, оценена расчетом по СНиП 2.03.01—84 с учетом ширины их раскрытия до загружения. Теоретическая ширина раскрытия трещин при эксплуатационных нагрузках (0,625 $P_{разр}$) превышала опытные. Интенсивность роста трещин при увеличении нагрузки в опыте и по расчету была одинаковой. Необходимо отметить, что в трех балках из испытанных четырех с μ=0,02% после первого загружения до нагрузки 0,85 $P_{разр}$ ширина раскрытия трещин после разгрузки превышала 0,15 мм и достигала 0,4...0,5 мм. В этих балках оценили интенсивность роста начальных трещин при загружении. При увеличении нагрузки ширина раскрытия этих трещин возрастала интенсивнее, чем при расчете по нормам. Таким образом, в элементах с μ=0,02 возможно значительное остаточное раскрытие трещин после силового воздействия и их более интенсивное развитие при повторном загружении.

Вывод

При сохранении требований ГОСТа об ограничении ширины раскрытия технологических трещин до 0,15 мм в испытанных балках и панелях с μ=0,035... 0,06 кратковременное их раскрытие при эксплуатационной нагрузке не превышало допускаемую для стеновых панелей величину. Однако в балках с μ=0,02% наблюдалось большее 0,15 мм остаточное раскрытие трещин после силового воздействия, близкого к разрушающему, и их более интенсивное развитие при повторном нагружении. Поскольку панели с μ=0,02 не испытывали, до накопления данных об их работе для стеновых панелей рекомендуется снижать минимальное армирование μ и $\mu_п$ до 0,035 и 0,06%. При этом расход стали в панелях при нагрузках до 1 кН/м² снизится на 20%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлов К. В., Путляев И. Е., Чиненков Ю. В. Перспективы применения конструкций из легких бетонов//Бетон и железобетон. 1985. — № 7. — С. 3—5.
2. Ильин О. Ф. К оценке минимального процента армирования для изгибаемых элементов//Бетон и железобетон. — 1982. — № 4. — С. 23—25.
3. Чиненков Ю. В., Кузьмич Т. А., Егинян С. С. Об исследовании эффективной арматуры в легких бетонах низких марок // Бетон и железобетон.— 1986.— № 1. — С. 40—42.

УДК 624.15

М. Ф. ЖАНСЕИТОВ, канд. техн. наук (ГосНИИсредазпромзернопроект)

Исследование работы ребристых фундаментов стаканного типа

Разработанные в ГосНИИсредазпромзернопроекте сборные ребристые фундаменты под колонны силосных корпусов элеваторов применяют как в составе сплошной плиты с соединением арматуры ребер сваркой и замоноличиванием стыков бетоном, так и под отдельные опоры.

По руководству [1] прочность фундаментов стаканного типа рекомендуется определять исходя из двух условий: несущей способности фундамента по раскалыванию и несущей способности по продавливанию плитной части от торца колонны, заделанной в стакан. Причем прочность определяется большей из этих величин.

Для определения несущей способности и характера разрушения ребристых фундаментов исследовали крупномасштабные модели ребристых фундаментов стаканного типа с высотой ребер, равной высоте фундамента (рис. 1). Было испытано семь опытных образцов, из них четыре (Ф-1...Ф-4) на пружинном стенде и три (Ф-6...Ф-8) на песчаной подушке. Стенд грузоподъемностью 2,5 мН, моделирующий упругое основание, представляет собой систему из 25 не связанных между собой вагонных пружин, закрепленных на жесткой раме по пять рядов в каждом направлении.

В опытных образцах варьировали армирование плитной части под стаканом и между ребрами. Нагружение производили 200-тонным домкратом этапами по 0,1...0,15 теоретической разрушающей.

Первые трещины появились в угловых плитах у ребра понизу и диагонального направления от свободного конца к центру образца поверху. Затем трещины образовались в средних плитах между ребрами в опорных зонах понизу и по центру поверху. С увеличением нагрузки трещины распространялись вертикально вверх по подколоннику и наклонно в направлении обреза фундамента по ребрам. При нагрузках, предшествующих разрушающим, трещины в стенках стакана фундамента протянулись почти до верхнего обреза. Появились также начальные трещины в углах стакана фундамента и в бетоне замоноличивания стыка колонны с фундаментом.

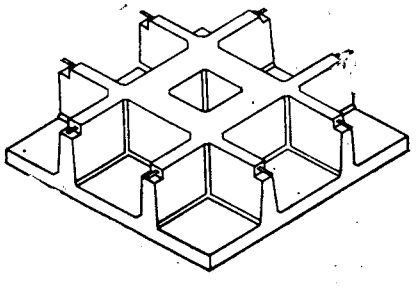


Рис. 1. Конструкция ребристого фундаментного блока стаканного типа

При достижении опытными образцами несущей способности по изгибающему моменту подколонник раскалывался окончательно и немедленно продавливалась плитная часть под торцом колонны при интенсивном смещении колонны в стакане и падении нагрузки. Начальное смещение колонны в стакане фундамента наблюдалось при нагрузке 0,4... 0,5 разрушающей. С образованием трещин в стенках подколонника смещения колонны относительно стакана увеличивались и стабилизировались на каждом этапе загружения после выдержки под нагрузкой до достижения несущей способности (рис. 2).

В продольной арматуре каркасов ребер и сетках армирования плиты на начальных этапах нагружения наблюдались деформации, соответствующие изгибу опытных образцов: в нижних стер-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

жнях каркасов и стержнях сетки — растяжения, в верхних — сжатие. При увеличении нагрузки после образования трещин в стенках подколонника деформации сжатия в верхних стержнях каркасов начали снижаться, а деформации растяжения в нижних стержнях каркасов и сетки резко возрастать. К моменту разрушения опытных образцов датчики на верхних стержнях каркасов показали в отдельных сечениях слабое растяжение, а в нижних стержнях каркасов и сетки деформации соответствовали пределу текучести арматуры. Полное раскалывание подколонника наступало после достижения несущей способности образцов по изгибающему моменту.

В результате анализа деформаций стержней арматуры каркасов и сеток и эпюры деформации продольной арматуры колонн предлагается следующая модель работы ребристого фундамента стаканного типа. Усилия с колонны на фундаментный блок передаются через торец колонны и боковую поверхность отрезка колонны, замоноличенного в стакане. Через боковую поверхность колонны на стенки стакана передается значительная часть усилий, по эпюре напряжений близких к треугольной. С образованием трещин в стенках подколонника происходит смещение колонны в стакане, и доля нагрузки, передаваемая через торец колонны, возрастает.

Усилия, передаваемые через боковую поверхность колонны в стакане, стремятся расколоть подколонник по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Им противостоят усилия обжатия подколонника и колонны изгибающим моментом от всей нагрузки и сопротивление бетона по поперечному сечению фундамента растяжению.

Таким образом, основным фактором несущей способности ребристых фундаментов стаканного типа является прочность расчетных сечений по изгибающему моменту, существенно влияющая и на прочность по раскалыванию фундамента. Прочность по изгибающему моменту определяют по формулам СНиП 2.03.01—84; прочность по раскалыванию подколонника — из условия

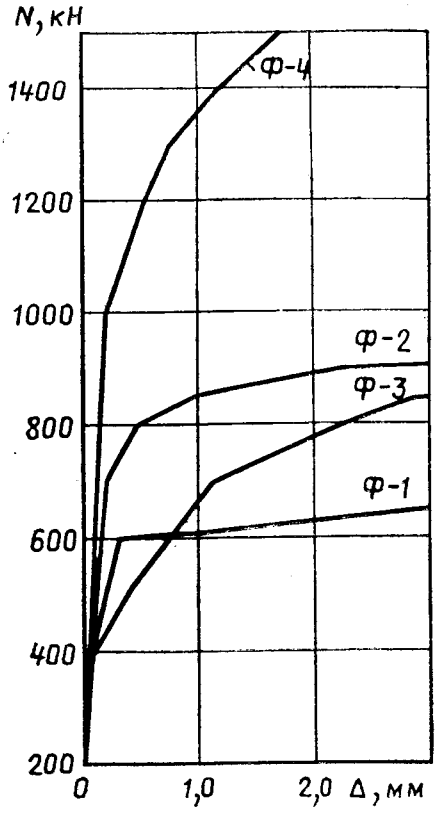


Рис. 2. Смещение колонны в стакане опытного образца

$$N = \left(1 + \frac{b_c}{h_c}\right) \frac{f_b (P_м + A_t R_{bt})}{m_c}, \quad (1)$$

где b_c, h_c — размеры поперечного сечения колонны; f_b — коэффициент трения бетона по бетону, зависящий от обжатия колонны в стакане; $P_м$ — усилие обжатия колонны в стакане изгибающим моментом; A_t — расчетная площадь поперечного сечения фундамента, сопротивляющаяся раскалыванию; m_c — коэффициент, учитывающий долю передачи продольной силы через боковую поверхность колонны на стенки стакана.

Учитывая, что передача усилий по боковой поверхности колонны в стакане происходит по эпюре, близкой к треугольной, принимаем коэффициент полноты эпюры передачи усилий 0,5, а коэффициент m_c определяем из выражения

$$m_c = \frac{(b_c + h_c)\, h_s}{(b_c + h_c)\, h_s + b_c\, h_c}, \quad (2)$$

здесь h_s — длина отрезка колонны, замоноличенной в стакане. Расчетную площадь поперечного сечения фундамента A_t вычисляют в соответствии с [1]. Усилие обжатия колонны изгибающим моментом — из выражения

$$P_м = R_b\, b_п \left(h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2\,M}{R_b\, b_п}}\right), \quad (3)$$

где $b_п$, h_0 — соответственно ширина и рабочая высота сечения подколонника; M — изгибающий момент в расчетном сечении подколонника от действия внешних сил.

Коэффициент трения бетона по бетону в условиях обжатия определяют по методике [2] из условия

$$f_b = 0{,}8 - 0{,}4\, \sigma_р / \sigma_{р,max}, \quad (4)$$

где $\sigma_р$ — напряжение обжатия конца колонны в стакане, создаваемое изгибающим моментом и сопротивлением бетона расчетного сечения растяжению

$$\sigma_р = \frac{P_м + A_t R_{bt}}{h_c\, h_s}, \quad (5)$$

$\sigma_{р,max}$ — максимальное обжатие колонны обоймой, при котором достигается наибольшая несущая способность стакана фундамента при раскалывающих условиях. По данным НИИЖБа [2], $\sigma_{р,max} = 16$ МПа.

Сравнение несущей способности опытных образцов по изгибающему моменту $N_м^т$ и прочности на раскалывание фундаментов $N_р^т$ по формуле (1) и по методике [1] с опытными разрушающими нагрузками $N^{оп}$ показано в таблице.

Наибольшую сходимость с результатами эксперимента по всем образцам дает прочность по изгибающему моменту, являющаяся определяющим фактором и по раскалыванию.

Вывод

Несущая способность ребристого фундамента стаканного типа определяется исходя из двух условий: прочности сечений по изгибающему моменту и прочности фундамента на раскалывание его колонной с учетом обжатия последней изгибающим моментом и обоймой подколонника по рекомендуемой формуле (1). Методика определения несущей способности фундаментов стаканного типа [1] неприемлема для ребристых фундаментов стаканного типа из-за неучета усилий обжатия колонны изгибающим моментом.

Шифр образца	$N_м^т$, кН	$N_р^т$, кН		$N^{оп}$, кН	$\frac{N^{оп}}{N_м^т}$	$N^{оп}/N_р^т$	
		по (1)	по [1]			по (1)	по [1]
Ф-1	732,4	1138,6	710,0	784,5	1,071	0,690	1,104
Ф-2	1072,8	1277,6	710,0	1137,5	1,060	0,894	1,602
Ф-3	867,2	1144,0	451,3	882,6	1,017	0,771	1,955
Ф-4	1401,1	1363,8	1045,4	1569,0	1,119	1,150	1,500
Ф-6	1354,1	1333,2	609,9	1569,0	1,158	1,176	1,575
Ф-7	1213,3	1242,2	746,9	1176,8	0,969	0,947	3,740
Ф-8	1323,2	1305,4	398,3	1490,0	1,126	1,146	2,572

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений промышленных предприятий. — М.: Стройиздат, 1978. — С. 30—33.
2. Коровин Н. Н., Ступкин А. В. Исследование прочности стаканных фундаментов // Промышленное строительство. — 1974. — № 2. — С. 37—39.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.973.2:666.9.055.002

П. И. ШИЛКИН, И. Т. ГОНЧАРОВ, кандидаты техн. наук (Липецкий политехнический ин-т); А. А. БЕЛАШОВ, инж. (ДСК Главлипецкстроя)

Многосекционный пневмопригруз для формования изделий из шлакопемзобетонных смесей

Технология заводского производства шлакопемзобетонных панелей должна обеспечивать плотную, однородную структуру бетона по сечению конструкций при требуемом уровне эксплуатационных свойств. При выборе и оценке формовочного оборудования необходимо учитывать специфические особенности шлакопемзобетонной смеси, обусловленные наличием пористого заполнителя и затрудняющие равномерное уплотнение малоподвижной смеси, это: пониженная плотность зерен шлаковой пемзы по сравнению с растворной составляющей, повышенное внутреннее трение из-за шероховатой поверхности заполнителя и др.

Стремление снизить объемную массу шлакопемзобетона путем поризации растворной части ухудшает теплопроводность бетона, так как неизбежно влечет увеличение расхода цемента, размера пор и конвективного теплообмена [1]. Повышение теплового комфорта помещений при экономном режиме энергозатрат требует нового подхода к технологии производства ограждающих конструкций, поэтому получение конструкционно-теплоизоляционного бетона заданной прочности необходимо, но недостаточно. Достаточным условием технологии следует считать достижение требуемой теплопроводности и исходя из этого назначать состав бетона и параметры технологического производства.

При любых технологических методах необходимо достигнуть предельного уплотнения смеси и наименьшей изменчивости прочности и плотности бетона по сечению и толщине панели. Изменчивость бетона в панели по слоям определяется изменчивостью его состава, а по толщине — способом формования.

Влияние технологических факторов на теплопроводность, прочность и объемную массу исследовали формованием фрагментов шлакопемзобетонных панелей, фиксируя эти показатели на трех уровнях. Варьировали показатель гранулометрии n, расход цемента Ц и показатель виброуплотняемости $В_у$. Для последнего выполнено кодирование: нижняя вибрация (—1), нижняя вибрация с вибронасадком (0) и нижняя вибрация с пригрузом (+1). В качестве пригруза на первом этапе использовали бетонные фрагменты панелей соответствующей толщины. По результатам испытаний высверленных кернов получили полиномиальные модели свойств шлакопемзобетона.

Таблица 1

n	Ц, кг	$В_у$, с	R, МПа	λ, Вт/(м·°С)	γ, кг/м³
0,54	291	15 (—1)	10	0,356	1563
0,50	276	30 (0)	10	0,352	1575
0,50	250	45 (+1)	10	0,336	1595

Таблица 2

П, кПа	$В_у$, с	R, МПа	λ, Вт/(м·°С)	γ, кг/м³
2,92	15,3	7,5	0,374	1537
5,61	16,8	10,0	0,373	1630
5,78	42,6	12,5	0,386	1634

Критерием оптимизации при комплексной оценке качества ограждающих конструкций из шлакопемзобетона принят [2] показатель

$$K_{тк} = max \frac{R}{\lambda \gamma},$$

учитывающий совокупность основных свойств бетона и имеющий размерность термического сопротивления ограждающих конструкций (м²·К)/Вт. Здесь теплопроводность λ и объемная масса γ минимальны при заданной прочности шлакопемзобетона R, равной марочной прочности M.

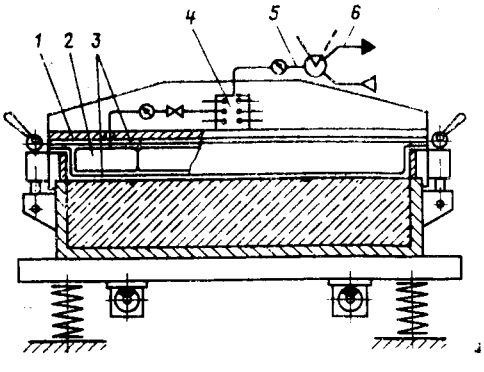
Результаты оптимизации по критерию технологического качества шлакопемзобетона ограждающих конструкций приведены в табл. 1.

Для достижения оптимальных показателей необходимо применять смесь с показателем гранулометрии $n=0,5$ (кривая Попова) и виброуплотнение с пригрузом.

Оптимальные параметры виброуплотнения с пригрузом разной величины определяли на линии формования панелей наружных стен в цехе добора завода ЖБИ Главлипецкстроя. Панели формовали из шлакопемзобетона с варьированием пригруза П при различном времени виброуплотнения $В_у$ на виброплощадке с амплитудой 0,3 мм и частотой 50 Гц. В табл. 2 приведено оптимальное время виброуплотнения и пригруза шлакопемзобетонных панелей.

Анализ полученных полиномиальных моделей свойств шлакопемзобетона и опытных данных подтвердил снижение разброса значений коэффициентов теплопроводности, прочности и плотности по толщине панели, возрастание прочности при незначительном увеличении плотности бетона с ростом интенсивности виброуплотнения. Оптимальные пригруз и жесткость смеси, полученные при совместном решении уравнений регрессии с использованием критерия $K_{тк}$ для шлакопемзобетона класса В7,5, равны 5,6 кПа и 16,8 с. Они обеспечивают теплопроводность 0,373 Вт/(м·°С) и плотность 1630 кг/м³. В связи с этим в качестве основного принят способ формования шлакопемзобетонных наружных стеновых панелей в горизонтально расположенных формах виброуплотнением с пригрузом.

Для повышения качества изделий путем обеспечения однородной плотности по толщине при формовании изделий с переменным по высоте поперечным сечением разработан новый многосекционный пневматический пригруз* к формам для изготовления шлакопемзобетонных панелей, содержащий опорную плиту и соединенные с источником давления пневмокамеры (см. рисунок). На нижней поверхности опорной плиты закреп-



Многосекционный пневмопригруз

1 — прижимная плита; *2* — секции пневмокамер; *3* — эластичная оболочка; *4* — распределительная коробка; *5* — магистраль; *6* — сброс сжатого воздуха

* А. с. 1291415 СССР, МКИ³ В 28В 1/08. Пневматический пригруз к формам для изготовления изделий из бетонных смесей / П. И. Шилкин, И. Т. Гончаров, А. А. Белашов (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1987. — № 7.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

лена эластичная оболочка, образованная нижним и верхним прорезиненными листами, которые крепятся к прижимной плите. Секции пневмокамер скрепляются между собой. Каждая пневмокамера гибким трубопроводом присоединена к распределительной коробке. Сжатый воздух к ней подсоединяется от общей магистрали. Пригружение бетонной массы формуемого изделия через поверхность эластичной оболочки осуществляется подачей сжатого воздуха необходимого давления. Затем включается вибростол.

Рабочая поверхность пневмопригруза обеспечивает надежный контакт наружного слоя со всей поверхностью изделия, что позволяет получить гладкую поверхность шлакопемзобетонных панелей. После виброуплотнения сжатый воздух из пневмокамер сбрасывается в атмосферу, пневмопригруз снимается и ставится на подготовленную очередную форму.

Наличие в пневмопригрузе эластичной оболочки, контактирующей с бетонной поверхностью формуемого изделия, повышает его долговечность и надежность, так как возможные повреждения ее не приводят к потере его работоспособности. Поврежденные секции пневмокамер можно обнаружить с помощью манометра и отключить. Разборная конструкция эластичной оболочки позволяет быстро заменить их. Секционная конструкция внутренней полости эластичной оболочки пневмопригруза увеличивает его надежность в эксплуатации, так как возможное повреждение отдельной пневмокамеры не приводит к потере работоспособности пневмопригруза благодаря натяжению эластичной оболочки в нижней плоскости. Установлено, что потеря давления эластичной оболочки на бетонную смесь при выводе из строя одной из пневмосекций составит не более 5...6,7% под этой пневмосекцией, 1...2,3 — под соседними.

При выборе шага пневмосекций учитывали снижение давления эластичной оболочки на бетонную смесь под пневмокамерами и затраты, связанные с изготовлением и эксплуатацией пневмопригруза. При этом достигаются рациональные соотношения: размеры секций пневмокамер 1/4...1/10 ширины и 1/6...1/20 длины соответствующей стороны формуемой панели. Выбор толщины рабочей ветви эластичной оболочки от меньшего размера секций пневмокамер связан с ограничением максимальной потери давления оболочки на бетонную смесь не более 8,5%, что с учетом работы эластичной оболочки в плоскости формования составляет 1/30...1/45 отношения толщины эластичной оболочки к шагу пневмосекций. В связи с тем, что проемообразователи и детали оснастки, арматуры могут в некоторых точках выступать над поверхностью бетона, при огибании их эластичной оболочкой возможны наплывы бетона и тем бо́льшие, чем больше толщина оболочки. Это ведет к дополнительным затратам ручного труда, поэтому увеличение толщины эластичной оболочки сверх оптимальной неприемлемо.

Выводы

Виброуплотнение с пневмопригрузом шлакопемзобетонных стеновых панелей снижает расход цемента на 25...30 кг/м³ по сравнению с уплотнением обычной нижней вибрацией, улучшает их эксплуатационные свойства. Наличие в пневмопригрузе эластичной оболочки повышает долговечность и надежность его эксплуатации. Внедрение многосекционного пневмопригруза позволяет перейти к созданию технологических линий формования шлакопемзобетонных панелей. В Главлипецкстрое разработаны «Рекомендации по изготовлению наружных стеновых панелей крупнопанельных зданий виброуплотнением с пригрузом».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грызлов В. С. Оптимизация структуры легкого бетона с целью повышения теплозащитных свойств // Легкобетонное домостроение. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1983. — С. 121—126.
2. Шилкин П. И. Критерий оптимизации характеристик шлакопемзобетона ограждающих конструкций // Изв. вузов. Стр-во и архит. — 1984. — № 10. — С. 74—77.

УДК 691.327:620.191.33

В. П. АЗУТОВ, инж., В. И. ШАВРИН, канд. техн. наук (НИИСП Госстроя УССР)

О трещинообразовании изделий при кассетно-конвейерном производстве

Преимущества кассетно-конвейерной технологии изготовления внутренних стеновых панелей и плит перекрытий крупнопанельных зданий по сравнению с традиционными кассетно-стендовой и конвейерной не вызывают сомнений.

В последние годы была создана кассетно-конвейерная линия конструкции СКТБ Стройиндустрия Минсевзапстроя СССР, которая эксплуатируется на Калининском ОП ДСК. По многочисленным отзывам, она является образцом удачного решения технической и социальной проблем. Разработаны и реализуются также проекты Гипростроммаша, Гипрогражданпромстроя (при участии НИИСП Госстроя УССР) и др.

Общим для всех кассетно-конвейерных линий последних лет является наличие стационарных формовочных установок, боковые щиты которых прижимаются к бортоснастке передвижных двусторонних форм и вместе с их термосердечниками образуют вертикальные кассетные отсеки. Особенность названной технологии в том, что изделия после кратковременной (80...100 мин) тепловой обработки на формовочном посту по достижении ими прочности до 1 МПа освобождаются от боковых щитов и перемещаются на форме-вагонетке в туннельную камеру для тепловой обработки.

Опыт освоения кассетно-конвейерной технологии на Калининском ОП ДСК свидетельствует о наличии трещинообразования, вызванного рядом причин, из них основными являются: активный массообмен бетона с окружающей средой при раскрытии боковых щитов формовочной установки после форсированного прогрева; силовое воздействие термосердечника на панель в процессе ее частичного распалубливания на формовочном посту; воздействие транспортных нагрузок при перемещении панелей в камеру тепловой обработки.

Нами поставлена задача определить условия трещинообразования исходя из возможного силового воздействия термосердечника формы в момент освобождения панели от боковых щитов формовочной установки после первой стадии тепловой обработки.

Действительно, при жесткости боковых щитов, превышающей жесткость сердечника, в момент закрытия формы перед бетонированием происходит выравнивание ее термосердечника, имеющего некоторую начальную неплоскостность, обусловленную неточностью изготовления и допускаемую ГОСТом. В мо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мент раскрывания боковых щитов неплоскостность термосердечника восстанавливается, что вызывает искривление отформованных изделий и при определенных условиях может привести к образованию трещин. При этом допускается, что сцепление арматуры с бетоном при прочности до 1 МПа отсутствует, а нагрузку при изгибе панели воспринимает только бетон. На рис. 1 представлена схема определения относительных удлинений крайнего растянутого волокна в изделии.

При отклонении угла 0 от плоскости треугольная часть панели, условно защемленная по диагонали AB, несет нагрузку, характер распределения которой по площади OAB неизвестен. Под действием нагрузки плита деформируется так, что прогиб ее вершины в точке 0 равен величине f — первоначальной неплоскостности термосердечника. Принятая расчетная схема отражает действительную передачу нагрузки от термосердечника к изделию, если принять, что их деформации одинаковы. Любые другие допущения соответствуют более благоприятным случаям загружения и не рассматриваются.

Примем начало координат в точке 0 и ось X перпендикулярно защемленной стороне AB, ось $У$ направим в сторону прогиба. В качестве первого приближения примем также, что передаваемая на изделие от термосердечника нагрузка равномерно распределена по площади OAB.

Для определения относительных удлинений крайнего растянутого волокна в изделии воспользуемся известными уравнениями оси изгибаемого элемента

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{M_{(x)}}{E I_{(x)}} = \frac{1}{\rho_{(x)}} = \frac{2\varepsilon_{(x)}}{h}, \quad (1)$$

где $\rho_{(x)}$ — радиус кривизны изгибаемого элемента в сечении X; $M_{(x)}$ — изгибающий момент; $I_{(x)}$ — момент инерции поперечного сечения; E — модуль упругости материала плиты; h — высота сечения (толщина плиты); $\varepsilon_{(x)}$ — относительное удлинение крайнего растянутого волокна в сечении X.

При равномерно распределенной нагрузке по площади OAB плиты нагрузка вдоль оси X изменяется по закону треугольника. Нетрудно вычислить, что

$$M_{(x)} = \frac{q}{6}\left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a}\right) x^3 \quad (2)$$

$$I_{(x)} = \frac{e_{(x)} h^3}{12} = x\left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a}\right)\frac{h^3}{12} \quad (3)$$

и

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{2 q x^2}{E h^3}. \quad (4)$$

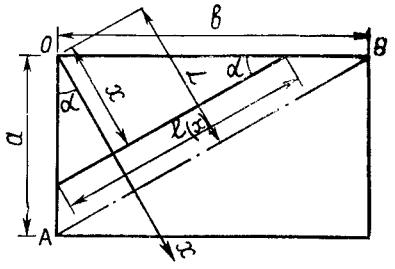


Рис. 1. Расчетная схема для определения относительных удлинений крайнего растянутого волокна в изделии

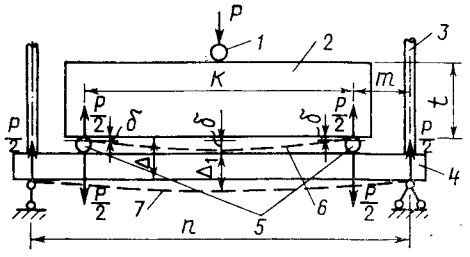


Рис. 2. Расчетная схема испытания бетонных призм на изгиб

1 — цилиндр для передачи нагрузки (стальной стержень $l=100$, $d=16$); *2* — бетонная призма размером 100×100×400 мм; *3* — подвески; *4* — опорная балка (швеллер № 10); *5* — опорные цилиндры (стальные стержни $l=100$, $d=16$); *6* — линия прогиба бетонной призмы; *7* — линия прогиба опорной балки

Последовательно интегрируя выражение (4) при граничных условиях $\frac{dy}{dx}=0$, когда $x=L$ и $y=f$, при $x=0$ получим

$$\varepsilon = \frac{2hf}{a^2}\left[1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2\right]. \quad (5)$$

Формула (5) дает возможность рассчитать максимальные относительные удлинения крайнего растянутого волокна в изделии в момент раскрытия боковых щитов формовочной установки. Она справедлива для случая, когда передаваемая от термосердечника изделию нагрузка в соответствии с принятым ранее допущением равномерно распределена по площади его изгибаемой части. Как показывают расчеты, другие допущения относительно характера распределения нагрузки дают меньшие значения относительных удлинений крайнего растянутого волокна и поэтому не анализируются.

Необходимо обратить внимание еще на одно обстоятельство. Как видно из рис. 1, a и b — габариты изделия. Следовательно, предполагается, что неплоскостность термосердечника постепенно образуется вдоль всей длины b и ширины a, достигая максимального значения f в верхнем углу. Предположение о том, что неплоскостность может возникнуть на части длины b или ширины a, также вполне вероятно, однако авторам неизвестны какие-либо экспериментальные или теоретические данные по этому вопросу.

Чтобы исключить трещинообразование в изделиях в момент раскрытия боковых щитов формовочной установки, необходимо выполнить следующее условие:

$$\varepsilon \leqslant \varepsilon_{пр}$$

где $\varepsilon_{пр}$ — предельные относительные удлинения крайнего растянутого волокна в изгибаемых элементах из слабопрочного бетона.

Для определения $\varepsilon_{пр}$ были проведены испытания на изгиб призм размером 100×100×400 мм, изготовленных из смеси состава, применяемого для плит перекрытий на заводе ЖБК № 3 ДСК № 1 Главкиевгорстроя, где внедряется кассетно-конвейерная технология.

Подвижность смеси составляла 2 см осадки стандартного конуса, класс бетона В15. Испытания проводили в различные сроки твердения, т. е. при прочности бетона в интервале от 0,49 до 2,25 МПа, охватывающем практически все возможные ее значения к моменту раскрытия боковых щитов формовочной установки. Всего было проведено 14 опытов, причем для повышения достоверности результатов в каждом опыте испытывали по 4 призмы.

Предельные краевые относительные удлинения определяли прогибом бетонных призм и опорной балки на специальном приспособлении с использованием разрывной машины МР-0,5, а прочность бетона при сжатии — стандартным методом на прессе П-50. Схема испытания призм на изгиб представлена на рис. 2.

Поскольку прочность бетона была мала, призмы нагружали вручную. В местах определения прогибов и осадок (вблизи опор и посередине пролета) в их тело заподлицо с нижней поверхностью предварительно заформовывали гладкие металлические пластины, в которые при испытании упирали ножки индикаторов перемещений часового типа с ценой деления шкалы 0,01 мм.

По перемещениям низа призм, фиксируемым индикаторами, с помощью известных методов теории сопротивления материалов расчетным путем выведена формула для определения величин предельных относительных удлинений крайнего растянутого волокна призм

$$\varepsilon_{пр} = \frac{6 t\delta}{к^2}.$$

В результате получен ряд значений $\varepsilon_{пр}$ при различной прочности бетона на сжатие в указанном выше интервале (см. таблицу).

Анализ показывает отсутствие закономерной связи между $R_{сж}$ и $\varepsilon_{пр}$ (коэффициент корреляции равен 0,31). Ис-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тинное значение $\varepsilon_{пр}$ находится в доверительном интервале $(0{,}3...0{,}2)\cdot 10^{-3}$.

Таким образом, удалось установить значение предельных относительных удлинений крайнего растянутого волокна бетона для предотвращения трещинообразования. Трещины не появятся, если будет соблюдено следующее условие:

$$\varepsilon = \frac{2hf}{a^2}\left[1+\left(\frac{a}{b}\right)^2\right] \leqslant \varepsilon_{пр} = 0{,}2\cdot 10^{-3}.$$

При высоте панелей перекрытия $a=3{,}8$ м, длине $b=6{,}6$ и толщине $h=0{,}16$ м, отформованных из бетона класса В15 и освобожденных от боковых щитов, когда прочность находится в интервале 0,49...2,25 МПа, $f\leqslant 6$ мм, а допускаемое значение неплоскостности для кассетных установок по ГОСТ 12808—78 равно 10 мм.

Выводы

В момент закрывания боковых щитов формовочной установки происходит выравнивание теплового сердечника, имеющего первоначальную неплоскостность, обусловленную неточностью изготовления и допускаемую ГОСТом. После бетонирования и кратковременной тепловой обработки изделий в момент раскрытия боковых щитов формовочной установки неплоскостность теплового сердечника восстанавливается, что может привести к образованию трещин в изделии.

$R_{сж}$, МПа	0,49	0,64	0,69	0,85	0,86	0,88	0,93
$\varepsilon_{пр}\times 10^{-3}$	0,308	0,222	0,090	0,319	0,347	0,192	0,443
$R_{сж}$	1,09	1,44	1,87	1,92	2,06	2,10	2,25
$\varepsilon_{пр}\times 10^{-3}$	0,236	0,306	0,255	0,253	0,184	0,270	0,276

В результате расчетов и исследований установлено, что образование трещин в изделии при прочности бетона в интервале 0,49...2,25 МПа будет иметь место при неплоскостности $f>6$ мм.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости повышения точности изготовления термосердечников форм по сравнению с требованиями ГОСТ к традиционным кассетам, однако это сопряжено с большими трудностями. С другой стороны, увеличение продолжительности выдерживания изделий в формовочной установке для повышения ранней прочности бетона неизбежно приведет к снижению производительности линии. Очевидно, наиболее целесообразным способом предотвращения трещин в изделиях из-за неплоскостности термосердечника является ослабление прижима щитов формовочной установки к форме после бетонирования в момент, когда изгибные деформации в изделии не вызовут образования трещин от действия термосердечника; этот момент следует установить опытным путем.

Строительное производство

УДК 666.97.035.51

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, А. А. ЗЫРЯНОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Кондуктивный прогрев бетонов

Одним из эффективных методов, позволяющих при любых погодно-климатических условиях возводить монолитные конструкции, в том числе и протяженные с большой неопалубленной поверхностью (дорожные и аэродромные покрытия, полы цехов, промышленные площадки, облицовки оросительных каналов и т. п.), является тепловая обработка различными электронагревательными устройствами [1...3]. Анализ позволил выделить кондуктивный прогрев бетона гибкими электронагревательными устройствами (ГЭНУ) благодаря простоте его применения, мобильности, меньшей трудоемкости и стоимости по сравнению с другими способами.

В последние годы в отечественной и зарубежной практике появились различные конструкции ГЭНУ (греющие одеяла и покрывала, термоэлектрические маты, термоактивные покрытия и т. д.), представляющие собой скомпонованные воедино плоский нагреватель, тепло- и гидроизоляционные слои. Они пока еще в полной мере не отвечают тем требованиям, которые позволили бы при низких энергозатратах обеспечить благоприятные условия твердения бетона и получать протяженные конструкции высокого качества.

В НИИЖБе проведены обширные исследования по разработке новых видов гибких электронагревательных устройств и их использованию для прогрева бетонов монолитных конструкций с большой неопалубленной поверхностью. Были выбраны новые материалы и элементы с высоким уровнем электробезопасности, надежные и экономичные при эксплуатации.

Греющие элементы в виде нагревательных лент ЭНГЛ-180 запрессовывают в два слоя влаго- и электроизоляционного материала из термостойкой резины (диапазон рабочей температуры от —60 до +180°С).

Применение нагревателей на основе греющих элементов и материалов в ГЭНУ позволяет повысить уровень электробезопасности и надежности эксплуатации за счет сетевого напряжения 220/380 В. При этом исключается применение понижающих трансформаторов, уменьшаются в 2...11 раз токовые нагрузки и сечения токопроводящих жил из дорогостоящих и дефицитных цветных металлов в кабелях и проводах, упрощается их эксплуатация и снижаются затраты, в то же время увеличивается срок службы по сравнению с существующими ГЭНУ.

Теплоизоляция новых ГЭНУ выбрана применительно к летним условиям эксплуатации: три последовательные воздушные прослойки толщиной 0,5 см каждая с суммарным термосопротивлением 0,3 м²·°С/Вт. Воздушные прослойки создаются за счет ребер жесткости высотой 0,5 см, выполненных на каждом слое толщиной до 0,1 см из гидрофобного термостойкого материала. В зимних условиях теплоизоляция усиливается за счет увеличения числа воздушных прослоек при укладке и фиксации дополнительных защитных слоев. Круглогодичная эксплуатация за счет дифференциации теплоизоляции нагревательных устройств, т. е. возможность ее снятия или, наоборот, усиления, снижает их удельный вес, затраты на транс-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

портирование и установку (снятие), появляется возможность увеличения рабочей площади ГЭНУ.

Установочная мощность разработанных ГЭНУ изменяется от 720 до 1440 Вт/м², длина (при ширине 1 м) — от 2,5 до 10,5 мм, удельная масса — от 2,5 до 5,0 кг/м².

Выбрана наиболее рациональная мощность ГЭНУ для прогрева бетонов рассматриваемого состава 1000 Вт/м², которая обеспечивает достаточно равномерный прогрев, причем бетон набирает максимальное количество градусо-часов.

Значения максимальных перепадов температуры при тепловой обработке зимой ($t_в$ —30°С) гибкими электронагревательными устройствами бетонов на портландцементе и НЦ соответственно равны в конструкциях с модулем поверхности: 20 м⁻¹ — 19 и 15°С, 10 м⁻¹— 36 и 27°С, 6,7 м⁻¹—45 и 36°С. При этом скорости подъема температуры в них соответствуют значениями: 11; 8,5 и 6,0°С/ч. Меньшие температурные перепады в бетоне на НЦ по сравнению с портландцементом могут быть объяснены более интенсивным тепловыделением при гидратации. По сравнению с зимой при прогреве бетонов летом температурные перепады по сечению конструкций уменьшаются, а скорости разогрева их незначительно выше.

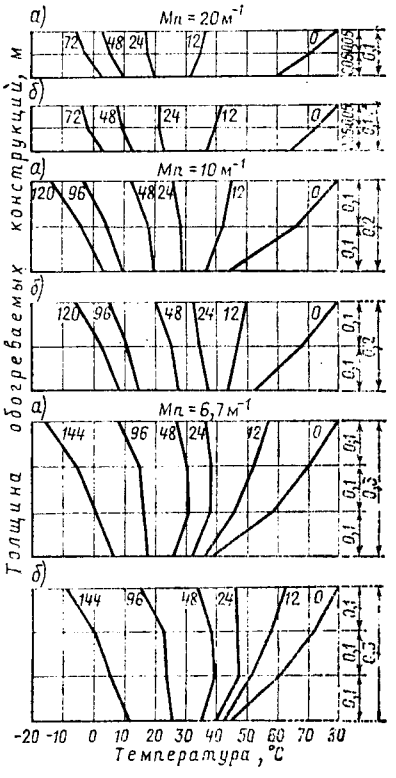
При использовании обычной тепловой обработки бетонов (разогрев до 80°С — изотермический прогрев* при 80°С — остывание) из них испаряется значительное количество воды (см. таблицу), достигающее 18,7%, и создается неблагоприятное термонапряженное состояние в результате больших температурных перепадов в конце стадии разогрева бетона и на протяжении всего периода изотермического прогрева. Это приводит к появлению внутренних микротрещин, образованию сообщающейся капиллярной пористости, направленной к неопалубленной поверхности, к снижению плотности бетонов и ухудшению физико-механических характеристик в их поверхностном слое по сравнению с бетонами нормального твердения. Так, в возрасте 28 сут недобор прочности на сжатие бетона на портландцементе составляет свыше 16,2% проектной марки, на растяжение при изгибе — свыше 10,2%. Марка по морозостойкости прогретых по такому режиму бетонов 100, а аналогичных бетонов нормального твердения — не ниже 150.

Предложенный режим тепловой обработки бетонов при помощи ГЭНУ (разогрев до 80°С с последующим термос-

Модуль неопалубленной поверхности, м⁻¹	Суммарные потери влаги за счет испарения в процессе тепловой обработки по режимам из бетона	
	на НЦ	на НЦ-20
3,3	19,8/9,7	17,8/8,8
	5,9/2,9	5,1/2,5
5,0	27,5/13,6	24,9/12,3
	6,6/3,3	6,0/2,9
10,0	37,7/18,7	33,1/16,4
	9,5/4,7	8,3/4,1

Примечание. Перед чертой — л на 1 м³ бетона, после черты — в % начального водосодержания. Над чертой — по обычному, под чертой — по предложенному режиму.

ным выдерживанием) обеспечивает благоприятные условия их твердения, и в первую очередь в поверхностном слое конструкций. При этом испарение влаги не превышает 4,7%, а большие температурные перепады наблюдаются незначительный период времени и нивелируются при термосном выдерживании. Прогретые по такому режиму бетоны имеют плотную структуру, наблюдается равномерно распределенная по всему объему пористость. В возрасте 28 сут потери прочности при сжатии прогретого бетона на портландцементе не превышают 6,2%, а прочность на растяжение при изгибе и морозостойкость бетонов на портландцементе и НЦ из верхней зоны прогретых конструкций (4,8 и 7,2 МПа; Мрз 150 и 200) фактически соответствуют аналогичным показателям конструкций, твердевших в нормальных условиях (4,9 и 7,0 МПа; Мрз 150 и 200).



Характер изменения температуры по сечению прогретых конструкций разной толщины в процессе термосного выдерживания бетона (t_b =—30°С)

а — бетон на портландцементе; *б* — на НЦ-20 Цифры на графиках означают продолжительность выдерживания, ч

Время разогрева до 80°С при использовании ГЭНУ определяется погодно-климатическими условиями, при которых производится бетонирование, массивностью конструкций, а также видом применяемого цемента или интенсивностью внутренних тепловыделений бетона и составляет 3...15 ч. Расход электроэнергии при прогреве конструкций по выбранному режиму — 40...80 кВт·ч на 1 м³ бетона, что в 1,5...2,0 раза меньше энергозатрат на тепловую обработку по обычному режиму.

После снятия ГЭНУ по истечении 1 сут с прогретых конструкций летом бетон твердеет в естественных условиях, зимой на их неопалубленную поверхность немедленно укладывается тепловлагоизоляция с термическим сопротивлением 0,62...0,8 м²·°С/Вт в зависимости от метеорологических условий. Время термосного выдерживания бетонов с использованием тепловлагоизоляции (см. рисунок) в зависимости от модуля поверхности прогретых конструкций составляет: 20 м⁻¹—3 сут, 10 м⁻¹—4... 5 сут, 6,7 м⁻¹—5...6 сут.

После снятия ГЭНУ прогретый в летних условиях бетон на НЦ в возрасте 1 сут имеет более высокую прочность в различных слоях (72,5...76,3%) и однородность по толщине конструкций (например, в конструкции с $M_п$=6,7 м⁻¹ коэффициент однородности K_0=0,936) по сравнению с аналогичными показателями бетона на портландцементе (53,6...67,5% и K_0=0,786), что объясняется спецификой его твердения. Прогретые зимой бетоны на портландцементе и НЦ, выдержанные с использованием тепловлагоизоляции в течение 3...6 сут, имеют соответствующие значения прочности в различных слоях конструкций с модулем поверхности: 20 м⁻¹—76,3 и 83,8%; 10 м⁻¹—72,5...77,5* % (K_0= =0,936) и 83,1...87,5% (K_0=0,950); 6,7 м⁻¹—71,3...82,5% (K_0=0,864) и 86,3...90% (K_0=0,958). Таким образом, к этому времени бетоны имеют достаточно высокую прочность и однородность.

При дальнейшем выдерживании прогретых бетонов в нормальных условиях однородность повышается, и в возрасте

* Длительность изотермического прогрева 10 ч, что соответствует среднему значению в применяемых режимах.

* Первая цифра применительно к конструкциям с $M_п$=10 м⁻¹ и 6,7 м⁻¹ означает прочность бетона нижнего слоя, вторая — верхнего.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

28 сут прочность их по сечению конструкций фактически выравнивается — прочность прогретого бетона на НЦ зачастую превышает 100%. Это объясняется высокими потенциальными возможностями такого вяжущего, которые быстрее реализуются при тепловой обработке, а также конструктивным действием эттрингита на структуру бетона.

Питание греющих устройств осуществляется трехфазным током напряжением 220/380 В от подстанции или передвижной электростанции (ПЭС) мощностью 50...1000 кВт. ГЭНУ соединяются в «звезду» и подключаются по мере бетонирования конструкции группами, что позволяет обеспечить температурный режим выдерживания бетона, что особенно важно в зимних условиях, когда время предварительной выдержки лимитуется температурой бетона (не ниже 5°С). Значения требуемой (суммарной установочной) мощности снижаются более чем в 2,5 раза, что позволяет эффективно вести тепловую обработку даже при отсутствии значительного резерва мощности; уменьшается число групповых электрощитов, кабелей и проводов, пуско-регулирующей и контрольной аппаратуры в нормокомплекте в 2 и более раза, в то же время увеличиваются их оборачиваемость и коэффициент использования, а также повышается мобильность системы электроснабжения. Снижаются непроизводительные потери электроэнергии.

При питании от подстанции необходимо таким образом планировать технологический процесс прогрева бетона, чтобы время активной тепловой обработки при помощи ГЭНУ, т. е. максимум потребления электроэнергии, приходилось на часы спадов в нагрузке энергосистемы. Это уменьшает стоимость электроэнергии на тепловую обработку бетона за счет сокращения или исключения оплаты по основной ставке, учитывающей участие потребителя в максимуме нагрузки энергосистемы, одновременно выравниваются суточные колебания нагрузок энергосистемы.

Производственная проверка осуществлялась при прогреве бетона полов в гараже объединения Сельхозхимия в Иркутске. Сразу после уплотнения бетона в конструкции ($M_п$=10 м$^{-1}$) ГЭНУ удельной мощностью 1000 Вт/м^2 и термическим сопротивлением теплоизоляции 0,62 м^2·°С/Вт укладывали на неопалубленную его поверхность. После предварительного выдерживания в течение 1 ч бетон на портландцементе разогревали в течение 6,5 ч до 80°С, после чего греющие устройства отключали. В возрасте 5 сут прочность при сжатии бетона прогретой конструкции достигла не менее 70% марочной.

Применение ГЭНУ показало их высокую эффективность и экономичность. При этом расход электроэнергии составил 52,5 кВт·ч/м^3, обеспечено высокое качество конструкции и быстрый ввод ее в эксплуатацию, экономический эффект составил 2,7 р. на 1 м^3 бетона.

Выводы

Разработаны новые гибкие электронагревательные устройства, обеспечивающие высокий уровень электробезопасности, надежность и экономичность при эксплуатации, которые могут рекомендоваться в комплект бетоноукладочного оборудования.

Кондуктивный прогрев с их помощью бетона по предложенному режиму с разогревом до 80°С позволяет обеспечить надежное предохранение от негативных воздействий среды, быстрое нарастание прочности и гарантировать высокое качество монолитных протяженных конструкций. Прочность на растяжение при изгибе и морозостойкость прогретых бетонов, а также их структура практически не отличаются от аналогичных показателей бетонов, твердевших в нормальных условиях.

Применение новых ГЭНУ для прогрева бетона при возведении монолитных конструкций с большой неопалубленной поверхностью позволяет получать значительный экономический эффект за счет снижения стоимости нагревателей и элементов системы электроснабжения, а также сокращения энергозатрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по электротермообработке бетона. — М.: Стройиздат, 1974. — 18 с.
2. Крылов Б. А. и др. Греющее покрывало для тепловой обработки бетона // Промышленное строительство. — 1977. — № 4. — С. 17.
3. Аханов В. С. Электрообогревательные устройства в строительстве и коммунальном хозяйстве. — М.: Стройиздат, 1978. — 25 с.

УДК 693.556:624.012.45

А. Н. ПЕТРОВ, А. И. ПУТИЛОВ, кандидаты техн. наук (Днепропетровский инженерно-строительный ин-т)

Оптимальные схемы транспортирования и монтажа длинномерных конструкций

Большое число конструкций, например железобетонные забивные сваи или колонны, при эксплуатационных нагрузках работают в основном на сжатие, а при транспортировании и монтаже — на изгиб.

Транспортные и монтажные нагрузки имеют динамический характер. Согласно СНиП 2.03.01—84, к нагрузке от массы конструкции при расчетах вводится коэффициент динамичности, равный 1,6 при транспортировании и 1,4 при монтаже, что приводит к существенному увеличению расчетных изгибающих моментов. Во время перевозок и при монтаже длинномерной конструкции возникают изгибающие моменты, вызывающие необходимость специального ее усиления или увеличения армирования по сравнению с необходимыми из расчета на эксплуатационные нагрузки. Это приводит к увеличению расхода материалов и повышению трудоемкости строительства.

Более эффективным путем является уменьшение изгибающих моментов при транспортировании и монтаже длинномерной конструкции. Простейшей и удобной схемой перевозки является схема однопролетной балки с двумя консолями (рис. 1). Оптимальным является положение опор A и B, при котором абсолютная величина изгибающих моментов на опорах равна величине пролетного момента, возникающего в конструкции от действия ее массы. При решении этой задачи выясняется, что вылет консолей должен составлять 0,207 длины конструкции L. Такая привязка монтажных петель при погрузке и выгрузке свай и установке прокладок при транспортировании принята в ГОСТах на забивные железобетонные сваи (ГОСТ 19804.1—79 и ГОСТ 19804.2—79). Введение дополнительных опор для

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

уменьшения изгибающих моментов значительно усложнило бы возможности транспортирования длинномерных конструкций. Поэтому описанную схему транспортирования следует считать оптимальной.

Подъем колонн и свай в вертикальное положение обычно производят методом поворота относительно точки *A* со строповкой в одной точке (см. рис. 1). Конструкция работает на изгиб по схеме однопролетной балки с консолью. Оптимальное положение точки строповки (точка *B*) таково, при котором расстояние от верха конструкции до этой точки равно 0,294 *L*. В данном случае абсолютные величины опорного и пролетного моментов равны. Однако при подъеме в вертикальное положение изгибающие моменты оказываются существенно большими, чем при транспортировании. Даже с учетом различия коэффициентов динамичности для этих двух схем изгибающие моменты во втором случае на 71% большие, чем в первом. Несмотря на очевидную невыгодность этой схемы, благодаря простоте ее часто применяют в практике монтажа. Эта схема принята в ГОСТах для подъема на копер забивных свай.

Более выгодной по расходу материалов является схема подъема длинномерной конструкции в вертикальное положение со строповкой ее в двух точках с помощью двухветвевого стропа, пропущенного через балансирный ролик.

Идея строповки длинномерных конструкций за две точки уже использовалась при подъеме длинных колонн в вертикальное положение методом поворота[1]. Для реализации идеи разработана, например, универсальная траверса ВНИОМС, на которой закреплены два балансирных ролика. Подъем осуществляется двумя стропами, пропущенными через ролики. Аналогичная схема подъема колонны использована трестом Стальмонтаж № 5. Строп, пропущенный через балансирный ролик, имеет на концах роликовые скобы для захвата поднимаемой колонны. Однако в двух рассмотренных схемах монтажа нет указаний о расположении точек строповки поднимаемой в вертикальное положение колонны.

Предлагается следующая методика определения точек строповки длинномерной конструкции при подъеме ее в вертикальное положение методом поворота. Поскольку конструкцию рассчитывают на транспортные нагрузки по схеме (см. рис. 1), то привязку одной из точек строповки *C* в этом случае следует принять такой же, как при транспортировании, т. е. равной 0,207 ее длины. Вторую точку строповки *B* следует назначать исходя из того, что абсолютная величина изгибающих моментов от массы конструкции на участке *AC* не должна превосходить момент в точке *C*; а абсолютные величины максимальных моментов на участке *AC* (точки 1 и *B*) должны быть равными, так как только при этом условии они будут иметь наименьшее значение.

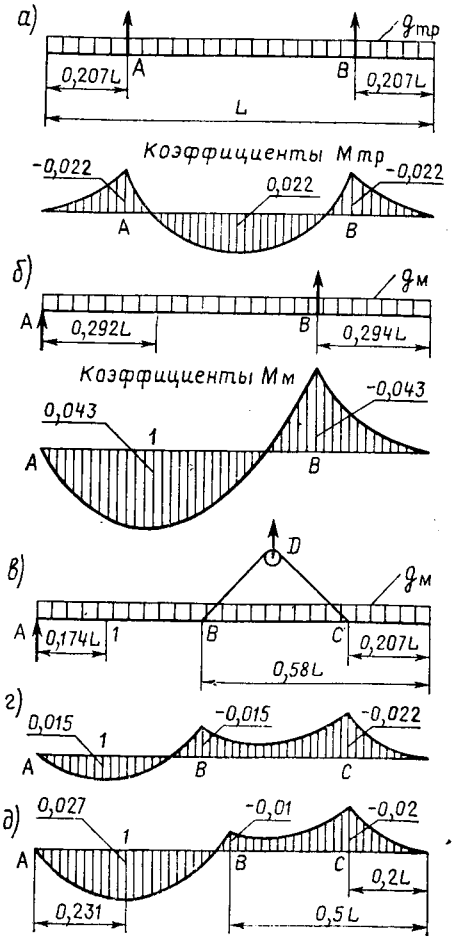


Рис. 1. Схемы нагружения длинномерной конструкции и коэффициенты эпюры изгибающих моментов

а — при транспортировании; *б* — при подъеме в вертикальное положение с захватом за одну точку; *в* — при подъеме в вертикальное положение по предложению авторов; *г* — коэффициенты эпюры *M* по предлагаемой схеме; *д* — то же, по предложению М. Ю. Корчемского

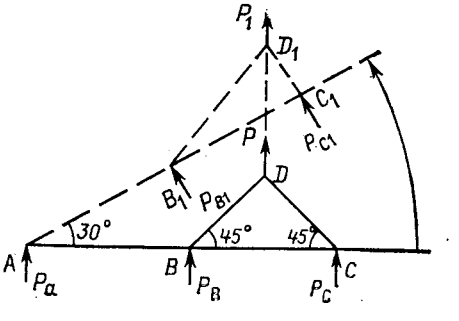


Рис. 2. Схема подъема конструкции в вертикальное положение с захватом за две точки

Натяжение в ветвях стропа будет одинаковым, так как он пропущен через балансирный ролик. Вертикальные составляющие натяжения стропа в точках *B* и *C* (опорные реакции) зависят от положения точки *D*. Оптимальное положение точки *D* такое, при котором в треугольнике *BDC* углы *B* и *C* равны, тогда опорные реакции будут одинаковыми.

Поставленным условиям удовлетворяет строповка в точке *B*, расположенной на расстоянии 0,58 *L* от ее верхнего конца. Наибольший изгибающий момент возникает на опоре *C*. Его величина равна величине момента, возникающего в конструкции при транспортировании, однако, ввиду разницы коэффициентов динамичности для этих двух схем, запас прочности при монтаже будет на 14% больше. На остальной длине конструкции наибольшие моменты почти в 1,5 раза меньше, чем на опоре *C*. Такой запас целесообразен, так как при смещении крюка подъемного механизма (точка *D*) в сторону точки *C* вертикальная составляющая натяжения ветви стропа *BD* будет уменьшаться, что приведет к увеличению моментов на участке AB.

Предложенная ранее[2] привязка двухветвевого стропа на расстояниях 0,2 и 0,5 длины конструкции от ее верха является менее выгодной. Расчеты показывают, что при такой привязке точек строповки наибольший изгибающий момент во время подъема конструкции возникает в точке *1* (см. рис. 1, *д*), причем он на 23% превосходит максимальный момент при строповке по предлагаемой схеме.

Для наглядности приводится сравнение коэффициентов эпюр изгибающих моментов различных схем нагружения в одном масштабе. В любом сечении конструкции изгибающий момент равен произведению коэффициента в данном сечении на множитель gL^2, где g — масса 1 м конструкции с учетом соответствующего коэффициента динамичности. Как видно из рис. 1, наибольшие изгибающие моменты возникают в конструкции при подъеме ее в вертикальное положение с захватом за одну точку.

Анализ напряженного состояния длинномерной конструкции при подъеме ее в вертикальное положение методом поворота с помощью двухветвевого стропа с балансирным роликом свидетельствует о некоторых его особенностях. Поскольку усилия в ветвях стропа одина-

[1] **Седов А. П.** Приспособления для монтажа сборных конструкций и их применение. — М.: Трудрезервиздат, 1958. — С. 98, 110.

[2] А. с. 1059064 СССР. *E* 02 *D* 7/02; *B* 66 *F* 11/02. **Способ подъема длинномерных конструкций / М. Ю. Карчемский (СССР) // Открытия, изобретения. — 1983. — № 45. — С. 1.**

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ковы, ось грузового троса подъемного механизма всегда совпадает с биссектрисой угла D треугольника BDC (рис. 2). Смещение крюка в сторону точки C приводит к изменению углов B и C и увеличению усилия P_C, действующего перпендикулярно оси конструкции в точке C. В то же время такое смещение приводит к уменьшению усилия P_B в точке B. Наоборот, смещение крюка в сторону точки В приводит к увеличению P_B и уменьшению P_C. В свою очередь, изменения усилий P_B и P_C вызывают существенные изменения изгибающих моментов в конструкции.

В начале подъема из горизонтального положения, когда крюк находится над серединой участка BC, при минимальной длине двухветвевого стропа угол B равен углу $C=45°$ и $P_B=P_C$ (см. рис. 2). Если же осуществить подъем конструкции при неизменном положении стрелы крана, то при повороте конструкции на 30° оказывается, что $P_B=0{,}4P_C$, а наибольший момент на участке AB на 45% превосходит момент в точке C. Следовательно, при подъеме конструкции в вертикальное положение методом поворота с использованием двухветвевого стропа и балансирного ролика необходимо соблюдать условие, чтобы длина ветвей стропа BD и CD оставалась одинаковой. Этого можно достичь, например поворотом стрелы крана.

Описанные предложения применимы для конструкций постоянного сечения с симметричным армированием. При несоблюдении этих условий места строповки можно изменить исходя из требований, чтобы запас по прочности или трещиностойкости был одинаковым в сечениях с наибольшими моментами.

При подъеме конструкции в вертикальное положение в ней возникают, наряду с изгибающими моментами, также продольные силы. Но в большинстве конструкций массового применения ими можно пренебречь.

Таким образом, применение двухветвевого стропа с балансирным роликом со строповкой по предлагаемой схеме избавляет от необходимости дополнительного расчета и усиления конструкции при монтаже. Ее достаточно проверить на транспортные нагрузки по схеме (см. рис. 1, *а*). Поскольку по предлагаемой схеме изгибающие моменты на 49% меньше, чем при подъеме с захватом за одну точку, может быть достигнута существенная экономия материалов. Расчеты показывают, что использование предлагаемого способа строповки при подъеме свай на копер позволит уменьшить их продольное армирование на 25...33% по сравнению с армированием, принятым в ГОСТе. Однако такая схема несколько усложняет монтаж конструкций.

УДК 621.64:691.175

Л. М. ПОЛЯКОВ, канд. техн. наук (ВНИИВОДГЕО); О. Е. ЖЕЛЕЗНОВ, А. А. РОМАНОВ, В. И. САДОВСКИЙ, инженеры (трест Спецстрой Минсевзапстроя СССР)

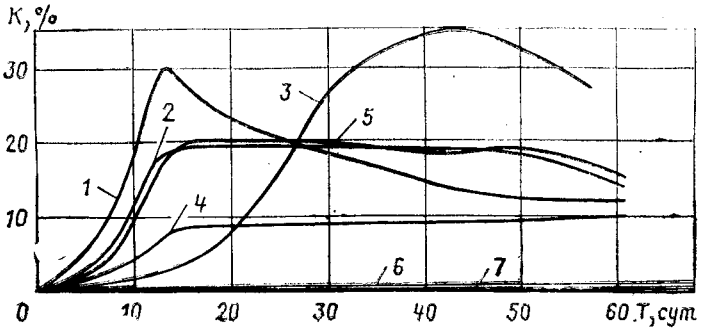
Емкостное сооружение с плоским днищем из сборных плит с гибкими стыками

С целью повышения производительности труда, качества работ и уровня индустриализации строительства емкостей очистных сооружений ВНИИВОДГЕО совместно с Калининским трестом Спецстрой провели научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по замене монолитного днища сборным с заделкой стыковых соединений герметиком. За основу принят типовой проект № 902-2-207 Гипрокоммунводоканала, переработанный трестом Спецстрой с применением стеновых панелей с опорной пятой серии 3.900-3 взамен плоских панелей стен, замоноличиваемых в железобетонную выемку, и заменой монолитного плоского днища сложной конфигурации (выемки для стеновых панелей) сборным с гибкими стыками между плитами днища.

Сборное днище выполнено в блоке емкостей очистных канализационных сооружений в Старице в 1982 г. Днище смонтировано из плит сечением 140 мм, размером в плане 2,5×3,5 м с укладкой на слой цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. В процессе монтажа между плитами оставляли зазор 30...40 мм для уплотнения герметиком.

ВНИИВОДГЕО предложил несколько герметиков «Полетан», а также разработал необходимое оборудование и приспособления. Набухаемость герметика «Полетан-1» в различных агрессивных средах представлена на рисунке.

Термоустановку использовали для просушивания влажных поверхностей стыков перед герметизацией и для ускорения вулканизации герметика, которым заполняли соединения с помощью пневмошприца и пневмоаппарата.



Степень набухания образцов герметика «Полетан-1» в агрессивных средах

1 — в 10%-ном растворе H_2SO_4; *2* — в 10%-ном растворе HCl; *3* — в ацетоне; *4* — в 10%-ном растворе KOH; *5* — в 10%-ном растворе HNO_3; *6* — в бензине; *7* — в масле

Гидравлическими испытаниями днища на прочность и плотность по СНиП 3.05.04-85 не обнаружено утечки воды из емкости.

Анализ выполненных работ показал, что сборное днище имеет значительное преимущество перед монолитным как по качеству и темпам возведения, так и по экономической эффективности. Полученный технико-экономический эффект можно увеличить, усовершенствовав конструкцию плоских плит, обеспечив их торцевым переходом в местах сопряжения с опорной пятой стеновых панелей вместо монолитного перехода, а стыковые соединения снабдить специальной выемкой для размещения герметика.

В настоящее время такая плита, а также конструкция стыкового соединения разработаны, организован выпуск плит.

Строительство сборного днища осуществлено в двух секциях аэротенков блока емкостей очистных сооружений в Кимрах производительностью 25 тыс. м³ сточных вод в сутки. Применение этих

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

плит позволило исключить работы по устройству выравнивающего цементного слоя по верху плит с последующим железнением и затиркой поверхности, поскольку новая плита имеет гладкую рабочую поверхность, которая после кантования оказывается сверху. Наличие фигурной выемки в торцевой части плит исключает их центрирование в горизонтальной плоскости, а также упрощает введение герметика в стык и снижает его расход почти в два раза.

Выводы

Использование плит с гладкой рабочей поверхностью и фигурной выемкой в стыковом соединении по сравнению с монолитным вариантом позволило сократить трудоемкость и сроки строительства днища в 4...5 раз, снизить его материалоемкость на 20...25%, повысить качество работ и получить экономический эффект только от снижения прямых затрат по блоку емкостей более 30 тыс. р.

За дополнительными сведениями можно обращаться во ВНИИ ВОДГЕО по адресу: 119826, Москва, Комсомольский пр-т, 42.

В помощь проектировщику

УДК 691.32—496:620.178.4/6

О. А. ВНУКОВ, В. Т. ГРОЗДОВ, кандидаты техн. наук

Особенности деформирования изгибаемых элементов при кратковременном динамическом нагружении

Балочные железобетонные конструкции, подвергаемые кратковременному динамическому нагружению, рассчитывают путем решения системы дифференциальных уравнений [1]. При этом необходимо знать закон изменения жесткости элемента от воспринимаемого им изгибающего момента.

Использование зависимости «жесткость—момент» (рис. 1) позволяет на каждом шагу счета по известному значению M^d получить динамическую жесткость B^d. Построение этой зависимости предполагает определение параметров жесткости на границах стадий напряженно-деформированного состояния элемента. Определение начальной жесткости, характеризующей работу конструкций без трещин в растянутой зоне, и жесткости, соответствующей моменту трещинообразования, несложно. Жесткость изгибаемого элемента прямоугольного сечения, работающего с трещинами в растянутой зоне, на границе стадий II—III, т. е. при достижении рабочей арматурой расчетного динамического сопротивления, рекомендуется вычислять по соответствующей кривизне [2]

$$\frac{1}{r} = \frac{R_s^d}{E_s h_0}\left(1 + \frac{1{,}6\,\alpha\,\mu}{\xi}\right), \quad (1)$$

где

$$\alpha = E_s/E_b; \quad \mu = A_s/b\,h_0.$$

Выражение (1) получено на основе формулы (160) СНиП 2.03.01—84 при

$$M = R_s^d A_s z; \quad \psi_s = 1; \quad \psi_b = 1; \quad \nu = 0{,}45$$

с учетом увеличения начального модуля упругости бетона до 20% и уточнения значения ξ.

Известно [3], что деформирование керамзитобетона при кратковременном динамическом нагружении характеризуется некоторыми особенностями. В частности, коэффициент упругости керамзитобетона составляет $\nu = 0{,}7...0{,}72$. Увеличение начального модуля упругости при быстром нагружении может достигать 39% ($k_b^d = 1{,}39$). Кроме того, коэффициенты ψ_s и ψ_b равны единице только для действия многократно повторяющейся нагрузки.

Нами определены значения ψ_s и ψ_b для напряженно-деформированного состояния керамзитожелезобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения при кратковременном динамическом нагружении аварийного типа.

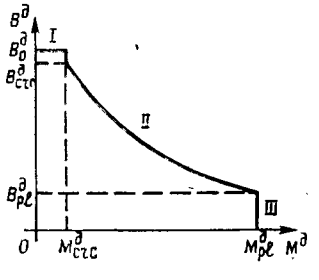


Рис. 1. Зависимость «жесткость — момент» для изгибаемых железобетонных элементов

В качестве опытных образцов были приняты балки сечением 15×20 см пролетом 140 см при общей длине 160 см. Образцы изготовляли из керамзитобетонных смесей различных составов бетона класса В20 при средней объемной плотности 1350...1400 кг/м³. Продольное рабочее армирование выполняли двумя стержнями диаметром 16 или 12 мм из стали класса А-III. Для наклеивания тензорезисторов арматурные стержни имели прорези, с учетом которых процент армирования соответственно составил 1,45 и 0,81.

Динамические испытания проводили на пневмодинамическом прессе ПДП-35 по схеме загружения с зоной чистого изгиба на специально изготовленных опорах-динамометрах. Деформации растянутой арматуры, сжатой грани бетона и опор-динамометров регистрировали тензорезисторами с записью процесса на осциллографы. Режим загружения опытных образцов динамической нагрузкой принят аналогично [3]. Время нарастания нагрузки до максимума составило 0,007...0,009 с, время спада — 0,005...0,008 с, скорость нагружения — около 4000 МПа·с⁻¹.

Значения коэффициентов ψ_s и ψ_b в процессе деформирования определяли как отношения площади фактического распределения деформаций на участках между трещинами к площади определенной по средним деформациям в сечениях с трещинами. Результаты вычислений коэффициентов ψ_s и ψ_b для образцов с различным процентом армирования при статическом и кратковременном динамическом нагружениях приведены на рис. 2 и 3.

Анализ полученных данных показал, что значение коэффициента ψ_s, учитывающего работу растянутого бетона на участке между трещинами, практически не зависит от скорости нагружения и процента армирования и определяется,

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

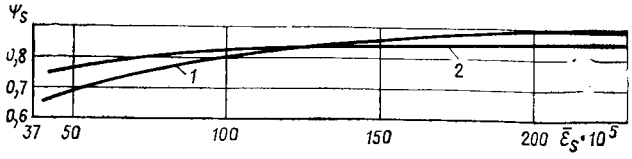


Рис. 2. Значение коэффициентов ψ_s при различных режимах нагружения
1 — теория [4]; *2* — опыты авторов

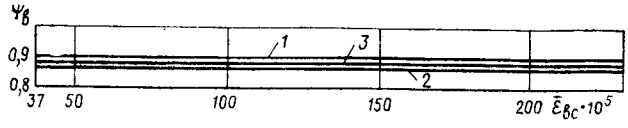


Рис. 3. Значения коэффициентов ψ_b при различных режимах нагружения
1 — СНиП 2.03.01—84; *2* — теория [4]; *3* — опыты авторов

в основном, степенью деформирования изгибаемого элемента (уровнем деформаций арматуры в сечении с трещиной $\bar{\varepsilon}_s$).

Объяснение этому можно дать с позиций, принятых в [4]. Непосредственно после образования нормальных трещин при достижении керамзитобетоном предельной растяжимости $\varepsilon_{btu} \approx 37 \times 10^{-5}$ его доля в восприятии растягивающих усилий относительно велика, значение ψ_s является наименьшим. При возрастании растягивающих усилий сопротивление бетона растяжению остается неизменным, усилия в арматуре возрастают, и значение ψ_s увеличивается. ψ_s нелинейно зависит от отношения коэффициентов упрочнения растянутого бетона и арматуры k_{bt}^d / k_s^d. При времени нарастания нагрузки до максимума 0,007...0,009 с оно находится в пределах 1,04...1,01, не влияя существенно на ψ_s. Разброс значений ψ_s связан, очевидно, с различием в опытных образцах объема вовлекаемого в работу растянутого бетона.

Независимость коэффициента ψ_s от скорости нагружения характерна для кратковременного динамического нагружения аварийного типа при однократном или небольшом числе повторных нагружений.

Таким образом, для изгибаемых керамзитожелезобетонных элементов прямоугольного сечения среднеквадратическое значение ψ_s изменяется нелинейно в пределах 0,75...0,85 при коэффициенте вариации $v = 0{,}08...0{,}21$. На границе стадий II и III, т. е. при деформациях $\bar{\varepsilon}_s \approx 230 \times 10^{-5}$, значение ψ_s можно принять равным 0,85. При расчетах по методике [4] с учетом эффекта упрочнения бетона и арматуры значения ψ_s близки к опытным (см. рис. 2). На границе стадий II—III теоретические значения ψ_s находятся в интервале 0,88...0,92.

Несмотря на некоторый разброс опытных данных, среднеквадратическое значение коэффициента ψ_b, учитывающего неравномерность распределения деформаций вдоль сжатой грани бетона, можно считать постоянным независимо от уровня, скорости нагружения и процента армирования (см. рис. 3). В наших опытах $\psi_b = 0{,}88$ при $v = 0{,}06...0{,}18$, что близко к рекомендуемому СНиП 2.03.01—84 для легких бетонов класса выше В7,5. Практически такое же теоретическое значение ψ_b дают расчеты по [4].

Таким образом, с учетом полученных результатов кривизну изгибаемых керамзитобетонных элементов на границе стадий II—III при кратковременном динамическом нагружении аварийного типа можно определить по формуле

$$\frac{1}{r} = 0{,}85 \frac{R_s^a}{E_s h_0} \left(1 + \frac{1{,}1\,\alpha\,\mu}{\xi}\right). \quad (2)$$

По кривизне определяют соответствующую жесткость, и построение зависимости B—M завершается. О возможности применения формулы (2) для практических расчетов позволяет судить сопоставление опытных прогибов, соответствующих достижению предела текучести в рабочей арматуре, с теоретическими, вычисленными по формуле

$$f = 0{,}1065\,(1/r)\,l^2. \quad (3)$$

Расчетные прогибы отличались от опытных на 2,1...15,5%, что вполне приемлемо для такого неоднородного материала, как железобетон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов Н. Н., Расторгуев Б. С. Особенности расчета конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок // Бетон и железобетон. — 1985. — С. 6. — С. 15—16.
2. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия. Справочник проектировщика / Под ред. Б. Г. Коренева, И. М. Рабиновича. — М.: Стройиздат, 1981. — С. 11—12.
3. Внуков О. А., Гроздов В. Т. Прочность и деформативность керамзитобетона при кратковременном динамическом нагружении // Бетон и железобетон. — 1986. — № 7. — С. 26—27.
4. Байков В. Н., Рахманов А. А., Базоев О. К. Значения коэффициентов φ_a и $\varphi_б$ для напряженно-деформированного состояния элементов и их природа // Совершенствование методов расчета и исследование новых типов железобетонных конструкций. Межвуз. тем. сб. трудов. — Л.: ЛИСИ, 1981. — С. 7—14.

УДК 624.072.2.539.4

А. И. СЕМЕНОВ, д-р техн. наук, проф. (Новополоцкий политехнический ин-т); С. С. ПИНЕВИЧ, канд. техн. наук, Т. Б. ДУЙШЕНАЛИЕВ, инж. (Ростовский ПромстройНИИпроект); В. А. МАКСИМОВСКИЙ, канд. техн. наук (РИСИ)

Несущая способность изгибаемых элементов, армированных высокопрочной стабилизированной проволокой

В настоящее время в нашей стране начато производство высокопрочной стабилизированной проволоки. Для исследования эффективности ее применения в железобетонных изгибаемых элементах в Ростовском ПромстройНИИпроекте изготовили и испытали 4 серии опытных балок (32 образца) размером 10×20×300 см. Балки серий I, II армировали стабилизированной и отпущенной проволокой ∅ 5 Вр-II, а балки серий III, IV — стабилизированной и отпущенной проволокой ∅ 5 В-II.

Отпущенную и неотпущенную проволоку изготовляли на Харцызском сталепроволочно-канатном заводе. Неотпущенную проволоку, подвергнутую правке на заводе, стабилизировали в Ростовском ПромстройНИИпроекте [1, 2]. При этом напряжение вытяжки в долях от временного сопротивления составляло 0,65, температура нагрева — 300...310°С, длительность вытяжки и нагрева до заданной температуры — 12...15 с.

Проволоку охлаждали в напряженном состоянии водой. В результате стабилизации условный предел текучести повысился до $(0{,}95...0{,}97)\sigma_u$, при этом вре-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

менное сопротивление разрыву и удлинение арматуры остались практически такими же, как и у отпущенной проволоки. Потери напряжения от релаксации по экстраполяции опытных данных, полученных на базе 120 ч, не превышали 3,2% σ_0 при $\sigma_0=0{,}85\sigma_u$. Механические свойства стабилизированной проволоки и ее релаксационная стойкость оказались не ниже, чем у проволоки и канатов, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами [3, 4].

В каждой серии опытных балок варьировали коэффициент армирования $\mu=0{,}43...0{,}85\%$. Для стабилизированной проволоки приняли два уровня контролируемого преднапряжения — 0,75 и 0,85 σ_u. В балках с отпущенной проволокой величина преднапряжения арматуры составляла 0,75 σ_u. Верхнюю зону балок армировали двумя проволоками соответствующего класса диаметром 5 мм. Уровень преднапряжения этой арматуры задавали с таким расчетом, чтобы не допустить образования трещин от усилия предварительного обжатия. Поперечное армирование выполняли замкнутыми сварными хомутами из проволоки Ø 5 Вр-I с шагом 100 мм, что обеспечивало достаточный запас прочности наклонных сечений.

Свободно опертые балки нагружали двумя сосредоточенными силами, приложенными на концах средней трети расчетного пролета, равного 280 см. Деформации бетона и арматуры (в отдельных сечениях) замеряли тензорезисторами с базой 50 и 10 мм, средние деформации арматуры и бетона — индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм (в различных уровнях по высоте сечения), фиксировали прогибы балок.

Все опытные балки разрушались по нормальным сечениям по середине пролета от раздробления бетона сжатой зоны при напряжениях в растянутой арматуре бо́льших или близких к условному пределу текучести стали.

При этом ширина раскрытия нормальных трещин перед разрушением достигала 0,2...1,2 мм, а средние предельные деформации бетона сжатой зоны — $350\cdot10^{-5}$. До развития неупругих деформаций в растянутой арматуре различия в характере распределения и развития трещин в балках, армированных проволокой классов Вр-II и В-II, не наблюдалось. После превышения напряжениями в арматуре условного предела текучести в балках с арматурой класса В-II отмечалось прогрессирующее развитие нескольких трещин в зоне чистого изгиба, имевших по сравнению с остальными значительно бо́льшую ширину раскрытия. Непосредственно перед разрушением происходила практически полная потеря сцепления гладкой проволоки с бетоном растянутой зоны, что приводило к резкому раскрытию одной из трещин с последующим раздроблением бетона сжатой зоны над ней. В балках, армированных проволокой класса Вр-П, перед разрушением широко раскрывались несколько трещин, характерный излом оси элемента отсутствовал. Предельные напряжения в стабилизированной арматуре достигали более высоких значений, чем в отпущенной проволоке, что обеспечивало повышенную прочность балок, армированных стабилизированной арматурой. Так, прочность балок, армированных стабилизированной проволокой, была в среднем на 7% больше, чем аналогичных балок с проволокой, изготовленной по ГОСТ 7348—81. При этом в балках с арматурой классов Вр-II и В-II наибольшее увеличение прочности (на 8,5 и 11,8%) наблюдалось при максимальных опытных значениях μ.

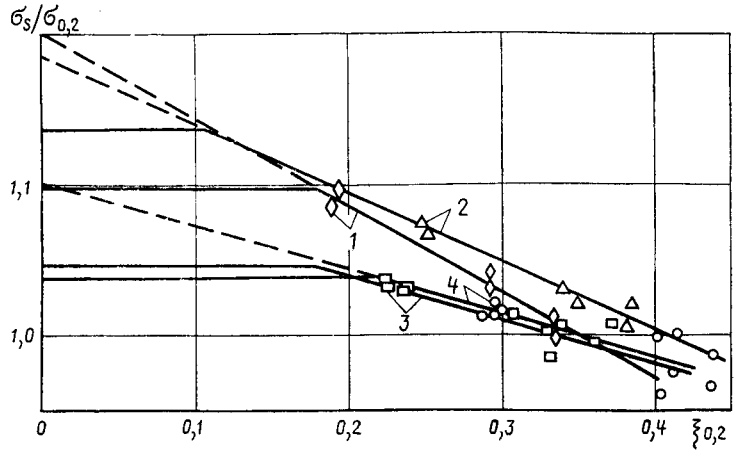


Рис. 1. Зависимость $\sigma_s/\sigma_{0,2}$ от $\xi_{0,2}$ для балок

1 — с отпущенной арматурой класса В-II; *2* — то же, класса Вр-II; *3* — со стабилизированной арматурой класса Вр-II; *4* — то же, класса В-II

Степень соответствия опытной и теоретической прочности изгибаемых элементов определяется точностью вычислений плеча внутренней пары сил z_b и напряжения в арстянутой арматуре σ_s.

Среднестатистическая величина отношения опытных значений z_b^{exp}, найденных по предельному моменту и фактическим напряжением в арматуре растянутой и сжатой зон с учетом работы растянутого бетона над трещиной, к расчетным значениям z_b^{cal}, установленным по СНиП 2.03.01—84 по тем же фактическим напряжениям в арматуре при прямоугольной эпюре напряжений в сжатой зоне бетона с постоянной ординатой R_b^{exp}, составило 1,005 при $v=2{,}35\%$.

Относительная величина прироста напряжений в арматуре за условным пределом текучести в предельной стадии работы изгибаемого элемента зависит от характеристик армирования сечения ξ и ξ_R, механических свойств (отношения $\sigma_u/\sigma_{0,2}$) и класса арматуры (рис. 1). В соответствии с экспериментальными данными предельные напряжения в арматуре классов Вр-П и В-II преднапряженных изгибаемых элементов с $\xi\leqslant\xi_R$ предлагается определять по формуле

$$\sigma_s=\sigma_{0,2}\gamma_{s6}, \qquad (1)$$

$$\text{где } \gamma_{s6}=\frac{\sigma_s}{\sigma_{0,2}}=$$

$$=\eta-(\eta-1)\left(2\frac{\xi_{0,2}}{\xi_R}-1\right)\leqslant\eta;$$

$$\eta+0{,}4+0{,}6\frac{\sigma_u}{\sigma_{0,2}}.$$

Для стабилизированной проволочной арматуры при $\sigma_{0,2}/\sigma_u\geqslant0{,}95$ для упрощения расчета рекомендуется принимать $\eta=\gamma_{s6}=1$.

Теоретические значения разрушающих моментов, подсчитанные с учетом данных рекомендаций, хорошо совпадали с опытными. Среднестатистическая величина отношения теоретических разрушающих моментов к опытным составила 0,979 при $v=2{,}52\%$.

В СНиП 2.03.01—84 расчетное сопротивление высокопрочной проволочной арматуры для предельных состояний первой группы при $\xi\leqslant\xi_R$ принято равным $R_s=\frac{0{,}8\,\sigma_{u,m}}{1{,}2}\gamma_{s6}$ ($\sigma_{u,m}$ — браковочный минимум временного сопротивления). При $\xi\leqslant0{,}5\,\xi_R$ по формуле (2) $\gamma_{s6}=1{,}15$, а при $\xi>\xi_R$ $\gamma_{s6}=1$. Учитывая, что в настоящее время гарантируемая величина $\sigma_{0,2}$ стабилизированной проволоки промышленного производства составляет 0,92 σ_u, предлагается принять для стабилизированной проволоки классов В-II и Вр-II $R_s=\frac{0{,}92\,\sigma_u}{1{,}2}$ при $\gamma_{s6}=1$. В дальнейшем при совершенствовании заводской технологии стабилизации, основываясь на обширных экспериментальных данных [1, 2], вели-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

чину нормативного сопротивления стабилизированной проволоки целесообразно повысить до $0{,}95\sigma_{u.m}$.

Для обоснования влияния рекомендуемой замены расчетных сопротивлений на величину определяемых по СНиП 2.03.01—84 предельных изгибающих моментов, рассчитали балки прямоугольного сечения с $h/b=0{,}2...4$ из тяжелого бетона классов В25...В55 с различными коэффициентами армирования и постоянным $\sigma_{sp}=850$ МПа. Опытные величины относительного увеличения предельных изгибающих моментов при замене отпущенной арматуры стабилизированной оказались выше расчетных (рис. 2). Следует отметить, что отношение значений моментов, подсчитанных при $R_s=\frac{0{,}92\,\sigma_u}{1{,}2}$ и моментов, вычисленных при $R_s=\frac{0{,}8\,\sigma_u}{1{,}2}$ и γ_{s6} по СНиП 2.03.01—84, практически

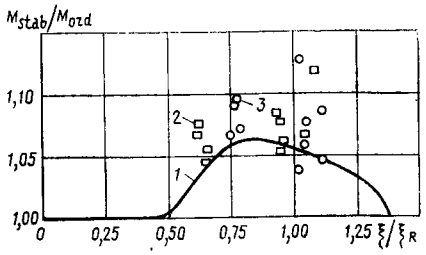


Рис. 2. Относительное увеличение предельных изгибающих моментов при замене отпущенной проволоки стабилизированной
1 — расчетные величины при замене нормируемого R_s на рекомендуемое для балок из бетона классов В25...В55 и с $h/b=0{,}2...4$; *2* — опытные величины для балок из бетона класса В35 с $h/b=2$ и арматурой класса Вр-II; *3* — то же, с арматурой класса В-II

не зависели от класса бетона и соотношения h/b. Расчетные значения коэффициентов запаса по несущей способности C для опытных балок со стабилизированной арматурой при рекомендуемых значениях R_s превышали величины C для аналогичных балок с отпущенной проволокой, подсчитанные при нормируемых значениях R_s. Таким образом, железобетонные изгибаемые элементы со стабилизированной проволочной арматурой, рассчитанные по СНиП при рекомендуемых значениях R_s, будут иметь больший запас по прочности, чем проектируемые в настоящее время балки с арматурой классов Вр-II и В-II, соответствующей ГОСТ 7348—81.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов А. И., Максимовский В. А. Прочностные свойства и релаксация напряжений стабилизированных арматурных канатов // Сталь. — 1973. — № 9. — С. 856—859.
2. Семенов А. И., Максимовский В. А. Оптимальный режим стабилизации арматурных канатов К-7 и высокопрочной проволоки // Сталь. — 1982. — № 7. — С. 59—60.
3. Cahill T. The development of stabilized wire and strand. Somerset Wire Co. Ltd. England. — 9 p.
4. Cahill T. Modification of relaxation in prestressing wires due to creep of concrete. Documents of FIP commission//Steel for prestressing. —1976. — 11 p.

УДК 624.012

В. А. ОТСМАА, канд. техн. наук (Таллинский политехнический ин-т)

Определение наиболее опасного по поперечной силе наклонного сечения изгибаемого элемента

По СНиП 2.03.01-84 для проверки прочности на действие поперечных сил наклонных сечений железобетонного элемента нужно установить положение опасного наклонного сечения. В общем случае эту задачу решают проверкой наклонных сечений, начинающихся в нормальном сечении с наибольшей поперечной силой.

Авторы рассмотрели аналитическое определение длины проекции на ось элемента наиболее опасного наклонного сечения изгибаемого элемента прямоугольного или таврового сечения.

Внешняя нагрузка принята в виде равномерно и линейно распределенной постоянной (g, g_0) и временной (v, v_0) нагрузок (см. рисунок). Всю нагрузку считали приложенной к верхней грани элемента или перенесенной туда дополнительными хомутами. Предполагают, что все нагрузки пропорционально связаны с наибольшей поперечной силой Q_{max} у грани опоры вблизи рассматриваемого наклонного сечения.

Условие прочности наклонного сечения по поперечной силе имеет вид

$$Q \leqslant Q_{res}, \qquad (1)$$

где Q — поперечная сила в наклонном сечении; Q_{res} — сопротивление того же наклонного сечения поперечной силе.

Для заданной нагрузки поперечная сила в наклонном сечении

$$Q = Q_{max} - G_c - \nu V_c, \qquad (2)$$

где G_c, V_c — суммарная в пределах наклонного сечения нагрузка соответственно от постоянной и временной нагрузок (см. рисунок); ν — коэффициент, учитывающий возможность отсутствия фактической временной нагрузки в пределах наклонного сечения.

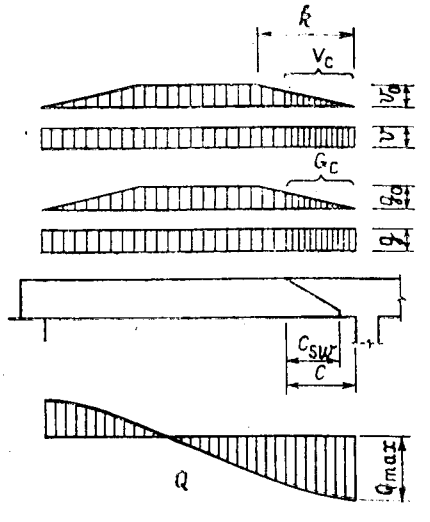


Схема загружения и эпюра поперечной силы элемента

Коэффициент ν определяют из предположения, что значения изгибающих моментов от принятой в расчете сплошной временной нагрузки (v и v_0) и от расположенной только вне предела наклонного сечения фактической временной нагрузки равны в нормальном сечении, проходящем у конца и у начала наклонного сечения. В этом случае соблюдение условия (1) обеспечивает несущую способность наклонного сечения при несплошной фактической временной нагрузке, если эпюра моментов M от принятой в расчете сплошной временной нагрузки огибает эпюру M от фактической временной нагрузки $\nu=0{,}5$.

Длину проекции наиболее опасного наклонного сечения целесообразно определять из условия максимума отношения Q/Q_{res}

$$\frac{d}{dc}=\frac{Q}{Q_{res}}=0. \qquad (3)$$

При наличии линейно изменяющейся нагрузки следует рассматривать два расчетные случая:

наклонное сечение кончается в зоне равномерного распределения нагрузки ($c \geqslant k$ по рисунку);

наклонное сечение не выходит из зоны линейного распределения нагрузки ($c<k$).

После нахождения $G_c+\nu V_c$ и введения обозначений

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

$$q_1 = g_0 + 0{,}5\,v;\quad q_{01} = g_0 + 0{,}5\,v_0;$$

$$q_{02} = g_0 + \frac{v_0}{3};\quad q_0 = g_0 + v_0$$

выражение (2) примет вид

при $c \geqslant k$

$$\left.\begin{aligned} &Q = Q_{max} - (q_1 + q_{01})\,c + \\ &\quad + 0{,}5\,q_0\,k - \frac{v_0\,k^2}{6\,c}; \\ &\text{и при } c < k \\ &Q = Q_{max} - q_1\,c - \\ &\quad - 0{,}5\,q_{02}\,\frac{c^2}{k}. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Для элементов без поперечной арматуры

$$Q_{res} = Q_b. \quad (5)$$

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении,

$$Q_b = \frac{M_b}{c}, \quad (6)$$

где c — длина проекции наклонного сечения; $M_b = \varphi_{b4} R_{bt} b h_0^2$.

Найденная по формуле (6) Q_b ограничивается сверху и снизу предельными значениями

$$\left.\begin{aligned} Q_{b,\,max} &= 2{,}5\,R_{bt}\,b\,k_0; \\ Q_{b,\,min} &= \varphi_{b3}\,R_{bt}\,b\,h_0, \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

где φ_{b3}, φ_{b4} — по СНиП 2.03.01—84.

Подставляя (4) и (6) в выражение (3), получим длину проекции наклонного сечения и для $c \geqslant k$

$$c = \frac{Q_{max} + 0{,}5\,q_0\,k}{2\,(q_1 + q_{01})} \quad (8)$$

и для $c < k$

$$c = -\frac{k\,q_1}{1{,}5\,q_{0,2}} + \sqrt{\left(\frac{k\,q_1}{1{,}5\,q_{02}}\right)^2 + \frac{k\,Q_{max}}{1{,}5\,q_{02}}}. \quad (9)$$

При действии только равномерно распределенных нагрузок g и v

$$c = \frac{Q_{max}}{2\,q_1}. \quad (10)$$

Во всех случаях c принимают не более и не менее граничных значений, полученных из условий (7):

$$\left.\begin{aligned} c_{max} &= \frac{\varphi_{b4}}{\varphi_{b3}}\,h_0; \\ c_{min} &= \frac{\varphi_{b4}}{2{,}5}\,h_0. \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Для элементов, армированных с учетом хомутов

$$Q_{res} = Q_b + Q_{sw}, \quad (12)$$

причем Q_b определяют по формуле (6), принимая $M_b = \varphi_{b2}(1+\varphi_f) R_{bt} b h_0^2$, φ_{b2}, φ_f, по СНиП 2.03.01—84.

$$Q_b \geqslant Q_{b,\,min} = \varphi_{b3}\,(1 + \varphi_f)\,R_{bt}\,b\,h_0, \quad (13)$$

которой соответствует наибольшее возможное значение

$$c_{max} = \frac{\varphi_{b2}}{\varphi_{b3}}\,h_0. \quad (14)$$

Поперечная сила, воспринимаемая хомутами в наклонной трещине,

$$Q_{sw} = q_{sw}\,c_{sw}, \quad (15)$$

где q_{sw} — усилие в хомутах на единицу длины элемента, c_{sw} — расчетная длина проекции наклонной трещины на ось элемента: $c_{sw} = c_0$, где

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}}.$$

Одновременно c_{sw} принимают не более $2h_0$ и не более c; если $c_0 < h_0$, то $c_{sw} = h_0$ (но не более c).

При использовании условия (3) возможны в пределах обоих расчетных случаев две зоны определения c: длина проекции наклонной трещины совпадает с длиной проекции наклонного сечения ($c_{sw} = c$), и длина проекции наклонной трещины меньше длины проекции наклонного сечения ($c_{sw} < c$).

При $c \geqslant k$ в зоне $c_{sw} = c$

$$c = -L + \sqrt{L^2 + c_0^2}, \quad (16)$$

где

$$L = \frac{(q_1 + q_{01})\,c_0^2 - \frac{v_0\,k^2}{6}}{Q_{max} + 0{,}5\,q_0\,k}.$$

В зоне $c_{sw} < c$

$$c = -L + \sqrt{L^2 + \frac{\frac{v_0\,k^2}{6} + L\,(Q_{max} + 0{,}5\,q_0\,k)}{q_1 + q_{01}}}, \quad (17)$$

где $L = \dfrac{c_0^2}{c_{sw}}$.

При $c < k$ в зоне $c_{sw} = c$

$$c = -L + \sqrt{L^2 + L\,\frac{Q_{max}}{q_1}}, \quad (18)$$

где

$$L = \frac{q_1}{\frac{q_{02}}{k} + \frac{Q_{max}}{c_0^2}}.$$

В зоне $c_{sw} < c$

c получают как решение кубического уравнения

$$\frac{q_{02}}{2\,k}\,c^3 + \left(q_1 + L\,\frac{q_{02}}{k}\right)c^2 + 2\,L q_1\,c - L\,Q_{max} = 0. \quad (19)$$

При действии только равномерно распределенных нагрузок g и v длину проекции наклонного сечения c определяют по формулам (16), (17), принимая $q_0 = q_{01} = v_0 = 0$.

После установления c несущую способность наклонного сечения проверяют на действие поперечной силы по формуле (1), выражая при этом Q через (4) Q_{res} через (6) или (12).

УДК 628.143.1/5

В. С. ГЕРШВАЛЬД, канд. техн. наук (НИИЖБ)

К расчету напорных виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным армированием

Расчет железобетонных напорных виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным армированием, в основу которого положено напряженное состояние бетона с традиционным (спиральным) армированием, предложен в работе [1]. Такой подход правомерен, но не учитывает особенностей новой конструкции. Например, при изготовлении труб нельзя обеспечить заданную величину продольного обжатия, независимо от обжатия бетона в радиальном и кольцевом направлении. Вследствие этого, как показали эксперименты, в защитном слое торца раструбной части возникают растягивающие напряжения, неучет которых может привести к образованию трещин, а иногда и к отрыву защитного слоя.

Расчет цилиндрической части на отрыв защитного слоя описан в работе [2]. Настоящая статья посвящена оценке напряжений, возникающих в защитном слое торца трубы в момент сброса опрессовочного давления [3].

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рассмотрим напряженное состояние стенки под действием усилия предварительного напряжения. Для этого выделим участок единичной длины, заключенной между двумя параллельными плоскостями, перпендикулярными оси трубы z и двумя радиальными осевыми плоскостями, расположенными одна к другой под углом $\gamma = \frac{1}{r_a}$ (рис. 1). После сброса опрессовочного давления в витках арматуры возникнет усилие предварительного напряжения, которое можно спроектировать на ось Z. Составляющая продольного обжатия на длине окружности, равной единице, расположенной по радиусу r_a, равна

$$N_z = \frac{\sigma_{02}\, m\, f_a}{2\pi r_a} \cos\alpha, \qquad (1)$$

где σ_{02} — напряжения в арматуре после всех потерь; m — число спиралей в спирально-перекрестном каркасе (методика определения числа спиралей приведена в [4]); f_a — площадь проволоки; α — угол наклона витков спирали к оси трубы z; r_a — радиус центра тяжести спирально-перекрестного каркаса.

Для оценки напряжений, возникающих по толщине стенки трубы на площадках с нормалью к оси z, рассмотрим трапецию (см. рис. 1) с основаниями $\frac{r_y}{r_a}$, $\frac{r_н}{r_a}$ и высотой $(r_н - r_y)$. Момент инерции относительно центра тяжести трапеции r_c будет равен

$$J = \frac{(r_y^2 + 4\, r_y\, r_н + r_н^2)\,(r_н - r_y)^3}{36 \cdot r_a\,(r_y + r_н)}. \qquad (2)$$

Эксцентриситет приложения силы N_z выразится зависимостью

$$e = (r_a - r_y) - \frac{(r_y + 2\, r_н)\,(r_н - r_y)}{3\,(r_y + r_н)}. \qquad (3)$$

Воспользовавшись известным соотношением для внецентренно сжатых элементов, имея ввиду, что $\cos\alpha$ может быть выражен через геометрические характеристики каркаса зависимостью

$$\cos\alpha = \frac{H}{\sqrt{H^2 + 4\pi^2 r_a^2}}, \qquad (4)$$

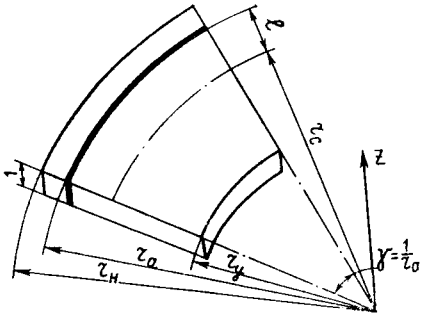


Рис. 1. Схема элемента стенки трубы

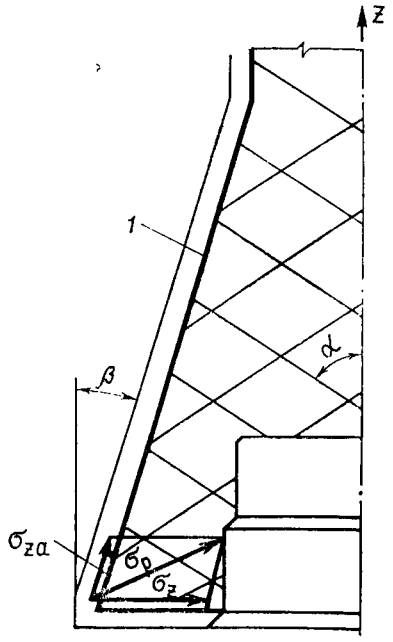


Рис. 2. Напряжения в защитном слое торца раструбной части
1 — арматурный каркас

где H — шаг навивки каркаса, методика определения которого также приведена в работе [4], получим формулу продольных сжимающих напряжений σ_{za} в зоне расположения арматуры

$$\sigma_{za} = \frac{\sigma_{02}\, m\, f_a\, H\,[2 \cdot J + e\,(r_н^2 - r_y^2)]}{2\pi J\,(r_н^2 - r_y^2)\sqrt{H^2 + 4\pi^2 r_a^2}}. \qquad (5)$$

Она позволяет получить максимальные напряжения в защитном слое раструбной части трубы Σ_p (рис. 2), которые вычисляются как сумма векторов σ_{za} и σ_r по формуле

$$\sigma_p = \sigma_r \frac{\cos\beta}{\sin\eta}, \qquad (6)$$

где

$$\eta = \frac{\operatorname{arctg}\gamma_1}{\operatorname{tg}\gamma_2} + \gamma_3;$$

$$\gamma_1 = \frac{\sigma_r - \sigma_{za}}{\sigma_r + \sigma_{za}};$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} + \beta\right);$$

$$\gamma_3 = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) -$$

параметры η, γ_1, γ_2, γ_3, β — задаются в радианах; β — угол наклона раструбной части к оси трубы (см. рис. 2); σ_r — напряжения растяжения в защитном слое трубы, полученные по зависимостям работы [2].

Формула (6) позволяет при оценке критерия, характеризующего отрыв защитного слоя в торце раструбной части труб со спирально-перекрестным армированием [2], учесть влияние продольного обжатия бетона.

Для труб с характеристиками по ГОСТ 12586. 0—83 были подсчитаны величины продольного обжатия бетона в цилиндрической и раструбной части. Анализ результатов показал, что напряжения, вычисленные по формуле (6), больше средних, полученных по формуле (22) работы [4], в цилиндрической части трубы на 50% и в раструбной — почти вдвое. Характеристики трубы и каркаса и напряжения в бетоне приведены в таблице.

Из таблицы видно, что напряжения отрыва защитного слоя в цилиндрической части выше, чем в торце раструбной части трубы и, следовательно, трещины здесь обусловленны не только напряжениями, возникающими в бетоне вследствие упругого укорочения арматуры. Существенное значение на их образование оказывают вертикальные кинематические перемещения спирально-перекрестного каркаса, проявляющиеся наряду с упругими удлинениями арматуры при гидропрессовании. Эти перемещения, максимальные на торцах, зависят от шага навивки и увеличиваются с его увеличением. Однако наметившаяся в последнее время тенденция к устранению дефекта в раструбе за счет уменьшения шага не может быть признана правильной, так как приводит к уменьшению продольного обжатия бетона, что может при массовом производстве труб повлечь за

Марка трубы по ТУ 21-33-26-85	Н, мм	m	Напряжения в бетоне, МПа			
			$\sigma_{zср}$	σ_{za}	σ_r	σ_p
ТНсп 80-I	750	84	0,98/0,44	1,30/0,81	2,13/1,13	1,50
ТНсп 80-II	863	68	0,92/0,41	1,31/0,80	1,24/0,65	1,12
ТНсп 100-I	713	64	0,67/0,35	0,93/0,57	2,20/1,50	1,70
ТНсп 100-II	850	88	0,67/0,34	1,08/0,63	1,21/0,84	1,14
ТНсп 120-I	825	84	0,63/0,30	0,99/0,56	1,97/1,25	1,46
ТНсп 120-II	925	76	0,64/0,30	1,09/0,60	1,30/0,83	1,11

Примечание. Перед чертой — в цилиндрической части трубы; после черты и σ_p — в торце раструбной части трубы.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

собой появление кольцевых трещин при эксплуатации водоводов.

Выводы

Зависимость (6) позволяет определить величину продольного обжатия трубы в зоне расположения арматуры и учесть ее при расчете на прочность торца раструбной части.

При изготовлении труб со спирально-перекрестным армированием следует устранить перемещение торцевых витков каркаса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чече А. А. Железобетонные напорные трубы. — Минск: Наука и техника, 1981. — 287 с.
2. Гершвальд В. С. Напряженное состояние защитного слоя виброгидропрессованных труб // Исследование и производство железобетонных напорных и безнапорных труб. — М., 1984. — С. 16.
3. Попов А. Н., Ционский А. Л., Хрипунов В. А. Производство железобетонных напорных виброгидропрессованных труб. — М.: Стройиздат, 1979. — 256 с.
4. Гершвальд В. С. Особенности напряженного состояния виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным и традиционным армированием. Сб. Совершенствование технологии производства бетонных и железобетонных труб. — М.: Стройиздат, 1984. — С. 16.

В помощь заводским лабораториям

УДК 691.54:539.4

М. З. КАГАН, канд. техн. наук (Очаковский завод ЖБК Мосметростроя)

Учет фактической активности цемента в производственных условиях

Известно, что во многих случаях фактическая активность цемента ниже паспортной. Особенно это характерно для цемента высоких марок.

Очаковский завод ЖБК для производства тоннельных конструкций из бетона классов В30 и В35 периодически получает портландцемент марки 500 Михайловского завода.

По данным завода-изготовителя среднегодовая активность цемента равна 51,2 МПа. По формуле (11) СНиП II-21-75 можно подсчитать значения критерия t, соответствующие определенной обеспеченности. В связи с этим необходимо знать изменчивость активности цемента. Цементный завод не дает этих значений, но можно предположить, что коэффициент вариации больше 3%. Это предположение основано на том, что в соответствии с п. 2.18 ГОСТ 10178—76 цемент марки 500 со знаком качества имеет коэффициент вариации $\leqslant 3\%$. По нашим данным, коэффициент вариации активности за рассматриваемые два года составил 7% и 6%. Чтобы этот цемент при $C_v = 7\%$ имел обеспеченность 95%, его среднегодовая активность должна составлять

$$R_{28} = \frac{50,0}{(1 - 1,64 \cdot 0,07)} = 56,8 \text{ МПа}.$$

Поставляемый ныне цемент с учетом требуемой обеспеченности отвечает активности соответственно 43,6 и 43,7 МПа. Приведенные результаты по ПЦ 500 Михайловского завода показывают, что значения активности по данным изготовителя (51,2) и потребителя (49,2 и 48,5) достаточно близки, но требуемая обеспеченность не достигается.

Итак, значение t для этого случая равно

$$\frac{51,2 - 50,0}{51,2 \times 0,04} = 0,59,$$

где 50,0 — паспортная активность цемента ($C_v = 4\%$).

Полученное значение t соответствует обеспеченности 72%. Для коэффициента изменчивости, подсчитанного по данным завода ЖБК (7%), t будет равно 0,33 и обеспеченность 63%.

В соответствии с формулой (11) СНиП при подсчете $R^н$ бетона проектировщик предусматривает обеспеченность, равную 95% ($t = 1,64$).

На практике при изготовлении бетона пользуются фактической активностью цемента. При среднегодовой фактической активности цемента 49,2 МПа, коэффициент вариации равен 7%, $t = 0,23$, а обеспеченность 41%; при активности 48,5 МПа — соответственно 6%, 0,15 и 44%.

В производственных условиях фактическую активность цемента можно учитывать путем снижения отпускной прочности до 50%. Проектная прочность достигается в более отдаленные сроки. Этому благоприятствуют сроки сооружения тоннелей. По нашим данным, для указанного цемента в 56% случаев проектная прочность достигается в возрасте 60 сут, а в 95% случаев — в возрасте 90 сут.

Второй путь — определение активности цемента при пропаривании. В условиях Очаковского завода ЖБК этой методикой, как правило, удается воспользоваться для оценки фактической активности. Емкость цементных банок равна емкости восьми вагонов цемента, поэтому в банке могут оказаться цементы разных партий с различной активностью.

Если не удается испытать цемент к моменту его использования, более надежным, практичным и теоретически оправданным является третий путь — учет вероятностной природы основного показателя цемента — его активности.

Если проба цемента отбирается в лабораторных условиях и по ней определяется активность, то, полученная на другой пробе из этого же цемента, она должна иметь другое значение. Это характерно для партии цемента, пробу от которой можно взять из различных мест в одном вагоне, а также для партии цемента, находящейся в нескольких вагонах. Для различных партий цемента, изготовляемых заводом в течение года, это выражается рассеиванием результатов, фиксируемых коэффициентом вариации. Отсюда следует вывод, что состав бетона не может быть постоянным. В то же время при расчете состава бетона мы не учитываем стохастическую природу бетона и его составляющих, поэтому при расчете надо исходить из средней активности цемента, а не из одного значения.

Для производственных условий целесообразно брать значения среднегодовой активности цемента. Для конкретного случая ПЦ 500 Михайловского завода надо исходить из его активности за прошедший год и на текущий считать, что мы получаем цемент не марки 500, а некоторый цемент с активностью 43,7. При этом обеспеченность результатов по прочности бетона и по активности цемента будет аналогична.

Выводы

Фактическая активность цемента не всегда соответствует паспортным данным, поэтому обеспеченность прочност-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

пых значений может быть ниже нормативной.

Для обеспечения требуемой надежности необходимо учитывать фактическую активность цемента. Это можно достигнуть изменением требований к отпускной и проектной прочности, определением активности цемента при пропаривании, учетом вероятностной природы свойств цемента путем проектирования состава бетона с привлечением статистических методов.

Вопросы экономики

УДК 69.003:658.152.1

Э. И. НОВИКОВ, канд. экон. наук (Краснодарский политехнический ин-т)

Использование основных производственных фондов предприятий полносборного домостроения

Несмотря на осуществляемое в огромных масштабах жилищное строительство в нашей стране, проблема обеспеченности жильем остается пока острой. Все большее значение она приобретает в настоящее время в связи с поставленной задачей обеспечения к 2000 г. каждой семьи отдельной квартирой или индивидуальным домом.

Как известно, удельный вес полносборного домостроения в общем объеме государственного и кооперативного жилищного строительства составляет более половины. Основные производственные фонды действующих предприятий полносборного домостроения достигли нескольких миллиардов рублей. Однако уровень использования производственной мощности базы недостаточно высок, в последние годы он стабилизировался (в 1984 г. в целом по базе он составил 79%). Фондоотдача предприятий базы продолжает снижаться, показатель рентабельности также имеет тенденцию к снижению. Все это свидетельствует о недостаточно интенсивном использовании основных производственных фондов базы полносборного домостроения.

В последние годы ведется перевод предприятий на освоение номенклатуры изделий для строительства домов по типовым проектам новых серий. Процесс этот начался в 10-й пятилетке и продолжается в настоящее время. Около одной трети предприятий частично или полностью производят изделия для домов устаревших серий.

Практика свидетельствует о том, что перевод заводов крупнопанельного домостроения на выпуск изделий для домов новых серий происходит с большими трудностями. Зачастую в изделиях вновь внедряемых серий содержались ошибки проектировщиков. Иногда эти ошибки обнаруживали лишь на строительной площадке, их устранение не проходило бесследно ни для строительной, ни для производственной сфер.

Устранение ошибок в сфере производства связано с переоснасткой форм, изменениями бортоснастки, что влекло за собой увеличение трудовых, материальных и финансовых затрат, а также продолжительности строительства.

Переход заводов крупнопанельного домостроения на изготовление продукции для строительства домов новых серий сопровождался резким увеличением ее номенклатуры и типоразмеров. Это, в свою очередь, влекло за собой увеличение объемов бортоснастки и металлоформ, то есть приводило к увеличению стоимости активной части основных производственных фондов предприятий и к некоторому понижению показателя фондоотдачи.

С другой стороны, следствием увеличения объемов бортоснастки и металлоформ явилось загромождение производственных площадей, поскольку размещалось это новое оборудование на старых производственных площадях. Как правило, предприятиям приходилось размещать новую бортоснастку и металлоформы в формовочных цехах, складируя их вертикально. Извлечение нужной формы связано с дополнительными трудозатратами. Практически переделать форму, доварив либо установив необходимые ограничители, было менее трудоемко, чем извлечь необходимую форму из штабеля. Переделывание приводит к более быстрому износу форм и к ухудшению качества конструкций.

Не имея возможностей использовать гибкую технологию, предприятия находили выход в расширении производственных площадей. Многие из них, имевшие свободные открытые площадки вблизи формовочных цехов, оказались в более выгодных условиях, например завод КПД в Кемерове, завод ЖБИ в Сочи, Ворошиловградский ДСК. Предприятия, территориально стесненные, были поставлены в худшее положение, им приходилось, как правило, изыскивать дополнительные территории в отдалении. Строились дополнительные цехи вблизи самих предприятий или на свободных территориях, отдаленных от них. Все это было связано с немалыми затратами.

Переход на производство продукции для домов новых типовых серий сопровождался реконструкцией заводов. В период реконструкции почти все предприятия несли заметные убытки, ухудшались их технико-экономические показатели, снижался выпуск продукции.

До сих пор остается открытым вопрос о создании сети специализированных предприятий по производству технологического оборудования для заводов крупнопанельного домостроения. Данный фактор остается дестабилизирующим при непрерывном росте основных производственных фондов и в соотношении между их стоимостью и производственной мощностью. Последствием его явились многие негативные явления, отразившиеся на ухудшении экономических показателей отдельных предприятий и подотрасли в целом. Строительство разветвленной сети специализированных предприятий позволило бы решить многие назревшие вопросы: систематизировать и накапливать передовой опыт в области производства необходимого оборудования, освободиться от кустарщины и тем самым

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

стабилизировать цены на специализированное технологическое оборудование, повысить темпы технического перевооружения предприятий, координировать и разрабатывать единую экономическую политику в области перевода крупнопанельного домостроения на строительство домов по новым типовым проектам и т. д.

Анализ показателей, отражающих организационно-технический уровень производства предприятий полносборного домостроения, свидетельствует, что развитие базы происходит в фондоемкой форме. Так, рост технической вооруженности труда обеспечивает повышение его производительности, что в целом является положительным явлением в экономике полносборного домостроения. Вместе с тем наблюдается опережающий рост первого показателя по сравнению со вторым в среднем по стране в 5 раз. Происходит опережающий рост стоимости основных производственных фондов предприятий базы по сравнению с увеличением их производственной мощности.

Широк диапазон изменений показателей, отражающих функционирование предприятий. Выявлены предприятия с исключительно низким коэффициентом использования производственной мощности, у 45 из них он составил менее 30%. Уровень выработки передовых предприятий по сравнению со слабыми почти в 8 раз выше. Эти факты примечательны, они свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях предприятий базы.

В повышении использования основных производственных фондов базы полносборного домостроения немалая роль принадлежит коэффициенту сменности работы технологического оборудования. В настоящий период он остается на низком уровне — в среднем 1,1...1,25.

Следует остановить внимание также на социальном факторе повышения уровня использования основных производственных фондов предприятий полносборного домостроения. Труд на предприятиях остается пока тяжелым, связан с большими физическими нагрузками, шумом, температурными и влажностными воздействиями, запыленностью, загазованностью и пр. Слабо внедряются НОТ и стимулирование труда, практически отсутствуют комфортные условия труда. Все это приводит к высокой текучести кадров, частому недоукомплектованию предприятий. Отмечаются случаи двукратного изменения рабочего состава в течение года.

Выход из неудовлетворительного в целом по предприятиям базы полносборного домостроения кадрового вопроса заключается в разработке и реализации комплекса мер по улучшению условий труда и повышению его престижности.

Использование промышленных отходов

УДК 691.327:691.33

А. Г. ЗОТКИН, канд. техн. наук, Р. Ф. БАЛТАКОВ, инж. (Иркутский политехнический ин-т)

Назначение составов бетона с золой

Известно, что зола в бетоне выполняет функции активной минеральной добавки и микронаполнителя. Количество последнего, рекомендуемое к введению в тяжелый бетон с заполнителем средней крупности, должно дополнять расход цемента до абсолютного объема 150 л/м³*, что соответствует суммарной массе порядка 400...450 кг/м³. Вероятно, для малоактивных зол это положение может служить ориентиром при назначении их расхода в бетонах. Для гидравлически активных зол расход должен возрастать, но вряд ли на большую величину. Ограничением служит факт, что даже увеличение расхода чистого цемента сверх 550...600 кг/м³ не приводит к росту прочности бетона. Естественно предполагать, что и суммарный расход цемента и золы в бетоне не должен превышать этих величин.

Таким образом, можно ожидать, что при оптимизации составов бетонов по прочности содержание золы в них будет возрастать с уменьшением расхода цемента. Целью данной работы явились проверка этого предположения и разработка на его основе методики назначения составов бетона с золой. Методика предусматривает оптимизацию состава бетона только из условий его прочности и не учитывает ограничений расхода золы, налагаемых другими свойствами. Она ориентирована на условия заводов ЖБИ (одновременный подбор нескольких составов, пропаривание бетона).

В работе использовались: зола сухого удаления Ангарской ТЭЦ-1 (плотность 2 г/см³, удельная поверхность 0,36 м²/г, водопотребность 42...44%, потери при прокаливании 5%, SiO_2—61%, Al_2O_3—25%, CaO—5%); портландцемент Ангарского завода марки 400; песок с Мк=2,6 и щебень с НК=20 мм Боковского месторождения.

Золу вводили взамен части песка, так как в этом случае наблюдается выраженный максимум прочности бетона и легко определяется оптимальный расход золы. Кроме того, при дальнейшем пересчете состава на равнопрочный автоматически решается вопрос, какая часть золы будет введена взамен цемента и какая — взамен песка. При введении золы взамен песка водопотребность смеси возрастала. Для сохранения постоянной подвижности увеличивали водосодержание, что вызывало некоторый рост *В/Ц* бетонов с золой. Поэтому *В/Ц*, приводимые в дальнейшем, характеризуют исходные (до введения золы) составы смесей.

Использовали малоподвижные смеси с *В/Ц*=0,82; 0,48; 0,4. На основании предварительных опытов дозировки золы приняты для этих *В/Ц* соответственно 200 и 300; 100 и 200; 50 и 100 кг/м³ смеси.

Образцы-кубы с ребром 10 см пропаривались при температуре 90°С в течение 8 ч, а также твердели 28 сут в нормальных условиях. Опыты проведены дважды, на двух разных партиях золы и цемента. Результаты первой серии опытов приведены в табл. 1, а также представлены графически совместно с результатами второй серии опытов.

Опыты показали, что возрастание во-

* Сторн Ю. Теория состава бетонной смеси. — Л.: Стройиздат, 1971. — 235 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

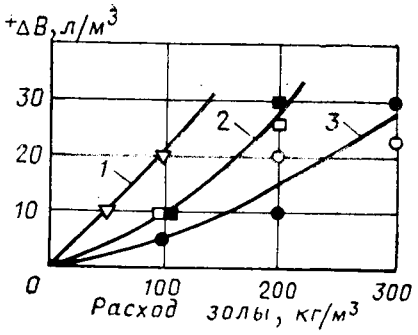


Рис. 1. Влияние расхода золы на рост водопотребности смесей
1 — *В/Ц*=0,4; *2* — *В/Ц*=0,48; *3* — *В/Ц*=0,82; ○□▽ — I серия; ●■▼ — II серия опытов

допотребности смеси при введении золы зависит от содержания в ней цемента: чем оно выше, тем ниже *В/Ц* и тем

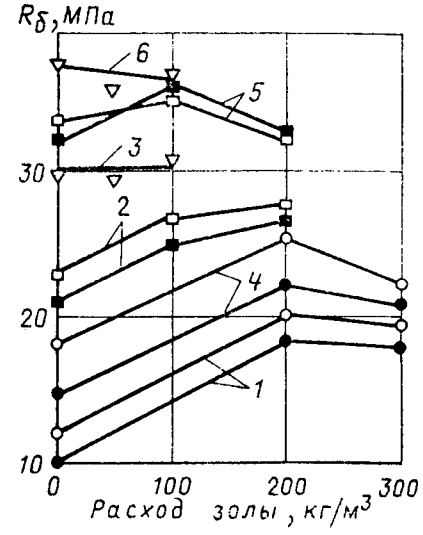


Рис. 2. Влияние расхода золы на прочность бетона с постоянным расходом цемента
1, 4 — *В/Ц*=0,82; *2, 5* — *В/Ц*=0,48; *3, 6* — *В/Ц*=0,4; *1...3* — прочность после пропаривания; *4...6* — прочность пропаренного бетона в 28-суточном возрасте (обозначения те же, что и на рис. 1)

больше растет водопотребность (рис. 1). При введении золы взамен песка для бетонов с *В/Ц*, равным 0,82 и 0,48, наблюдался выраженный оптимум прочности бетона (рис. 2). Положение оптимума с увеличением расхода цемента (с уменьшением *В/Ц*) смещалось в сторону меньших расходов золы. Так, для бетона в возрасте 28 сут оптимальная дозировка составила при *В/Ц*=0,82—200 кг/м³; при *В/Ц*=0,48—100 кг/м³. При *В/Ц*=0,4 введение золы взамен песка не приводило к повышению прочности бетона (см. рис. 2).

Полученные результаты подтвердили предположение о том, что оптимальный расход золы возрастает для бетонов с меньшим расходом цемента (или большим *В/Ц*). Интересно отметить, что суммарное содержание цемента и золы в бетонах оптимальных составов имело близкую величину (430...500 кг/м³). Установленная закономерность может быть положена в основу методики назначения составов бетонов с золой, оптимальных по прочности.

Методика основывается на результатах эксперимента по введению золы в бетон, проведенного по приведенной выше схеме. По полученным данным строятся зависимости оптимальной дозировки золы от *Ц/В*, водопотребности смеси от расхода золы, прочности бетона без золы и с оптимальными дозировками золы от *Ц/В*.

В качестве примера используются данные, представленные в табл. 1 и на рис. 1 и 2. По этим данным построена зависимость оптимальной дозировки золы от *Ц/В*, приведенная на рис. 3. Использование в расчетах *Ц/В*-отношения вместо расхода цемента удобней при обычной форме подбора состава бетона. Для нахождения водопотребности смесей с золой экспериментальные данные (рис. 1) удобней представить в виде, позволяющем интерполяцией находить увеличение расхода воды при любом расходе золы (рис. 4). При построении зависимости прочности бетона без золы и с оптимальным ее расходом от *Ц/В* (рис. 5) использована прочность пропаренного бетона в 28-суточном возрасте. Это вызвано тем, что бетон с золой характеризуется меньшим набором прочности при твердении после пропаривания. При отпускной прочности бетона 85...90% марочной прочностной эффект следует определять сразу после пропаривания. Эффективность применения золы в этом случае возрастает.

Полученные зависимости позволяют перейти к назначению оптимальных составов бетона с золой. Исходными являются производственные составы бетонов, в которые планируется введение

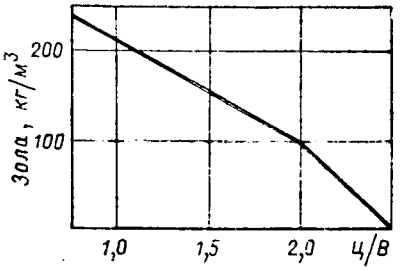


Рис. 3. Зависимость оптимального расхода золы в бетоне от *Ц/В*

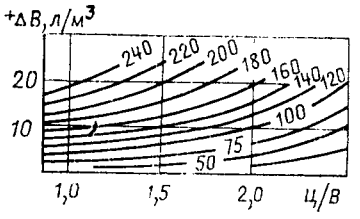


Рис. 4. Зависимость прироста водопотребности смесей с разным расходом золы от *Ц/В* (цифры на кривых — расход золы в смеси, кг/м³)

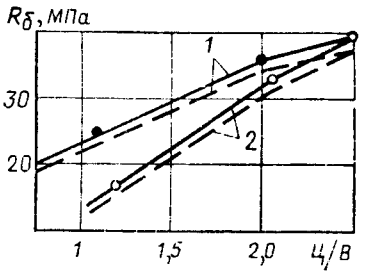


Рис. 5. Зависимость прочности пропаренного бетона от *Ц/В* в 28-суточном возрасте (пунктир — прочность с учетом коэффицента 0,95)
1 — бетон без золы; *2* — бетон с оптимальным расходом золы

Таблица 1

Расход материалов, кг/м³					*В/Ц*	Свойства смеси		Прочность пропаренного бетона, МПа		Прочность бетона нормального хранения в возрасте 28 сут, МПа
вода	цемент	песок	щебень	зола		подвижность, см	плотность, кг/м³	после пропаривания	через 28 сут нормального хранения	
190	230	730	1200	—	0,82	2	2265	12	18,5	19,5
210	230	470	1200	200	0,91	4	2205	20,5	26	26
213	230	340	1100	300	0,95	3	2165	20	22,5	23
190	400	580	1200	—	0,48	2	2310	23	34	33
200	400	450	1200	100	0,50	3	2260	27	35,5	35
216	400	330	1180	200	0,54	3	2210	28	32,5	32
200	500	480	1180	—	0,40	2	2330	30	38	38
210	500	400	1180	50	0,42	2	2280	30	36	37
220	500	360	1120	100	0,44	2	2260	31	37	37

Таблица 2

Марка бетона	Расход материалов, кг/м³					Прочность составов с золой в возрасте 28 сут, МПа
	вода	цемент	песок	щебень	зола	
М 200	190/207	277/190	685/430	1200/1200	—/220	22,0
М 250	190/205	330/270	640/415	1200/1200	—/180	26,2
М 300	190/200	380/340	600/435	1200/1200	—/130	31,5

Примечание. Перед чертой — состав без золы, после черты — состав с золой.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

золы. Определяется *Ц/В* равнопрочного бетона с золой (рис. 5), по его величине — оптимальный расход золы (рис. 3), по расходу золы — водосодержание смеси с золой (рис. 4). Расход щебня принимается тем же, что и в исходном составе, расходы цемента и песка находятся обычным способом.

Полученные составы бетонов некоторых марок без золы и с оптимальными ее дозировками приведены в табл. 2.

Составы без золы практически соответствуют составам бетона, применяемым на Мельниковском заводе ЖБИ. Проверка предложенных составов с золой подтвердила их обоснованность (см. табл. 2). Экономия цемента составила 40...87 кг/м³, ее величина определяется в первую очередь качеством золы.

Применение предложенной методики позволяет, во-первых, реализовать оптимальные дозировки золы не только в «средних» составах бетона, но также в составах с низкими и высокими *В/Ц*. Во-вторых, на основе одноэтапного эксперимента можно установить, какие максимальные количества цемента и песка допустимо заменять золой данного качества при сохранении требуемой прочности в бетонах разных составов.

УДК 691.327:691.33

А. И. ЛАРИОНОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Золы и шлаки ТЭС для бетона и железобетона

В отвалах накоплено свыше 1,3 млрд. т золошлаковых отходов ТЭС. Ежегодный выход их превышает 100 млн. т, из них примерно 15% составляет шлак и 85% — зола.

В одиннадцатой пятилетке использовано в народном хозяйстве 54 млн. т. В 1985 г. — 12 млн. т, в том числе для производства бетона и железобетона 3,5 млн. т, из них: золы сухого отбора 720, шлака 75 и золошлаковой смеси из отвалов 2705 тыс. т. В двенадцатой пятилетке намечено использовать 93 млн. т, в том числе 20 млн. т для изготовления 66 млн. м³ бетона.

В технологии бетона применяют золу сухого отбора, песок и щебень из шлака ТЭС и золошлаковую смесь из отвалов. На эти материалы разработаны государственные стандарты качества и общесоюзные рекомендации по их применению. Для производства бетона пригодна зола сухого отбора не всех электростанций. На многих ТЭС она не соответствует требованиям стандарта по качеству. Шлаки жидкого удаления имеют стабильные свойства и вполне пригодны для бетона. Золошлаковые смеси по глубине и площади отвала имеют неоднородные свойства по содержанию золы и шлака в смеси, влажности, включениям несгоревшего топлива и др. Эффективно использовать в бетоне отвальные смеси можно путем тщательного их обогащения до оптимального состава.

Золу сухого отбора отгружают с 25 ТЭС, оснащенных устройствами по отбору и отгрузке, и централизовано поставляют потребителю автомобильными и железнодорожными цементовозами, которые не приспособлены для перевозки сухой золы, обладающей высокими абразивными свойствами. Устройства загрузки и выгрузки часто выходят из строя. Специальный транспорт для перевозки золы не разработан. Золошлаковые смеси на 90 отвалах разрабатывают потребители и доставляют своим транспортом. При этом выборочная добыча по отвалу золошлаковой смеси с максимальным содержанием шлака и дальнейшее ее обогащение до оптимального состава в большинстве случаев не производятся.

Для применения сухой золы на заводах стройиндустрии необходимо смонтировать дополнительное оборудование для ее приемки, складирования и хранения, подачи в расходные бункера и дозирования в смеситель. Это оборудование аналогично используемому для цемента. Песок и щебень из шлака ТЭС применяют без реконструкции предприятий. Использование золошлаковых смесей из отвалов требует значительной реконструкции предприятий: устройства закрытых складов с дренажем, переделки бункеров, лотков и затворов. В технологии применения золошлаковых смесей возникают дополнительные трудности, связанные со смерзанием, налипанием, зависанием, комкованием и другими свойствами этих материалов.

Золошлаковые материалы применяют в тяжелых, легких, ячеистых, жаростойких и специальных бетонах. Их используют для замены части цемента, части или всего мелкого и крупного заполнителя из природных материалов или части искусственных пористых заполнителей, а также для улучшения технологических свойств бетонной смеси и повышения качества бетона и конструкций. Применение золы ТЭС повышает пластичность смеси, улучшает ее удобоукладываемость, снижает водоотделение и расслоение и способствует формированию бетонных поверхностей высокого качества. Кроме того, золы увеличивают прочность бетона в поздние сроки твердения, сульфатостойкость, снижают его пористость, что способствует повышению водонепроницаемости и морозостойкости. Из бетона с добавкой золошлаковых материалов изготовляют сборные и монолитные бетонные и железобетонные конструкции зданий и сооружений. Золу применяют также для приготовления строительных растворов всех видов.

Для экономии цемента и кварцевого песка в тяжелых бетонах применяют в среднем 150 кг золы сухого отбора на 1 м³. Эффективность разных видов золы по экономии цемента составляет 20...50 кг на 1 м³ бетона. Применение в бетоне и растворе, например, золы сухого отбора Ладыжинской, Бурштынской ГРЭС и им подобных экономит 1 т цемента на 3 т использованной золы, а Экибастузской ГРЭС — 1 т на 6...8 т золы. Высококальциевые золы канско-ачинских, ангренских углей, а также прибалтийских, кашпирских сланцев и др. обладают высокой эффективностью. В отдельных случаях их можно использовать в качестве самостоятельного низкомарочного вяжущего. Однако большинству таких зол присуще высокое содержание нежелательных компонентов, таких, как свободный оксид кальция и магния, серосодержащие соединения, несгоревшее топливо и другие, которые могут привести к неравномерному изменению структуры бетона в процессе твердения и развитию коррозии стальной арматуры. Выборочный отбор таких зол с допустимым содержанием нежелательных компонентов на разных ступенях их улавливания на ТЭС или дополнительная их переработка могут служить значительным резервом вторичных ре-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

сурсов для экономии цемента в бетоне. Экономия кварцевого песка составляет в среднем 100 кг на 1 м³ бетона или примерно 1 т песка на 1 т золы. Экономический эффект от применения золы сухого отбора в тяжелом бетоне составляет в среднем 1 р. на 1 м³ бетона, или 6 р. на 1 т золы.

Песок и щебень из шлака ТЭС применяют в бетоне для замены кварцевого песка и щебня из природных каменных материалов. Экономия первичных материалов составляет примерно 1 т на 1 т шлаков ТЭС. Расход цемента снижается на 4...6% на 1 м³ бетона. Экономический эффект зависит от стоимости шлака и природных заполнителей в конкретных условиях производства. В районах, где используют привозные заполнители, экономический эффект достигает 5 р. на 1 т шлака ТЭС.

Золошлаковую смесь из отвалов применяют в бетоне взамен мелкого и крупного заполнителя и получают экономию 1 т природных материалов на 1 т золошлаковой смеси. Расход цемента можно снизить только при использовании золошлаковой смеси, содержащей в оптимальной пропорции золу требуемой дисперсности и шлак заданного зернового состава. В большинстве случаев золошлаковая смесь в отвалах не соответствует этому условию и ее применение приводит к перерасходу цемента в бетоне или к снижению его качества. Этот и другие технологические недостатки золошлаковых смесей не позволяют рекомендовать их к повсеместному и широкому применению. Главным направлением утилизации отходов ТЭС для бетона и железобетона должно быть использование золы сухого отбора и шлака раздельного удаления.

В легких бетонах применяют в качестве мелкого заполнителя золу и золошлаковую смесь в количестве 100...200 кг на 1 м³ бетона. Это позволяет снизить расход цемента на 10 и керамзита на 30%. Экономию 1 т цемента можно получить, используя 7...9 т золы или золошлаковой смеси. Экономический эффект составляет до 2 р. на 1 м³ бетона или до 10 р. на 1 т золошлаковых отходов.

В технологии ячеистых бетонов золы ТЭС применяют в качестве вяжущего и кремнеземистого компонента.

Объем производства изделий и конструкций из тяжелого, легкого и ячеистого бетонов составил в 1985 г. соответственно 234, 20,4 млн. м³, а в 1990 г. достигнет 252, 36,6 млн. м³.

Потенциальная потребность золы сухого отбора для применения в бетонах таких объемов по оценке на минимальном уровне может составить 50 млн. т в год. Экономия цемента от использования золы в бетоне может составить 10...12 млн. т и заполнителей — 38...40 млн. т в год.

Мощности по отбору сухой золы на ТЭС Минэнерго СССР на 1 января 1986 г. составили 5763 тыс. т. В настоящее время свободных мощностей нет. План ввода новых мощностей за одиннадцатую пятилетку выполнен Минэнерго СССР на 13%: введено 609 тыс. т вместо 4685 тыс. т, предусмотренных планом. Ориентировочный план Минэнерго СССР по вводу новых мощностей по отбору сухой золы на двенадцатую пятилетку (тыс. т): 1986 г. — 314, 1987 г. — 231, 1988 г. — 0, 1989 г. — 1150, 1990 г. — 929 тыс. т.

Если этот объем золы будет использован только для бетона и железобетона, то к 1990 г. уровень ее применения может составить менее 3,3 млн. т в год, что крайне недостаточно по сравнению с потенциальной потребностью, и не отвечает задачам ускорения развития народного хозяйства. В короткие сроки значительно увеличить объемы утилизации можно повсеместным применением в бетонах и растворах влажной золы гидроудаления из отвалов с тщательным контролем ее качества в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Наращивание мощностей по отбору сухой золы экономически выгодно. Известно, что под золоотвалы ТЭС отводится территория в 300...500 га, а мощных ТЭС — до 1 тыс. га. Капиталовложения в строительство золоотвалов и систем золоудаления составляют в среднем 4...10, а некоторых — до 18...20 млн. р. и более. Протяженность пульпопроводов возрастает до 20 км. Эксплуатационные расходы на удаление 1 т золы и шлака достигают 1...1,5 р., при этом расходуется 50...75 м³ воды и 30...40 кВт·ч электроэнергии. При отборе сухой золы с ТЭС уменьшается загрязнение окружающей среды.

Для эффективного и успешного применения золошлаковых материалов и получения экономии цемента и заполнителей при производстве бетона и железобетона необходимо провести следующие мероприятия: обеспечить предприятия стройиндустрии золой сухого отбора в соответствии с требованиями ГОСТ 25818—83 с учетом ее эффективности по экономии цемента и потенциальной потребности; запретить смешивание на ТЭС улавливаемых раздельно шлака и золы; наладить раздельное удаление шлака до 10 млн. т в год и его использование в народном хозяйстве; обеспечить транспортными средствами и организовать централизованную поставку золы сухого отбора и шлака раздельного удаления потребителям с учетом стабильных связей конкретных ТЭС с определенными заводами стройиндустрии; разработать типовые проекты устройств по приемке, подаче и дозированию золы сухого отбора и осуществить эти проекты на заводах стройиндустрии в районах строительства установок по отбору золы на ТЭС; разработать систему цен на золошлаковые материалы, стимулирующую их получение на ТЭС и применение заводами ЖБИ, и повысить заинтересованность поставщиков и потребителей.

Новые изобретения

№ 21*

А. с. 1315432 СССР, МКИ³ С 04 В 28/14. Сырьевая смесь для получения гипсобетона / А. К. Гармуте, А. А. Амбрасас, Р. Г. Пикутис (СССР); ЛитНИСиА.

А. с. 1315441 СССР, МКИ³ С 04 В 38/02. Способ приготовления ячеистобетонной смеси/ В. В. Андреев, В. А. Халин, С. В. Фарафонова (СССР); Ленинградский технологический ин-т.

А. с. 1315444 СССР, МКИ³ С 04 В 40/00. Способ приготовления бетонной смеси/ Н. Т. Решетняк (СССР).

А.с. 1315445 СССР, МКИ³ С 04 В 40/00, 24/30. Способ изготовления строительных конструкций и изделий/ М. О. Саакян, Е. Б. Богдановская, Л. А. Саакян, Р. В. Крюков (СССР); ЦНИИЭП жилища и Центральный межведомственный ин-т повышения квалификации руководящих работников и специалистов строительства.

А. с. 1315580 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. Арматурный каркас консоли железобетонной колонны / Б. В. Карабанов (СССР); ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов.

А. с. 1315586 СССР, МКИ³ Е 04 J 21/12. Способ армирования бетонных изделий / Ш. Ю. Шакиров, Р. В. Мкртчян, А. А. Исматов (СССР); Ташкентский политехнический ин-т.

А. с. 1315589 СССР, МКИ³ Е 04 J 23/02. Способ усиления стен зданий и сооружений/ Ю. И. Стариков (СССР) ПТТ Оргтехстрой.

А. с. 1315591 СССР, МКИ³ Е 04 Н 5/00, 5/08. Рамный каркас здания/ М. С. Абаканов, С. У. Чакеев (СССР); КазпромстройНИИпроект.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:536.485

Ю. А. САМАРИН, канд. техн. наук, М. Т. ОРЛОВ, С. И. СТОПИЧ, инженеры
(комбинат Братскжелезобетон)

Оценка морозостойкости бетонов в производственных условиях

Для северных районов страны и Сибири, в том числе и для Иркутской обл., обеспечение морозостойкости является одним из основных вопросов долговечности железобетонных конструкций.

В настоящее время долговечность при различных условиях эксплуатации оценивается при замораживании образцов при температуре —20°С в воздушной среде и оттаивании при 20°С в пресной воде по СНиП 2.03.01—84. При этом положительные результаты гарантируют долговечность железобетонных конструкций в течение нормативного срока эксплуатации, который обычно составляет 50...100 лет. Наш производственный опыт показывает, что при относительном благополучии контроля по ГОСТ 10060—76 в реальных сооружениях разрушение из-за резких колебаний температур происходит в значительно более короткие сроки, особенно в условиях постоянного водонасыщения.

Длительное время в Братске для обеспечения морозостойкости в бетоны вводили добавку СПД, а с 1985 г. ее заменили черным сульфатным щелоком (ЧСЩ) — промежуточным продуктом производства Братского лесопромышленного комплекса. Закончены испытания 207 производственных партий пропаренного бетона морозостойкостью от 200 до 400 циклов. Из них в 29 случаях результаты оказались отрицательные: в 21 случае прочность бетона к концу испытаний повышалась на 25...30% по сравнению с начальной, а у остальных 8 партий с добавкой СПД наблюдались признаки разрушения и безусловного снижения прочности (табл. 1).

Анализ статистической изменчивости промежуточных и контрольных испытаний показывает, что действующий в настоящее время критерий, базирующийся на сопоставлении прочности контрольных и эквивалентных образцов, характеризует в основном случайность их распределения по отдельным группам. А необходимо оценивать степень деструкции от воздействия низких отрицательных температур и уменьшение сопротивления бетона до уровня, ограничивающего дальнейшую эксплуатацию конструкций.

Очевидно, максимальное число циклов попеременного замораживания — оттаивания, соответствующее такому снижению, будет характеризовать среднюю морозостойкость, а переход к марке бетона F должен осуществляться с учетом изменчивости его структурных характеристик и ответственности сооружения. В качестве критерия может быть принята прочность до испытания, причем, по нашему мнению, допустимо ее снижение на 15% к концу эксплуатации сооружения.

Такой подход позволяет результаты, в которых прочность бетона после знакопеременных воздействий оказалась не ниже его класса, относить к положительным. Тогда остается проблема точности оценки, обусловленная внутрипартионной изменчивостью механических свойств бетона, которая успешно решается за счет дополнения разрушающего способа неразрушающим.

На нашем комбинате с 1985 г. по согласованию с НИИЖБом оценка морозостойкости осуществляется на призматических образцах с одновременным контролем динамического модуля резонансным методом [1] и призменной прочности. Это позволило значительно сократить число образцов, повысив достоверность результатов. При такой постановке только 8 партий, или 3,9%, не выдержали испытаний, при этом расчетная морозостойкость («по компенсационному фактору») почти всех составов превышала проектную (см. табл. 1). Бо́льшая часть отрицательных результатов (6 из 8) приходится на образцы на ачинском цементе, характеризующемся высокой (0,7...1,8%) изменчивостью содержания щелочных оксидов с преобладанием натриевой составляющей. Испытания бетонов на этом вяжущем показали, что увеличение R_2O с 0,8 до 1,4% снижает морозостойкость почти в 3 раза [2]. Учитывая значительное влияние R_2O на морозостойкость бетона, следует в ГОСТ 10178—85 ввести научно обоснованный показатель с учетом статистической изменчивости.

Таблица 1

Класс бетона	Расход цемента, кг/м³	В/Ц	Проектная морозостойкость	Расчетная морозостойкость	Изменения прочностных характеристик после испытаний	
					$R_{мрз}/R_{экв}$	$R_{мрз}/R_{нач}$
В25	550	0,33	200	950	0,56	0,72
В25	480	0,39	200	320	0	0
В25	400	0,47	200	240	0,70	0,80
В25	330	0,49	200	200	0,64	0,80
В30	490	0,37	200	400	0,62	0,72
В25	490	0,37	300	400	0,18	0,22
В30	480	0,39	300	400	0,68	0,80
В30	450	0,41	300	300	0,30	0,37

Расчетно-экспериментальный метод (ГОСТ 10060—76) заслуживает особого внимания, поскольку широко используется. Система производственного контроля обязывает не менее трех раз в смену определять «компенсационный фактор» для текущей оценки морозостойкости. Усредненные суточные показатели проставляются в паспортах на продукцию, так как испытания по основному способу очень продолжительны и очень редки. Опыт доказывает, что и расчетно-экспериментальный способ весьма приблизителен и мало пригоден для определения действительной морозостойкости.

Расчетная морозостойкость мелкозернистых бетонов на крупном ($М_к=2$) песке равна 1000 ($Ц:П=1:1$), 300 ($Ц:П=1:2$), 200 ($Ц:П=1:3$) и соответственно 400, 150, 125 на мелком ($М_к=1$) песке. При введении золы морозостойкость снижается до 200...75 циклов. Были проведены три серии испытаний каждого состава по основному методу с интенсивностью один цикл в сутки, одновременно контролировались изменения динамического модуля и призменной прочности. Все составы выдержали более 500 циклов попеременного замораживания — оттаивания, причем в процессе испытаний наблюдалось значительное повышение прочностных и динамических характеристик (табл. 2).

Другим примером является высокая морозостойкость двенадцати производственных партий пропаренного бетона с расходом вяжущего 260 кг/м³ и водоцементным отношением 0,58...0,60 при воздухововлечении 2,6...3,5%.

Основными недостатками расчетного метода по ГОСТ 10060—76 являются отсутствие учета качества заполнителей,

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Составы	γ, т/м³	Объем вовлеченного воздуха, %	Объем контракционных пор, %	Капиллярная пористость, %	Характеристики	
					$R_{пр}$, МПа	$E_д \times 10^{-3}$, МПа
На крупном ($M_к$=2) песке						
Ц : П : В=1 : 1 : 0,29	2,29	3,6	5,3	16,5	46/56,1	29,5/35,2
(Ц : З) : П : В=(0,8 : 0,2) : 1 : 0,30	2,19	4,1	4,73	18,6	40,5/48,2	27,6/32,6
Ц : П : В=1 : 2 : 0,37	2,19	5,2	3,85	15,6	34/45,1	27/34,1
(Ц : З) : П : В=(0,5 : 0,5) : 2 : 0,39	2,06	6,5	2,4	18,3	24/30,6	24,8/30,2
Ц : П : В=1 : 3 : 0,48	2,16	6,3	2,32	15,4	19/27,4	23/30,8
(Ц : З) : П : В=(0,5 : 0,5) : 3 : 0,50	2,05	7,8	1,95	18,5	15,2/19,3	20,2/24,6
На мелком ($M_к$=1) песке						
Ц : П : В=1 : 1 : 0,36	2,18	5,1	5,5	21,2	35/56,4	24/30,7
Ц : З : П : В=0,8 : 0,2 : 1 : 0,38	2,11	5,5	5,04	24	29,4/44,4	23/28,5
Ц : П : В=1 : 2 : 0,48	2,14	6,5	4,4	19,9	19,7/36,4	19/26,8
Ц : З : П : В=0,6 : 0,4 : 2 : 0,51	2,02	8,1	2,8	23,1	13,2/20,6	16,3/21,2
Ц : П : В=1 : 3 : 0,63	2,09	8,5	3,4	21	9,5/18,7	13/20,4
Ц : З : П : В=0,6 : 0,4 : 3 : 0,66	2,01	10	2,3	22,5	8,5/14,6	12/16,6

Примечание. Ц — цемент марки 500, З — зола, γ — объемная масса, П — песок, В — вода. В числителе — начальные значения, в знаменателе — через 500 циклов.

химико-минералогического состава цемента, степени его гидратации, внутренней поровой структуры. Все это делает расчетный метод малопригодным для оперативного контроля морозостойкости.

Более целесообразной представляется разработка экспресс-методов оценки морозостойкости с учетом среды эксплуатации и температурного режима. Нами проведены специальные исследования бетона класса В45. Работа проводилась на равноподвижных составах без добавки (эталон) и с добавками СПД и ЧСЩ, на теплоозерском цементе марки 550 химико-минералогического состава: C_2S=18%, C_3S=62%, C_3A=6%, C_4AF=12%, R_2O=0,75%.

Все составы подвергались тепловлажностной обработке по режиму (2+4++8+2) ч: выдержка, подъем температуры до 80°С, изотермия и охлаждение. Методика предусматривала измерение контракции [3], капиллярной пористости [4] и льдистости [5], которая определялась по формуле

$$i = (v_{20} - v_в)\, v_{50} / (v_{50} - v_в)\, v_{20},$$

где $v_в$, v_{20}, v_{50} — скорость собственных изгибных колебаний насыщенного образца и замороженного при температуре —20 и —50°С, м/с.

Таблица 3

Среда замораживания	Температура замораживания, °С	Предельная морозостойкость составов, циклы		
		без добавки	с ЧСЩ	с СПД
Воздушная	—20	50	550	550
	—50	6	48	52
Пресная вода	—20	8	55	60
	—50	4	22	26
Раствор хлористого натрия 5%-ный	—20	2	12	26
	—50	1	6	8

Исследования предусматривали два варианта температуры (—20 и —50°С) и три различные среды (воздушная, пресная вода и 5%-ный раствор NaCl) замораживания. Принимали условие, что предельная морозостойкость соответствовала снижению $E_д$ на 20% и $R_{пр}$ на 15%. Насыщение образцов проводилось сразу после их тепловой обработки в течение 48 ч, затем определяли начальные характеристики. При этом насыщение 5%-ным раствором NaCl на начальных показателях практически не сказалось.

На рис. 1, 2 даются обобщенные результаты испытаний на морозостойкость с интенсивностью 1 цикл в сутки. Анализ показывает, что в процессе испытания при —20°С в воздушной среде даже после 550 циклов у составов с химическими добавками наблюдался постоянный рост $E_д$ и $R_{пр}$. У эталонного образца с первых циклов началось снижение этих характеристик, предельного значения оно достигло при 50 циклах. При замене воздушной среды на жидкую процесс морозного разрушения резко ускоряется (табл. 3).

Разрушения всех составов в жидкой среде начинались с поверхности и развивались по линейной зависимости (см. рис. 2), тогда как при испытаниях в воздушных условиях они носили нелинейный характер и распределялись равномерно по всему объему.

Процесс морозного разрушения в воздушной и жидкой среде отличается тем, что в первом случае происходит обезвоживание поверхностного слоя, во втором — его обводнение. Это подтверждается характером проявления изгибных и продольных собственных колебаний образцов в процессе испытаний. В воз-

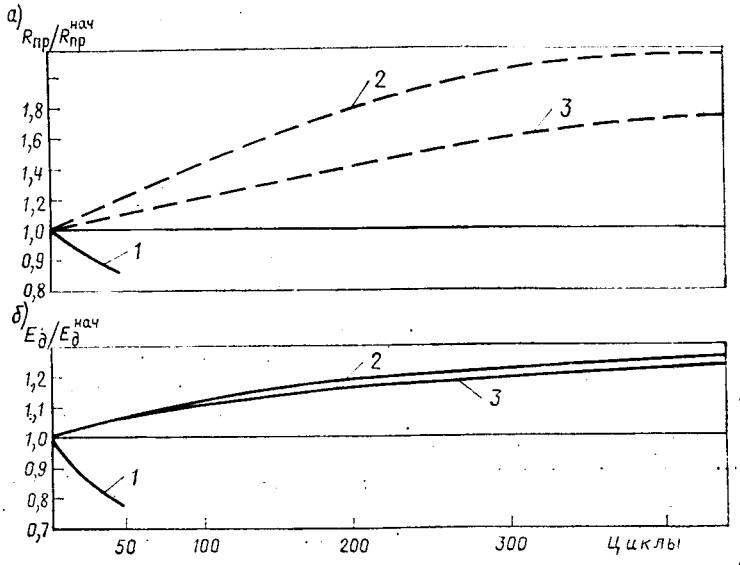


Рис. 1. Изменения прочностных *а* и динамических *б* характеристик бетонов при испытаниях по основному методу ГОСТ 10060—76
1 — состав без добавки; *2* — состав с ЧСЩ; *3* — состав с СПД

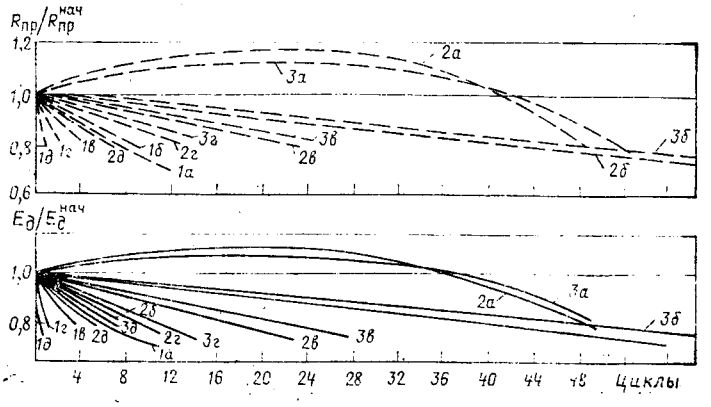


Рис. 2. Особенности изменения прочностных (вверху) и динамических (внизу) характеристик бетонов при попеременном замораживании — оттаивании
1а — 1д — эталон при замораживании при —50°С в воздушной среде (*а*), при —20°С (*б*) и —50°С (*в*) в пресной воде, при —20°С (*г*) и —50°С (*д*) в 5%-ном растворе хлористого натрия; *2а — 2д* — то же, составов с ЧСЩ; *3а — 3д* — то же, составов с СПД

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

душной среде они повторяли друг друга, в жидкой — изгибные колебания постоянно снижались, а измеряемые по центру призм продольные либо оставались на прежнем уровне, либо несколько возрастали.

Исследования подтвердили, что добавки СПД и ЧСЩ являются одинаково эффективными при замораживании бетона в воздушных условиях при —20°С. Но их воздействия недостаточно для торможения процесса морозного разрушения, который ускоряется в пресной воде в 10 раз, в соленой — в 20...25, а при понижении температуры до —50°С — соответственно в 40 и 100 раз. Аналогичные результаты были получены при испытании бетона классов В30, В25, В15 с этими же добавками на цементах других заводов.

Низкая эффективность пластифицирующе-воздухововлекающих химических добавок при испытаниях бетона в жидкой среде по сравнению с воздушными условиями требует пересмотра существующих представлений об обеспечении морозостойкости. Для подбора и проверки долговечных составов необходимо дифференцировать способы испытаний с учетом условий эксплуатации (среда, степень ее агрессивности, температурный режим) конструкций. Испытания должны носить экспрессный характер.

Из полученных результатов следует, что наиболее интенсивно разрушение происходит в процессе замораживания при —50°С в 5%-ном растворе NaCl. Очевидно, его можно принять в качестве экспрессного, но коэффициент перехода должен определяться для каждого региона и зависеть от условий эксплуатации конструкций. Для проведения такой работы и научного обоснования марки бетона целесообразна организация климатических станций натурных испытаний на морозостойкость.

Выводы

Для совершенствования стандарта по оценке морозостойкости необходимо отказаться от оценки расчетной морозостойкости «по компенсационному фактору», степень деструкции оценивать снижением прочности бетона по сравнению с его начальными показателями или классом, дополнить механические испытания резонансными. Проводить испытания следует при —20°С в воздушной среде для конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздушно-влажностного состояния и в пресной воде — водонасыщенного состояния; проводить испытания в 5%-ном растворе NaCl при —50°С, считая его экспрессным, с коэффициентом ускорения, равным 50 по отношению к испытаниям при —20°С в воздушных условиях и 8 — в пресной воде.

Для обоснования требований морозостойкости по видам конструкций в различных регионах целесообразна организация климатических станций натурных испытаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самарин Ю. А. Современные способы контроля качества и исследования структуры материалов при производстве преднапряженных конструкций. — М.: Информэнерго, 1983. — 94 с.
2. Кунцевич О. В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. — Л.: Стройиздат, 1983. — 131 с.
3. Методика определения характеристик структуры и пределов прочности бетона на основе измерения контракционного объема. — М., 1977. — 27 с.
4. Туркестанов Г. А. Пористость цементного камня и качество бетона // Бетон и железобетон. — 1964. — № 11. — С. 514—517.
5. Филонидов А. М. Применение ультразвука для контроля морозостойкости гидротехнического бетона // Гидротехническое строительство. — 1982. — № 5. — С. 28—31.

УДК 691.327(575.1)

И. К. КАСИМОВ, д-р техн. наук, П. Б. РАПОПОРТ, инж. (Ташкентский политехнический ин-т)

Воздействие климата Узбекистана на свойства бетона с добавкой П-20

В САНИИРИ[1] изучались свойства бетона с пластификатором П-20 в условиях непродолжительного воздействия сухого жаркого климата. Пластификатор П-20 приготовляется из СДБ путем его очистки от компонентов, замедляющих процессы гидрационного твердения цементов.

Нами изучалось влияние П-20 на комплекс свойств и структуру бетонов, подвергающихся продолжительному (от 6 до 34 мес) воздействию климата Узбекистана.

Свойства изучались на стандартных лабораторных образцах и образцах, отобранных из натурных конструкций, изготовленных с добавкой П-20 и из обычных бетонов Куйлюкского экспериментального завода МЖБК. Пластификатор П-20 вводили с водой затворения — 0,3% массы цемента.

Для изготовления конструкций при использовании добавки расход цемента и воды снижали на 10%. Жесткость бетонных смесей без добавки при этом составляла 25 с, с добавкой и снижением расхода цемента и воды — 20, с добавкой без снижения расходов цемента и воды — 7 с.

Сопоставлялись свойства бетонов с добавками и без добавки. Образцы из бетона с добавками, твердевшие под воздействием климатических условий, сравнивались с образцами, твердевшими в нормальных условиях.

Тепловлажностная обработка образцов и конструкций осуществлялась в камерах ямного типа по режиму (2+4+2+7) ч при температуре 85...90°С. После распалубки их выдерживали в цеху в течение суток, конструкции — до 8 сут, затем вывозили на полигон для дальнейшего твердения. Часть образцов помещали в камеру нормального твердения.

При комплексных испытаниях образцов в различные сроки определялись кубиковая R и призменная R_b прочности, модуль E_b и коэффициент ν упругости, нижняя R^0_{crc} и верхняя R^ν_{crc} условные границы микротрещинообразования, водопоглощение W. Проводились также рентгенографические, химические, дифференциально-термические и петрографические исследования. Основные характеристики бетона приведены в табл. 1.

Результаты представленных в табл. 1 экспериментов показывают влияние добавки П-20 на чувствительность бетона к негативным воздействиям климата Узбекистана. Так, в возрасте 9 мес недобор кубиковой прочности при наличии добавки составил 43%, призменной — 23, а без добавки в тех же условиях — 29 и 17% соответственно.

[1] Курамбаев Б. Улучшение свойств бетона в условиях сухого жаркого климата с помощью пластификаторов // Бетон и железобетон. — 1982. — № 3. — С. 24—25.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 1

Возраст бетона	R	R_b	E_b	ν	R^0_{crc}	R^ν_{crc}	W
3 сут	1,08 / 1,07	1,25 / 1,13	1,07 / 1,08	1,00 / 1,01	1,03 / 1,00	1,08 / 1,08	0,97 / 1,02
28 сут	0,78 / 0,93	0,81 / 0,95	1,37 / 1,31	1,01 / 0,99	0,89 / 0,89	0,95 / 0,95	1,33 / 1,43
3 мес	0,51 / 0,67	0,61 / 0,70	1,22 / 1,16	0,96 / 0,95	0,85 / 0,85	0,91 / 0,89	1,81 / 2,23
6 мес	0,58 / 0,70	0,64 / 0,78	0,93 / 0,98	0,95 / 0,99	0,88 / 0,89	0,94 / 0,95	1,80 / 2,63
9 мес	0,57 / 0,71	0,77 / 0,83	0,88 / 0,96	0,98 / 1,04	0,92 / 0,91	0,97 / 0,97	1,50 / 2,66
12 мес	0,61 / 0,65	0,82 / 0,86	0,89 / 0,95	1,03 / 1,05	0,90 / 0,90	0,94 / 0,96	1,66 / 3,12
18 мес	0,75 / 0,79	0,81 / 0,79	0,89 / 0,86	1,00 / 0,99	0,89 / 0,87	0,92 / 0,94	1,15 / 2,00

Примечание. Над чертой — бетон с добавкой П-20 без экономии цемента, твердевший под воздействием сухого жаркого климата; под чертой — бетоны без добавки, твердевшие в нормальных условиях.

При этом водопоглощение бетона без добавки под воздействием климата увеличилось в большей степени, чем бетона с добавкой (2,66 против 1,50).

Анализ рентгенограмм показал, что в образцах с добавкой, твердевших в течение 1 мес в реальной климатической среде по сравнению с этими же образцами в возрасте 10 сут, наблюдается увеличение интенсивности линий, относящихся к гидрату окиси кальция и кальциту. При твердении в сухом и жарком климате в течение 6 мес при сопоставлении с твердением в течение 1 мес интенсивность линий негидратированных минералов портландцементного клинкера C_3S и C_2S практически не изменилось. У бетонов, твердевших в нормальных условиях, максимумы, характерные для негидратированных минералов цементного клинкера, с возрастом уменьшаются, а после 6 мес нормального твердения они незначительны.

Результаты дифференциально-термического анализа (ДТА) вяжущей части бетона с добавкой соответствуют результатам рентгенографических исследований. Так, кривые ДТА вяжущей части бетона с добавкой после 6 мес твердения в климатической среде по интенсивности идентичны кривым ДТА аналогичного бетона, твердевшего в течение 1 мес в тех же условиях.

Результаты химического анализа (табл. 2) показывают, что условия твердения оказывают значительное влияние на скорость и глубину гидратации бетона с добавкой пластификатора П-20.

В пробе вяжущей части бетона с добавкой П-20, твердевшего в реальных условиях сухого жаркого климата, содержание свободной извести и связанной воды значительно меньше, чем в пробе аналогичного бетона, твердевшего в нормальных условиях (5,77 и 4,85 против 8,43 и 7,44). При этом содержание связанной воды бетонных образцов, твердевших 180 сут в реальных условиях климата, уменьшилось по сравнению с тем же бетоном после 30 сут.

Представленные в табл. 3 результаты петрографического анализа показывают, что реальные климатические воздействия оказывают существенное влияние на структуру бетона с добавкой П-20 в возрасте 2 г. 10 мес.

Пластифицированные бетоны, твердевшие под воздействием сухого жаркого климата, отличаются от бетонов без добавки и с добавкой П-20, твердевших в нормальных условиях, меньшим количеством новообразований, увеличенным содержанием непрогидратировавших реликтов и размерами пор.

Микроскопические исследования реплик свежих сколов, снятых с цементного камня, показали, что в бетонах, твердевших под воздействием сухого жаркого климата, присутствует большое число зародышей кристаллизации. Возможно, это связано со спецификой воздействия климата на бетоны с добавкой П-20, которое повлекло за собой прекращение роста кристаллов и увеличение размеров пор, числа полых трещин.

Текстура цементного камня относительно пористая, трещиноватая. На контакте цементный камень — заполнитель наблюдается преимущественно гидросульфоалюминат, представленный зернами нитеобразной игольчатой формы размером 1...10 мкм. Контакты с заполнителем неплотные, наблюдаются зазоры шириной до 10 мкм. Нередко микротрещины с контактов переходят в цементный камень, образуя трещиноватую текстуру. Наличие полых микротрещин, не заполненных новообразованиями, доказывает развитие дефектов структуры под воздействием климата.

Таким образом доказано, что пластификация добавкой П-20 без снижения расхода цемента увеличивает чувствительность бетона к негативным воздействиям климата. Поэтому интерес пред-

Таблица 2

Возраст бетона, сут	Содержание, %, пробы вяжущей части бетона		
	свободной извести	свободной воды	связанной воды
10	5,00/5,88	3,01/3,71	4,09/5,06
30	5,66/8,80	1,59/3,28	5,02/6,56
180	5,77/8,43	1,81/2,78	4,85/7,44

Примечание. Перед чертой — для образцов бетона с добавкой, твердевших под воздействием климата; после черты — для образцов, твердевших в нормальных условиях.

Таблица 3

Характеристики структуры	Пропаренный бетон	
	без добавки	с добавкой П-20
Непрогидратированные реликты, %	3—5/7—10	12—14/15
Новообразования, %	15—20/15	10—15/10
Гидрогель, %	7—8/5	3—5/5
Гидросиликаты и гидроокись, %	7—8/8—10	2—3/1,5—2
Гидросульфоалюминат, %	3,5/0,5	3,5—3/1,5
Пористость, %	1/5—7	3—5/5—7
Размеры пор, мкм	до 70/80—180	50—300/60—500

Примечание. Перед чертой — для бетона, твердевшего в нормальных условиях; после черты — то же, в условиях сухого жаркого климата.

Таблица 4

Характеристики	Возраст бетона	
	7—8 мес	1,5 г.
Средняя прочность, МПа	53,6/39,2	51,3/48,7
Коэффициент вариации, %	5,8/10,8	6,7/9,4
Модуль упругости $\times 10^4$, МПа	4,1/3,4	3,8/3,1
Коэффициент Пуассона	0,167/0,134	0,174/0,160
Водопоглощение, %	10,10/9,90	9,85/10,15

Примечание. Перед чертой — для бетона с добавкой П-20 и уменьшенным расходом цемента и воды; после черты — для бетона без добавки.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ставляет исследование свойств бетонов с добавкой, при изготовлении которых уменьшался расход цемента и воды. Такие исследования проводились на конструкциях — преднапряженных дорожных плитах, изготовленных по проекту Киевского филиала института Союздорпроект. Характеристики свойств бетона плит приведены в табл. 4.

Анализ показывает, что наблюдался спад прочности бетона, который сопровождался увеличением коэффициента вариации прочности. При этом модуль упругости уменьшился, а коэффициент Пуассона увеличился, что является свидетельством развития дефектов структуры материала под воздействием климата Узбекистана. В бетонах без добавки за тот же период увеличилась прочность на 24% при уменьшении коэффициента вариации прочности на 9,5%.

Выводы

Пластификация бетонов добавкой П-20 в условиях климата Узбекистана приводит к неполному использованию потенциальных возможностей цемента, что характеризуется увеличением числа непрогидратировавших реликтов.

Введение добавки П-20 способствует увеличению числа зародышей кристаллизации, замедлению процесса гидратации цемента и развитию микродефектов структуры бетона во времени. Увеличивается чувствительность бетонов к негативному воздействию климата.

Применение добавок подобного типа необходимо тщательно изучить не только по показателям прочности, но и по результатам физико-химических и петрографических исследований, а также по изменению свойств бетона во времени под воздействием негативных факторов климатической среды.

УДК 69.022.2:699.82

А. С. ДМИТРИЕВ, канд. техн. наук, А. В. ШЕВЧЕНКО, инж. (НИИЖБ)

Бетон без поверхностной гидроизоляции для безрулонной кровли

Большая трудоемкость кровельных работ, малый уровень их механизации и сезонность производства в жилищном строительстве ускорили разработку и внедрение безрулонной железобетонной кровли. Для повышения долговечности такие кровли покрывают различными гидроизоляционными материалами — мастиками, лаками. Однако, как показывает практика, эксплуатационная долговечность этих материалов не превышает 2...3 лет.

Технология нанесения гидроизоляционных покрытий на железобетонные плиты весьма трудоемка, энергоемка, длительна и требует организации специального поста. Для стабилизации всех известных составов покрытий необходимо длительное время — от 12 ч до 3 сут. Например, применяемая на ДСК № 1 (Москва) мастика ЭГИК наносится дважды, и в течение 48 ч железобетонные конструкции кровли находятся в специальной камере. Срок службы мастики не превышает указанного выше.

Недостаточная долговечность гидроизоляционных покрытий объясняется не низким их качеством, а отсутствием химической однородности покрытия и бетона. Другая причина в том, что при эксплуатации в зимнее время бетон плиты покрытия со стороны чердака имеет более высокую температуру, чем его наружная поверхность. Поэтому в бетоне начинается процесс тепломассопереноса — пары влаги перемещаются к холодной поверхности. Влага скапливается под изолирующим слоем, и достаточно несколько циклов замораживания и оттаивания, чтобы гидроизоляционная пленка отслоилась. Отслаивается даже изоляция из эпоксидной смолы, которая имеет очень высокое сцепление с бетоном. В этом случае разрушается подповерхностный слой бетона.

Безрулонная кровля лучше работает, если на ее плиту не наносить гидроизоляционный слой, а изготовить плотный долговечный водонепроницаемый бетон.

Климатические условия создают целый комплекс воздействия внешней среды на безрулонную кровлю. При эксплуатации конструкции подвергаются попеременному замораживанию и оттаиванию, увлажнению и высушиванию, воздействию солнечной радиации, которая вызывает их ежесуточный нагрев и охлаждение. Все это расшатывает структуру бетона и снижает его долговечность.

Из всех перечисленных воздействий внешней среды на безрулонную кровлю до настоящего времени фактически нормировали лишь требования к морозостойкости бетона и водонепроницаемости. Но, как показали исследования [1], наиболее сильное воздействие на бетон безрулонной кровли оказывает попеременное нагревание — охлаждение. Циклический нагрев до 70...75°С и охлаждение до 18...20°С разрушают структуру бетона класса В30...В35 за 50 циклов, а при испытании на морозостойкость эти бетоны выдерживают 300 циклов замораживания — оттаивания. Периодическое увлажнение бетона, как показали исследования [2], оказывает скорее положительное, чем негативное влияние на структуру бетона, так как способствует залечиванию возникших в ней дефектов.

Таким образом, анализ воздействий внешней среды на бетон безрулонной кровли показал, что необходимо прежде всего учитывать воздействие солнечной радиации — нагрев и охлаждение и попеременное замораживание — оттаивание. Нормирование требований к бетону кровли только по морозостойкости и водонепроницаемости не отражает реальных условий его работы в процессе эксплуатации и не является достаточным.

Нами была предложена новая методика определения долговечности бетона безрулонной кровли [1], в дальнейшем несколько видоизмененная [3]. Она заключается в следующем. Образцы-кубы бетона с ребром 10 см помещали в камеру. Там они циклически нагревались по режиму: подъем температуры среды от 18...20 до 75°С (3 ч), изотермическая выдержка при $t=75$°С (1 ч), естественное охлаждение в камере до 18...20°С, выдержка образцов при температуре 18...20°С (1 ч). Затем цикл нагрева повторяется. После 60 циклов нагревания — охлаждения образцы испытывали на морозостойкость по ГОСТ 10060—76.

При указанном комплексе воздействия долговечность бетона следует оценивать новой характеристикой — термоморозостойкостью бетона (ТМрз). Она может быть определена как сумма $60+F$, где 60 — количество циклов нагревания — охлаждения, а F — количество циклов замораживания, которое выдерживает бетон при испытании по

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ГОСТ 10060—76 после предварительных 60 циклов нагрева. Эта характеристика наиболее точно отражает эксплуатационную долговечность бетона в конструкции кровли без поверхностной гидроизоляции.

Необходимо отметить, что данное испытание более суровое, чем воздействие внешней среды в природных условиях. В летний период эксплуатации бетон циклично нагревается солнечной радиацией, цикл нагрева происходит более плавно, чем по данной методике. В осенний период он длительно увлажняется и находится в мягких условиях твердения. За это время бетон может восстановить свою структуру, и при последующем воздействии мороза нарушения его структуры будут малозначимы.

Таким образом методика наиболее реально отражает условия эксплуатации конструкции кровель. Следует отметить, что до настоящего времени еще не определены требуемые величины термоморозостойкости для таких конструкций. В связи с этим была поставлена задача уточнить влияние различных составов, химических добавок и технологии изготовления на величину этой характеристики бетона.

Исследования выполняли на бетонах с гранитным и известняковым щебнем (с расходом 900, 750 и 500 л/м³) на портландцементе с минеральными добавками Воскресенского завода и на сульфатостойком портландцементе марки 400. Осадка конуса смеси во всех составах выдерживалась в пределах 1...4 см. Результаты испытаний бетона на термоморозостойкость (ТМрз) приведены в табл. 1 (на цементе Воскресенского завода, $C_3A=8\%$) и табл. 2 (на сульфатостойком портландцементе). Из таблиц следует, что ТМрз бетона на гранитном щебне значительно меньше, чем на известняковом щебне. Бетон с большим количеством крупного заполнителя обладает весьма низкой термоморозостойкостью, особенно на гранитном щебне. По мере уменьшения содержания крупного заполнителя ТМрз увеличивается. Применение низкоалюминатного цемента примерно в 2 раза повышает ТМрз бетона по сравнению с цементом Воскресенского завода.

Применение для конструкций безрулонной кровли наиболее распространенного крупного заполнителя (щебня) из изверженных пород не обеспечивает даже минимально необходимой их долговечности, особенно при использовании среднеалюминатных портландцементов. Лучшие результаты у бетонов на известняковом щебне и низкоалюминатном портландцементе. При этом известняковый щебень должен иметь марку по прочности не менее 600 и отвечать всем требованиям ГОСТ 10268—80. Однако термоморозостойкость бетона на этих материалах тоже невысока.

Таблица 1

Вид крупного заполнителя и расход, л/м³	Прочность бетона в возрасте 28 сут, МПа	Термоморозостойкость
Гранит, 500	24,0/35,7	60+100/60+ +200
Гранит, 700	26,2/36,5	60+25/60+50
Известняк, 700	27,8/38,1	60+75/60+150
Гранит, 900	25,7/38,0	60+15/60+15
Известняк, 900	28,3/40,0	60+50/60+100

Примечание. Перед чертой прочность бетона с $В/Ц=0,6$, после черты — с $В/Ц=0,4$.

Таблица 2

Вид крупного заполнителя и расход, л/м³	Прочность бетона в возрасте 28 сут, МПа	Термоморозостойкость
Гранит, 700	23,2/36,5	60+80/60+120
Известняк, 700	27,4/39,7	60+120/60+ +200
Гранит, 900	29,1/41,0	60+35/60+70
Известняк, 900	26,8/43,3	60+90/60+180

Примечание. Перед чертой прочность бетона с $В/Ц=0,6$, после черты — с $В/Ц=0,4$.

Таблица 3

Вид добавки и количество, %	Плотность бетонной смеси, кг/м³	Прочность бетона в возрасте 28 сут, МПа	Термоморозостойкость
—	2410	32,4	60+100
ЛСТ, 0,2	2400	32,8	60+250
СДО, 0,01	2340	31,0	60+300*
ЛСТ+СДО, 0,15+0,01	2380	31,6	60+300*
С-3+бентонит+ +СНВ, 0,7+5+ +0,05	2420	36,4	60+250
С-3+кремнеземистая пыль, 0,7+5	2420	48,2	60+300*

* Испытания были прекращены, хотя образцы имели высокий коэффициент морозостойкости и могли выдержать большее число циклов.

Примечание. Расход гранитного щебня для всех составов 720 л/м³.

Повышение ТМрз бетона наблюдается при уменьшении расхода щебня до 500 л/м³ (см. табл. 1), но такие бетоны имеют более высокие деформации усадки, что может привести к образованию усадочных трещин в тонкостенных конструкциях плит безрулонной кровли.

Наиболее технологичным способом улучшения структуры и повышения долговечности бетона является использование химических добавок. Для исследования были выбраны наиболее распространенные — ЛСТ (лигносульфонат технический), СДО и комплекс ЛСТ+СДО, а также новые комплексы на основе суперпластификатора С-3. Добавка ЛСТ применялась в количестве 0,2%, СДО — 0,01% и комплекс ЛСТ+СДО в количестве 0,15+0,01% массы цемента. Новые комплексы состояли из добавок: С-3+бентонит+ +СНВ (0,7+5+0,05)% и С-3+кремнеземистая пыль (0,7+5)%.

Введение добавок изменяло состав бетона (при постоянном значении $В/Ц=0,43$ и ОК=1...4 см), расход цемента сокращался с ЛСТ на 7%, с СДО на 4%, с комплексом ЛСТ+СДО на 9% и с новыми комплексами — соответственно на 10, 5 и 0%. Результаты испытаний бетонов с химическими добавками на ТМрз — в табл. 3.

Исследования показали, что присутствие добавок повысило ТМрз бетона. Например, долговечность бетонов на гранитном щебне с добавками увеличилась в 2...3 раза по сравнению с бетоном без добавок. Улучшение ТМрз бетона с химическими добавками обусловливается не только улучшением поровой структуры цементного камня. В значительной мере изменились его деформационные характеристики, что увеличивает способность растворной части снижать напряжения, возникающие главным образом от усадки в зоне контакта крупного заполнителя и раствора при воздействии внешней среды.

Анализ работы бетона в конструкциях безрулонной кровли показывает, что бетон лучше сопротивляется агрессивным воздействиям внешней среды, если на плиту кровли не наносить поверхностные гидроизолирующие покрытия.

При определении долговечности конструкций необходимо учитывать ежесуточное их циклическое нагревание и охлаждение.

Для оценки долговечности бетона безрулонной кровли предложена новая характеристика бетона — термоморозостойкость, а также методика ее определения. Выбор материалов и состава бетона оказывает существенное влияние на ТМрз, которая повышается при применении крупного заполнителя из плотных карбонатных пород, ограничении количества крупного заполнителя в пределах 750...800 л/м³, применении низкоалюминатного портландцемента с содержанием $C_3A=6\%$ и менее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриев А. С., Сергеева И. Г. Повышение долговечности бетона тонкостенных конструкций безрулонной кровли // Тр. ин-та / НИИЖБ. — 1977. — Вып. 38. — С. 67—71.
2. Баженов Ю. М. Критерий оценки поведения бетона в жарком сухом климате // Бетон и железобетон. — 1971. — № 8. — С. 9—11.
3. Миронов С. А., Малинский Е. Н., Вахитов М. М. О термостойкости бетона в условиях сухого жаркого климата // Строительство и архитектура Узбекистана. — 1980. — № 8. — С. 1—5.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.012.45:620.10

С. Г. СТАШЕВСКАЯ, канд. техн. наук, И. А. ЗУЕВ, инж. (ВЗИСИ)

Выявление дефектов железобетонных конструкций

На Архангельском целлюлозно-бумажном комбинате проводили обследование сушильного цеха для выявления существующих дефектов и назначения рекомендаций по их устранению.

Сушильный цех расположен в многоэтажном производственном здании, выполненном в монолитном железобетоне. По конструктивной схеме здание представляет собой каркасную систему. Под воздействием повышенной влажности и выделений газа $ClCO_2$ в цехе постоянно формируется агрессивная среда. Здесь установлено много оборудования, работающего в динамическом режиме, что приводит к разрушению защитного слоя и коррозии арматуры. В связи с этим нарушена эксплуатационная пригодность здания. Для того чтобы устранить существующие дефекты, необходимо прежде всего установить возможность эксплуатации при существующей нагрузке из условий фактической прочности материалов. При этом учитывалась данная среда с наличием возможных или предполагаемых трещин, меняющих условия прочности.

Обследование конструкций проводили в несколько этапов. Вначале предварительно осматривали сооружения и отдельные конструкции. При необходимости сразу намечали мероприятия по их усилению путем временных креплений. Как показала практика, аварийное состояние конструкций наступает прежде всего при наличии разрушенных участков с наклонными сквозными трещинами сдвига в сжатых зонах железобетонных элементов, с раздроблением бетона в сжатых зонах элементов и изгибаемых элементов, косыми трещинами с шириной раскрытия более 0,2 мм в преднапряженных балках первой и второй категорий трещиностойкости. Косые трещины с шириной раскрытия более 0,3 мм наблюдались и в опорных частях балок и ферм, что свидетельствовало о проскальзывании арматуры. Имелись также отколы бетона и продольные трещины на нижней и торцевой гранях балок, что явилось результатом раскалывания торца конструкций. Обстоятельное обследование выявило наличие вертикальных трещин с шириной раскрытия более 0,1 мм в изгибаемых элементах и прогибы этих элементов, превышающие $^1/_{50}$ пролета. В таких условиях естественными были коррозия продольной арматуры, образование трещин более 2,5 мм в растянутых поясах преднапряженных балок и ферм.

Наблюдались дефекты технологического характера. Были обнаружены незаполненные полости в каналах конструкций с пучковой высокопрочной арматурой, изменение цвета, глухой звук при простукивании и отслоение бетона, мелкая сетка трещин на его поверхности или расслоение с прогибом нижнего слоя вместе с рабочей арматурой, повышенная гибкость железобетонных элементов.

После предварительного осмотра и изучения технической документации определяли программу детального обследования всех конструкций. По итогам натурного обследования конструкций составляли ведомость внешних дефектов с зарисовкой всех повреждений и трещин. Измеряли и фиксировали поперечные сечения, пролеты и сопряжения конструкций. Обследование соединений с другими конструкциями выявило действительную схему их работы. Были определены фактические нагрузки, воспринимаемые конструкцией, а также собственная масса конструкций. Важным оказалось правильно оценить крановые нагрузки, выявить их фактические значения, вид и самое невыгодное сочетание.

Расположение, число, диаметр и внешний вид стержней продольной арматуры определяли вырубкой борозд в защитном слое бетона — в середине пролета внизу балки или балочной плиты и у опор. Проверяли также толщину защитного слоя бетона и коррозию арматуры.

Для быстрой оценки несущей способности расчет можно вести по методу разрушающих нагрузок с коэффициентом запаса. Однако образцы арматуры для испытания нужно вырезать лишь в тех местах, где уменьшение сечения арматуры менее опасно. В то же время необходимо предусмотреть восстановление стержня, из которого взят образец, так как приварка накладки подходит не для всех марок стали.

Прочность бетона в конструкции оценивали неразрушающим методом с использованием молотка К. П. Кашкарова.

По материалам натурного обследования состояния несущих и ограждающих конструкций сушильного цеха Архангельского ЦБК с учетом проектных данных Ленгипробума, а также данных по прочности бетона выявлено, что бетон подвесных потолков корродирует снизу, из-за чего при толщине плиты 6 см его прочность на верхних фибрах соответствует в среднем классу В15, а на нижних — классу В3,5. Ребристые покрытия и перекрытия некоторых пролетов не защищены подвесными потолками, корродируют, их состояние значительно хуже. Раскрытие трещин местами превышает расчетное (0,2...0,3 мм), прогибы достигают $^1/_{50}$...$^1/_{100}$ пролета. Последнее стало следствием ползучести бетона. Следы коррозии обнаружены на арматуре открытых подвесок, поддерживающих подвесные потолки. Подвески не окрашены и испытывают постоянное воздействие агрессивной среды. Наружные фахверковые кирпичные стены корпуса находятся в удовлетворительном состоянии изнутри (прочность соответствует классу В3,5...В7,5) и в неудовлетворительном снаружи. Здесь имеются видимые местные разрушения кладки из-за агрессивности среды и больших температурных перепадов. Вследствие большой трудоемкости ремонтных работ целесообразно поэтапно заменять стены (отдельными участками) навесными легкобетонными панелями с надежной облицовкой.

Подробное сопоставление натурных и проектных данных в течение 50 лет показало, что класс бетона на существующем объекте упал с В22,5 до В3,5. Но железобетонные конструкции, защищенные от прямого воздействия газовлажной среды либо подвесными потолками, либо лакокрасочным покрытием, не корродировали. Однако обычные лакокрасочные покрытия, принимаемые для защиты железобетонных конструкций, недолговечны, поэтому было предложено защищать поверхность железобетонных конструкций пластбетоном на основе эпоксидных смол.

Прочность железобетонных конструкций, находящихся за подвесным потолком, не изменилась. Сами же подвесные потолки с внутренней стороны потеряли прочность на глубину до 2 см до класса В3,5. В то же время с продуваемой стороны прочность плит подвесного потолка не изменилась. В связи с этим необходимо добавить, что хорошая вентиляция положительно влияет на сохранность конструкций.

Повысить прочность подвесных потолков можно использованием пластбетона, который к тому же является великолепным антикоррозийным покрытием.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.003:658.387.64

К работе — с позиций сегодняшнего дня

Одной из важнейших строек двенадцатой пятилетки является строительство второй очереди Белоцерковского шинного завода. Здесь будет освоено производство «обуви» для такой высокопроизводительной техники сельского хозяйства, как комбайн Дон-1500.

Основу любой стройки, как известно, составляет растворобетонный узел. По сути, это сердце стройки, так как от обеспеченности товарным бетоном и раствором зависят все операции строительного процесса. Вот почему для нового строящегося гиганта отрасли одним из решающих факторов является успешная работа завода ЖБИ-2 треста Белоцерковхимстрой. В последние годы коллектив предприятия систематически наращивал выпуск продукции, расширял его ассортимент и стремился повышать качество выпускаемых изделий. Так, за прошедшую пятилетку объем реализации продукции увеличился в 1,6 раза, производительность труда возросла в 1,7 раза, а ежегодный прирост производства превысил 10%. Особенно напряженно коллектив работал в 1986 г.

Определенные достижения имеются в улучшении качества выпускаемой продукции, расширении ее ассортимента. Но в условиях перестройки настоятельной становится задача вскрыть все резервы, реализовать все возможности и факторы, способствующие улучшению работы каждого коллектива. Как же выглядит деятельность предприятия именно с этих позиций? В прошедшем году заявки строителей на поставку, например товарного бетона, практически не были удовлетворены сполна. Из-за отсутствия бетона во многом сдерживались работы на подготовительном отделении, при строительстве склада готовой продукции и сырья, вспомогательных корпусов и на многих других объектах. Это дезорганизует работу участков и бригад на строительстве, приводит к неоправданным простоям рабочих. По существу, громадная стройка опирается на старый бетонорастворный узел, введенный в эксплуатацию еще в шестидесятые годы, когда вряд ли предполагалось строительство крупных промышленных объектов в г. Белая Церковь. Фактически узел работал весь год и продолжает функционировать на пределе возможностей — в три смены. Причем времени на профилактический ремонт оборудования не остается, следствием этого являются многочисленные поломки и аварии. Казалось бы, необходимо принять все меры и довести до пуска новый растворобетонный цех мощностью 1100 м³. Но фактически в течение последних лет этого не удается сделать, а отсюда — простои дорогостоящего оборудования. Такое положение характерно и для асфальтобетонного цеха, где также простаивает новейшая установка. Естественно, что пренебрежение к новой технике болезненно сказывается на экономических показателях деятельности предприятия. Достаточно отметить, что на заводе при запланированной в I квартале 1986 г. прибыли 68 тыс. р. фактически получен убыток в 32 тыс. р. И хотя в целом за год получена сверхплановая прибыль свыше 20 тыс. р., данные результаты не могут вызвать большого удовлетворения.

Одним из основных резервов увеличения прибыли, а значит и заинтересованности каждого работника в результатах своего труда, в современных условиях становится соблюдение строжайшего режима экономии. По данному показателю на предприятии имеются значительные резервы.

Так, социалистическими обязательствами на 1986 г. предусматривалось в I квартале сэкономить 150 т цемента, во II квартале — 200, в III квартале — 250. Фактическая экономия составила в I квартале 31 т, во II квартале 1, в III и IV кварталах, как и в целом за год, экономии не было. Основная причина такого положения в отсутствии должного контроля за ходом технологического процесса. По данным строительной лаборатории треста Белоцерковхимстрой, из-за несоблюдения технологической дисциплины на заводе нередки случаи отклонения расхода цемента от утвержденных норм от 1 до 10%. Естественно, что при этом страдает качество выпускаемой продукции. Узким местом на предприятии в течение многих лет являются погрузочно-разгрузочные работы и технология хранения материалов. Простои вагонов, их сход с рельсов, аварии стали частым явлением в деятельности вспомогательных служб предприятий.

Особенно большие потери наблюдаются при разгрузке вагонов. Многие тонны цемента теряются из-за неудовлетворительного процесса перекачки цемента в силосные банки. Очистка подвижного состава не отвечает необходимым требованиям, на предприятии допускается смешение цемента различных марок в местах хранения. Отсюда перерасход цемента, ухудшение качества готовой продукции.

И все же решающим, особенно в условиях перестройки, остается человеческий фактор. Невыполнение заводом социалистических обязательств по экономии металла и расходу электроэнергии во многом объясняется недооценкой именно этого фактора. Недостаточная подготовленность кадров, снижение требовательности к рабочим бетоносмесительного цеха со стороны технологических служб, просчеты в воспитательной работе непосредственно отражаются на экономике работы завода. Максимальная внимательность, полная отдача на каждом рабочем месте всех от мастера до директора — в этом залог повышения эффективности работы всего коллектива.

А. Д. ПАЦЕРА, инж.

На ВДНХ СССР

Глубинный подвесной вибратор

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» представлен электрический глубинный подвесной вибратор ИВ-114, предназначенный для уплотнения бетонной смеси с О. К.=2...:...3 см, слоями толщиной до 1,25 м в неармированных и малоармированных массивных блоках. Вибратор применяется в гидротехническом и промышленном строительстве в качестве навесного оборудования на кран-балках и других механизмах по укладке бетонных смесей.

Он состоит из герметически закрытого корпуса, в верхней части которого расположен электродвигатель, а в нижней — вибрационный механизм. Статор электродвигателя встроен в корпус. Вал ротора опирается на подшипники качения, вмонтированные в подшипниковые щиты. Корпус электродвигателя закрыт крышкой, к которой приварены подвески для крепления вибратора к механизму управления. Вибронаконечник представляет собой цилиндрический корпус, внутри которого находится вибрационный механизм, состоящий из бегунка, вала шпинделя, закрепленного в подшипниках, и упругой муфты. Наружный диаметр вибронаконечника 133 мм, длина 1350 мм. Бегунок, планетарно обкатываясь по конической поверхности сердечника, создает вибрационные колебания корпуса вибратора, частота которых составляет 133 Гц. Габаритные размеры вибратора — 1550×215×215 мм, масса 110 кг.

Вибратор изготовляет Ярославский завод «Красный маяк» (150003, Ярославль, ул. Республиканская, 3).

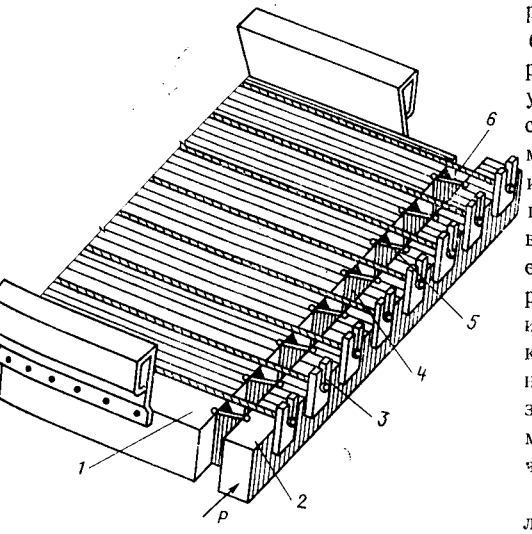
Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.565

Групповое механическое натяжение арматуры

При изготовлении многопустотных преднапряженных панелей перекрытий напряжение арматурных стержней в основном осуществляется путем электротермического нагрева. При выпуске на одной формующей установке 25 тыс. м³ многопустотных панелей в год расходуется 120 тыс. кВт·ч электроэнергии.

На Барановичском комбинате ЖБК Минстроя БССР в 1985 г. разработана и внедрена полуконвейерная линия по выпуску таких панелей размером 6,3×1,5 м. Натяжение всех арматурных стержней на упоры формы осуществляется механическим путем одновременно в течение 2...3 с за один прием, т. е. внедрено групповое механическое натяжение арматуры. Схема работы устройства показана на рисунке. Устройство состоит из формы и подвижной балки с закрепленными на ней упорами с пазами, шарнирных узлов и ограничителей поворота.



Устройство для натяжения арматуры *1* — форма; *2* — подвижная балка; *3* — упоры с пазами; *4* — шарнирные узлы; *5* — ограничители поворота; *6* — арматурные стержни

Оно работает следующим образом: после укладки арматурных стержней в пазы неподвижных упоров с одной стороны формы и подвижных, предварительно придвинутых к форме упоров балки с другой, к ней при помощи гидравлического домкрата прикладывается усилие *P*. Балка подвижно соединена с формой шарнирными узлами, поэтому перемещается в перпендикулярном и продольном направлениях от торца формы до ограничителей поворота. При переходе шарнирными соединениями «мертвой» точки при опирании на ограничители поворота происходит самофиксация подвижной балки с натянутыми на упоры арматурными стержнями. При этом усилие *P* за счет разложения сил значительно меньше суммарного усилия натяжения арматуры и составляет 180...200 кН.

Применение данного метода позволило сократить расход электроэнергии на термонагрев стержней на 1 плиту с 6,86 до 0,138 кВт·ч, которые расходуются на работу насосной станции гидродомкрата для создания усилия *P* на подвижную балку формы. Таким образом, экономия электроэнергии при изготовлении одной плиты составляет 98%.

Кроме значительной экономии электроэнергии имеются и другие достоинства. Полностью исключается укладка бетона на неостывшие горячие стержни, что имело место при их электронагреве, особенно в начале смены, и приводило к снижению несущей способности готовых панелей.

Новая технология позволяет получать стабильное натяжение всех стержней. Производительность труда рабочих при армировании форм повышается в десятки раз. Улучшается эстетика производства.

За время работы с 1985 г. по настоящее время полукоивейерная линия с групповым механическим натяжением арматуры показала высокую эффективность, производительность труда возросла на 7,3%.

В настоящее время на комбинате разработаны чертежи на формы для изготовления многопустотных панелей длиной 9 м.

Групповой метод натяжения внедряется на Барановичском заводе ЖБИ Белсельстроя. Данный метод можно применять и при изготовлении плит размерами 3×12, 6×3 м и др. В 1986 г. на полукоивейерной линии по производству панелей перекрытий размером 6,3×1,5 м изготовлено 27850 м³ изделий.

Чертежи разработаны филиалом ПКТБсОП Стройиндустрия (220000, Минск, ул. Московская, 18).

А. Г. ЗУБИК, инж.
(комбинат ЖБК, Барановичи)

На ВДНХ СССР

Пенополистиролбетонный блок

В объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР МИСИ им. В. В. Куйбышева представляет пенополистиролбетонный блок из самоуплотняющихся масс. Он предназначается для устройства теплоизоляционных слоев в многослойных строительных конструкциях, при теплоизоляции кровель и перекрытий жилых и промышленных зданий.

Представленный материал является легким бетоном, в котором в качестве заполнителя используют подвспененные гранулы бисерного полистирола. Повышение прочности, плотности структуры, снижение открытой пористости осуществляется путем теплосилового воздействия на цементную матрицу. Для получения материала перемешивают подвспененный полистирол, воду, минеральный компонент в лопастной мешалке, заливают формовочную массу в жесткие перфорированные формы и прогревают ее током промышленной частоты до 90...95°С в течение 10...15 мин. Довспенивание полистирола, происходящее при электропрогреве, ведет к уплотнению минеральной матрицы, отжатию физически связанной влаги, формированию плотной структуры.

Средняя плотность такого бетона 200...400 кг/м³, прочность при сжатии 0,46...1,69, при изгибе 0,4...1,12 МПа, коэффициент теплопроводности 0,06...0,09 Вт/м·°С, водопоглощение 9...12%.

Впервые данная технология опробована на заводе Стройдеталь-3 (Москва).

Проектную документацию можно получить по адресу: 129336, Москва, Ярославское ш., д. 26. МИСИ им. В. В. Куйбышева.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 728.003

Экономичное жилищное строительство

Как известно, население земного шара увеличивается ежедневно на 200 тыс. человек, причем интенсивный рост наблюдается в развивающихся странах мира. Это вызывает возрастающую потребность в жилищном строительстве, достаточно быстром и экономичном. Некоторый опыт такого строительства представлен в журнале «Констракшн Индастри Интернейшнл» (№ 3 и 6 за 1987 г.).

Особенностью большинства развивающихся стран является наличие сравнительно недорогой и доступной, но мало квалифицированной рабочей силы, поэтому ключевым моментом проблемы являются производство дешевых строительных материалов и создание соответствующих технологий возведения сооружений.

В 1985 г. в Тунисе был объявлен открытый конкурс на разработку программы экономичного строительства с использованием передового зарубежного опыта. В конкурсе победила итальянская фирма «Тамбурини» из Болоньи, которая разработала и предложила свою концепцию строительства жилья, детализированную с участием тунисских строительных компаний и предусматривающую индустриальное механизированное строительное производство с использованием дешевого местного сырья. Программа включала в себя строительство в местечке Бир Касса Эль-Мури жилого комплекса на 200 одноэтажных домов двух типоразмеров площадью 76 и 91 м² каждый.

Договор предусматривал не только передачу тунисской стороне построенных объектов и технологического оборудования для дальнейшего использования, но и обучение персонала с соответствующей передачей «Ноу-хау». В качестве основного строительного материала фирма предложила неавтоклавный монолитный ячеистый бетон, в котором дефицитный для Туниса крупный заполнитель был исключен.

Итальянская фирма «Понтекс» разработала и поставила две мобильные установки по приготовлению ячеистого бетона, включающие в себя пеногенератор, два радиальных смесителя, бетононасос для укладки смеси, емкость для воды и электрический генератор. Ячеистый пенобетон на основе цемента, песка и воды с введением химических добавок обладал плотностью 1600 кг/м² при прочности на сжатие около 12,5 МПа. Наиболее важными характеристиками материала являлись высокая тепло- и звукоизоляция, огнестойкость, возможность простой обработки, устройства в стеновых панелях различных коммуникаций, проемов и т. д.

Для возведения монолитных стен фирмой «Понтекс» был поставлен комплект щитовой опалубки общей площадью около 1 тыс. м², что позволяло возводить два дома одновременно. Сборные щиты размером до 0,5×2,7 м и массой около 33 кг/м² легко монтировали и фиксировали вручную специальными замками. Учитывая высокую подвижность укладываемой смеси, фирма разработала специальную конструкцию торцевых соединений щитов с высокой степенью герметизации. Точность размеров элементов опалубки обеспечивалась при их изготовлении на роботизированном оборудовании.

Завершение строительства экспериментального жилого комплекса подтвердило высокую эффективность и экономичность предложенного решения. Предполагается, что такая система будет включена в программу жилищного строительства в Тунисе.

Другое решение экономичного жилищного строительства для условия Малайзии предложено финскими фирмами «Пуолиматка Интернейшнл» и «Парма Инжиниринг». В основу проекта жилого квартала на 100 двухквартирных домов площадью 130 м² и стоимостью 12...15 тыс. долл каждый в зависимости от вида отделки положено использование сборных стеновых панелей из цементно-стружечных плит (ЦСП). Стоимость трудозатрат составляет 18% общей стоимости строительства, материалов около 65%, самих плит — примерно 7 долл/за 1 м².

Экономичность проекта определяется параметрами панелей, которые при высокой долговечности, достаточной теплозащите и биостойкости имеют небольшую объемную массу (500...600 кг/м³). Стены можно монтировать вручную из панелей двух типоразмеров высотой 1,7 и 1,3 м. Швы между панелями с предварительно установленными на всю высоту стены арматурными стержнями заполняют цементным раствором.

Скорость строительства домов в условиях Малайзии при отсутствии сложного кранового оборудования составляет 1,5 дома в день, производительность небольшого завода по изготовлению панелей ЦСП — 200...300 шт. в день, что достаточно для монтажа двух домов.

Но возрастающая потребность в жилищном строительстве характерна не только для развивающихся, но и для промышленно развитых государств. В частности, в Швеции в последние годы заметно возросла миграция сельского населения в большие города. В Гетеборге в августе 1986 г. начато сооружение двух жилых комплексов, предназначенных для населения с невысоким доходом. Строительство осуществляет консорциум ведущих шведских строительных фирм *ABV* и *JCC*. Окончание проекта намечено на 1991 г.

В отличие от развивающихся стран стоимость рабочей силы в Швеции высока, поэтому подрядчики выбирают систему, требующую минимума затрат труда при высоком уровне производительности и качества работ. Кроме того, система должна обеспечивать производство работ в течение всего года, включая зимний период.

Фирмы избрали две системы щитовой опалубки «Ханнебек» для стен и перекрытий. Опалубка для стен толщиной 300 мм отличается большой универсальностью, легко монтируется и разбирается, щиты утеплены полистирольными вставками. Гибкость опалубки позволила преодолеть особенности архитектурного проекта, предусматривающего, например, более 140 типоразмеров оконных проемов, бетонные поверхности шести цветов и т. п. Даже при температуре наружного воздуха ниже 0°С практически не требовалось дополнительного тепла для твердения бетона. Главной особенностью опалубки для перекрытий являлись простота и скорость ее монтажа и разборки (12 мин на 1 м² поверхности). В холодную погоду бетон прогревали с помощью греющего шнура. Иногда для своевременного достижения распалубочной прочности повышали класс бетона с В20 до В22,5.

Хотя применение электротермообработки вызывало удорожание бетонных работ на 3 долл/м², сокращение сроков полностью компенсировало эти затраты. Экономичность проекта обеспечена также высокой оборачиваемостью форм, которая составила до 90 в стенах и более 50 в перекрытиях.

В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ,
канд. техн. наук

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69(031)

Справочник строителя

Бетонные и железобетонные работы. Справочник строителя. — М.: Стройиздат, 1987. — 320 с.

В последние годы на стройках все большее распространение получают конструкции из монолитного бетона и железобетона. Совершенствование технологии на новой индустриальной основе делает их вполне конкурентоспособными с полносборными и является предпосылкой для применения во многих областях строительства, включая монолитное домостроение, реконструкцию зданий и сооружений.

В этой связи второе издание справочника по бетонным и железобетонным работам своевременно и отвечает запросам строительной практики. По сравнению с первым изданием 1980 г. справочник содержит более подробные сведения по технологии; характер и направленность содержащейся в нем информации в большей степени отвечают нуждам строительного производства.

В справочнике даны рекомендации по подбору оптимальных составов бетонов с необходимыми методиками их расчета, по подготовке компонентов для бетонов, их дозировке и приготовлению качественных смесей. Отражены вопросы доставки и подачи бетонных смесей с применением современных машин и механизмов.

Производственники найдут в справочнике рекомендации по бетонированию конструкций, зданий и сооружений в различных условиях, включая экстремальные. В книге дана информация о современных способах производства арматурных и опалубочных работ, которую можно использовать как в технологических расчетах планово-предупредительных работ, так и непосредственно при строительно-монтажных работах.

Впервые освещены вопросы технологического проектирования опалубки и опалубочных работ предложены способы выбора технологических вариантов машин, механизмов и опалубок в зависимости от сменного темпа бетонирования и вида возводимых конструкций. Используя эти материалы, производственники смогут повысить качество и снизить затраты комплексной механизации бетонных и железобетонных работ. Полезны также рекомендации по уходу за бетоном, по технологии обработки затвердевшего бетона, в том числе его шлифования, резания, сверления и т. д.

Оценивая рецензируемый справочник в целом положительно, следует при его последующем переиздании учесть некоторые пожелания. Принимая во внимание возрастающие объемы бетонных работ и актуальность затронутых производственных проблем, объем справочника целесообразно увеличить. Структурное расположение материала не соответствует последовательности технологического процесса.

Содержание гл. II не отвечает ее названию. В ней рассмотрено не возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений, как указано, а выполнение опалубочных работ.

Целесообразно включить более подробные сведения, схемы и чертежи по современным техническим средствам доставки и подачи бетонных смесей (автобетононасосы, бункера, их типы, вибропитатели и т. п.), а также расширить сведения по арматурным и опалубочным работам, включая типоразмеры элементов эффективных опалубочных систем с узлами и способами креплений.

Справочник должен содержать более обоснованные рекомендации по современной технологии монолитного домостроения. В нем должны быть более полно отражены вопросы контроля качества работ на всех технологических переделах. Желателен сопоставительный анализ по основным производственным параметрам отечественной технологии с зарубежной.

Коллективом авторов проделана значительная работа по систематизации и обобщению научных достижений и передового опыта, выработке обоснованных практических рекомендаций. Нет сомнений в том, что рецензируемый справочник станет полезным пособием для широкого круга специалистов, занятых возведением зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона.

С. И. КОПЬЕВ, проф.,
заслуженный строитель РСФСР

На ВДНХ СССР

Поризованный арболит

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

Поризованный арболит — эффективный легкий бетон на органических заполнителях, состоящий из минерального вяжущего, органических заполнителей (отходы промышленности и сельского хозяйства), химических добавок, воды, технической пены или воздухововлекающих добавок. Конструкции и изделия из арболита можно изготовлять на обычном формовочном оборудовании действующих предприятий сборного железобетона без нарушения основного технологического процесса, при этом значительно улучшив качество материала. Поризация арболитовой смеси позволяет по сравнению с виброгидропрессованием снизить удельную металло- и трудоемкость изготовления, стоимость изделий и конструкций без ухудшения теплофизических свойств и прочностных характеристик.

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

Экономический эффект с учетом долговечности изделий составил 20,64 р. на 1 м³ бетона.

Впервые производство изделий и конструкций из поризованного арболита осуществлено на Домодедовском заводе строительных материалов и конструкций Главмособлстройматериалов.

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Читательская конференция

В августе прошлого года в Ереване Армянским РП НТО Стройиндустрия и республиканским Советом содействия журналу «Бетон и железобетон» была организована читательская конференция. В ней приняли участие сотрудники проектных, научно-исследовательских организаций, специалисты из Ереванского политехнического института, работники строительных министерств и ведомств республики, а также представители ряда организаций из других республик (РСФСР, Украинской, Белорусской, Эстонской, Грузинской ССР и др.).

С сообщением о деятельности редколлегии и редакции журнала в свете выдвинутых партией задач по ускорению развития экономики страны на основе внедрения в практику достижений научно-технического прогресса и новыми, возросшими в связи с этим требованиями к отраслевой строительной печати, об основных целях и задачах публикаций в новых условиях, о необходимости повышения целенаправленности и качества направляемых в редакцию статей и о других связанных с этим вопросах выступил главный редактор журнала д-р техн. наук, проф. К. В. Михайлов.

В выступлениях участников конференции поднимались проблемы, решение которых должно способствовать повышению эффективности журнала в деле пропаганды отечественных достижений в области бетона и железобетона, ускорения внедрения их в практику проектирования и в строительное производство. Высказывалось пожелание ввести в отдельных номерах журнала рубрику «За круглым столом» и организовать по наиболее важным вопросам встречу с ведущими учеными, специалистами проектных и строительных организаций. Было предложено расширить объемы статей информационного характера о международном опыте, современном положении и перспективах развития наиболее важных направлений в области бетона и железобетона (теория расчета, практика проектирования и строительства). Увеличить объем информации и периодически публиковать материалы об опыте применения новых видов эффективных конструкций, арматуры, об их характеристиках и помещать сведения о заводах-изготовителях.

Высказывалось мнение о том, что необходимо добиться либо увеличения объема журнала, либо создания отдельно нового журнала по преднапряженному железобетону. Выступавшие предлагали шире отражать в журнале результаты анализа причин аварий отдельных зданий и сооружений, имевших место как у нас в стране, так и за рубежом. Для повышения активности авторов и возможности своевременной подготовки ими статей целесообразно заблаговременно сообщать через журнал о готовящихся тематических номерах, планируемых к выпуску в текущем году.

Говорилось, что в связи с переходом на новые характеристики бетонов (классы вместо марок) необходимо в порядке помощи проектировщикам и производственникам опубликовать серию статей по целому ряду вопросов (например, о величине передаточной прочности при различных классах бетона по прочности на сжатие и др.). Было бы полезным помещать на страницах журнала обширные статьи ведущих специалистов страны, касающиеся современного состояния и перспектив развития конкретной проблемы отрасли.

Подытоживая результаты выступлений участников читательской конференции, главный редактор отметил, что их предложения и замечания преследуют цель улучшить качество журнала, поднять его эффективность в деле дальнейшего развития производства и применения прогрессивных бетонных и железобетонных конструкций. При этом он заверил, что материалы конференции будут внимательно рассмотрены, а высказанные рекомендации и предложения учтены в дальнейшей работе редколлегии и редакции журнала.

Т. Г. МАРКАРЯН, зам. директора по научной работе АрмНИИСА

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона НИИЖБ

объявляет конкурс на замещение вакантной должности:

старшего научного сотрудника сектора арматурных изделий лаборатории арматуры.

Срок подачи заявлений — месяц со дня публикации объявления.

Документы направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская, дом 6.

В конкурсе могут принимать участие лица, имеющие ученые степени доктора и кандидата технических наук.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 691.327:666.97—134
Кислотостойкий золошлакобетон / Е. А. Гузеев, А. М. Гиржель, Ю. П. Чернышев и др. // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 6—8.
Получен полимерсиликатный кислогостойкий бетон с заполнителями и наполнителями из зол и шлаков тепловых электростанций. Определены основные свойства бетона. — Табл. 2. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.322
Зощук Н. И. **Влияние крупности заполнителя на прочность бетона** / Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 8—9.
Рассмотрено влияние на прочность бетона крупности заполнителя при постоянных коэффициенте раздвижки зерен последнего и удобоукладываемости смеси и постоянном расходе цемента или постоянном В/Ц. Установлено при этом значение адгезионных свойств поверхности и формы зерен крупного заполнителя, удобоукладываемости бетонной смеси и величины В/Ц. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 666.973.6
Газотермолитобетон на цементно-известковом вяжущем / Б. М. Гладышев, М. Д. Шмандий, Ю. А. Дикий, В. С. Немерцев // Бетон и железобетон. 1988. № 1. — С. 9—11.
Изложен способ улучшения свойств газобетона введением в бетонную смесь в качестве кремнеземистого компонента термолитового песка. Сочетание микропористости термолита и макропористости, созданной газообразователем, приводит к значительному уменьшению средней плотности газобетона. Приведены результаты испытания прочности, теплопроводности и морозостойкости газотермолитобетона. — Ил. 3, табл. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 666.982.24
Кузьмич Т. А. **О минимальном проценте армирования стеновых панелей из легкого бетона** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 11—13.
Приведены результаты исследований балок и стеновых панелей из легкого бетона, позволившие обосновать возможность снижения требований по минимальному армированию стеновых панелей, предусмотренному СНиП 2.03.01—84. Приведена экономическая эффективность снижения расхода арматуры в панелях, толщина которых назначается из теплотехнических требований, при минимальном армировании 0,035%. — Ил. 4. — Библиогр. 3 назв.

УДК 624.15
Жансеитов М. Ф. **Исследование работы ребристых фундаментов стаканного типа** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 13—14.
Показана зависимость прочности стакана на раскалывание от обжатия колонны изгибающим моментом, полученная при испытании ребристых фундаментов стаканного типа. Предложена методика расчета прочности стаканных фундаментов. Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 666.973.2:666.9.055.002
Шилкин П. И., Гончаров И. Т., Белашов А. А. **Многосекционный пневмопригруз для формования изделий из шлакопемзобетонных смесей** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 15—16.
Приведены результаты исследований эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций из шлакопемзобетона, виброуплотняемых с пригрузом. Предложена новая конструкция многосекционного пневмопригруза. — Ил. 1, табл. 2. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 691.327:620.191.33
Азутов В. П., Шаврин В. И. **О трещинообразовании изделий при кассетно-конвейерном производстве** // Бетон и железобетон. — 1988. — С. 16—18.
Рассмотрено влияние неплоскости тепловых сердечников вертикальных форм-вагонеток на трещинообразование в панелях, изготовляемых по кассетно-конвейерной технологии, в момент открывания боковых щитов формовочной установки после кратковременной тепловой обработки. Приведены данные исследований относительных удлинений крайнего растянутого волокна в бетоне панелей. — Ил. 2, табл. 1.

УДК 666.97.035.51
Крылов Б. А., Зырянов А. А. **Кондуктивный прогрев бетонов** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 18—20.
Разработаны новые гибкие электронагревательные устройства, обеспечивающие высокий уровень электробезопасности, надежность и экономичность при эксплуатации. Проведены результаты исследований свойств и структуры бетонов в монолитных протяженных конструкциях, прогретых такими нагревательными устройствами. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 693.556:624.012.45
Петров А. Н., Путилов А. И. **Оптимальные схемы транспортирования и монтажа длинномерных конструкций** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 20—22.
Дан анализ напряженного состояния длинномерной железобетонной конструкции при ее транспортировании и монтаже. Выявлены его особенности при монтаже конструкции с помощью двухветвевого стропа и балансирного ролика. Предложена новая схема строповки, которая снижает изгибающие моменты на 49 и на 23% по сравнению с известными, что дает существенную экономию арматуры. — Ил. 2. — Библиогр. 2 назв.

УДК 621.64:691.175
Емкостное сооружение с плоским днищем из сборных плит с гибкими стыками / Л. М. Поляков, О. Е. Железнов, А. А. Романов, В. И. Садовский // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 22—23.
Рассмотрено строительство емкостного сооружения с плоским днищем из сборных железобетонных плит, стыковые соединения которых заделаны упругоэластичным герметиком. — Ил. 1.

УДК 691.32-496:620.178.4/6
Внуков О. А., Гроздов В. Т. **Особенности деформирования изгибаемых элементов при кратковременном динамическом нагружении** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 23—24.
Приведены результаты исследования деформирования изгибаемых керамзитожелезобетонных элементов при нагружении аварийного типа. Проанализировано влияние высоких скоростей нагружения на коэффициенты неравномерности деформаций. Для определения кривизны и жесткости элементов прямоугольного сечения предлагается теоретическое выражение, обеспечивающее хорошую сходимость с опытами. — Ил. 3. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 624.072.2.539.4
Несущая способность изгибаемых элементов, армированных высокопрочной стабилизированной проволокой / А. И. Семенов, С. С. Пиневич, Т. Б. Дуйшеналиев, В. А. Максимовский // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 24—26.
Приведены результаты исследований прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, армированных стабилизированной и отпущенной проволочной арматурой классов Вр-II и В-II диаметром 5 мм. Установлено, что высокие упругие свойства стабилизированной арматуры обеспечивают повышенную прочность нормальных сечений. Даны рекомендации по определению предельных напряжений и расчетных сопротивлений стабилизированной арматуры классов Вр-II и В-II. — Ил. 2 — Библиогр.: 4 назв.

УДК 628.143.1/5
Гершвальд В. С. **К расчету напорных виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным армированием** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 27—29.
Статья посвящена расчету виброгидропрессованных труб со спирально-перекрестным армированием на действие внутреннего давления. Приведены зависимости для нахождения продольного обжатия трубы и напряжений растяжения, возникающих в защитном слое торца раструбной части. Предложены возможные шаги навивки каркасов для труб разных диаметров и различных прочностных классов. — Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 624.012
Отсмаа В. А. **Определение наиболее опасного по поперечной силе наклонного сечения изгибаемого элемента** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 26—27.
Рассмотрено аналитическое определение длины проекции на ось элемента наиболее опасного по поперечной силе наклонного сечения изгибаемого элемента, загруженного равномерно и линейно распределенными постоянными и временными нагрузками. Расчет производят на основе положений СНиП 2.03.01—84. — Ил. 1.

УДК 691.54:539.4
Каган М. З. **Учет фактической активности цемента в производственных условиях** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 29—30.
Приведены данные по фактической активности цемента, отличающиеся от паспортных. Показаны пути использования этих данных в производственных условиях.

УДК 691.327:691.33
Ларионов А. И. **Золы и шлаки ТЭС для бетона и железобетона** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 33—34.
Приведены данные об объемах образования и накопления золошлаковых отходов ТЭС, их применения в бетонах различных видов, экономии материальных ресурсов и экономической эффективности их утилизации. Показаны потенциальная потребность и уровень применения таких отходов. Изложены задачи поставщика и потребителя по расширению применения золошлаковых отходов.

УДК 691.327:536.485
Самарин Ю. А., Орлов М. Т., Стопич С. И. **Оценка морозостойкости бетонов в производственных условиях** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 35—37.
Обобщен опыт оценки морозостойкости бетонов, выявлены недостатки действующего метода испытаний, показано влияние температуры и среды замораживания на сопротивление бетона морозному разрушению, сформулированы выводы и предложения. — Ил. 2, табл. 3. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327(575.1)
Касимов И. К., Рапопорт П. Б. **Воздействие климата Узбекистана на свойства бетона с добавкой П-20** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 37—39.
Приведены результаты исследования свойств и структуры бетонов с добавкой П-20, твердевших под воздействием климата Узбекистана в течение 1, 3, 6, 12, 18 и 34 мес. Доказаны возможность развития микродефектов структуры пластифицированных бетонов при длительном воздействии климатической среды, повышение чувствительности бетонов к воздействию среды при введении пластификатора П-20. Табл. 4. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 69.022.2:699.82
Дмитриев А. С., Шевченко А. В. **Бетон без поверхностной гидроизоляции для безрулонной кровли** // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — 39—40.
Приведен анализ применяемых в настоящее время гидроизоляционных покрытий и воздействия внешней среды на кровлю. Предложена новая методика определения долговечности бетона безрулонной кровли. Даны рекомендации для получения атмосферостойкого бетона. — Табл. 3. — Библиогр.: 3 назв.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENU

Bazhenov Yu. M., Ivanov Ph. M. Les problèmes actuels d'histoire du béton
Gouzeev E. A., Ghirzhel A. M., Tchernycheuv Yu. P., Pristromko O. A., Movlav V. A. Cendres-laitier-béton résistant aux acides
Zochshuk N. I. L'influence de grandeur de l'aggrégat sur la résistance du béton
Gladychev B. M., Chmandyj M. D., Dikij Yu. A., Nemertsev V. S. Gazthermolitho-béton sur le liant de ciment à la chaux
Kouzmitch T. A. Sur le pourcentage minimal de renforcement des panneaux muraux en béton léger
Zhanseïtov M. Ph. Les études de service des fondations nervurées du type «verre»
Chilkine P. I., Gontcharov I. T., Belachov A. A. Le pneumo-rechargeur multi-sectionne utilisé pour le formage des produits en mélanges de laitier-ponce-béton
Krylov B. A., Zyrjanov A. A. Le rechauffage conductif du béton
Petrov A. N., Poutilov A. I. Les schémas optimaux de transport et de montage des structures prolongées
Vnoukov O. A., Grozdev V. T. Les particularités de déformation des éléments flexibles sous le chargement dynamique de courte durée
Gherchvald V. S. Sur le calcul des conduites vibro-hydro-pressées avec le renforcement en spirales croisées
Kagan M. Z. La considération de l'activité réélle du ciment dans les conditions de production industrielle
Zotkine A. G., Baltakov R. Ph. La destination des compositions du béton avec des cendres
Larionov A. I. Les cendres et les laitiers des stations thermoélectriques pour le béton et le béton armé
Samarine Yu. A., Orlov M. T., Stopitch S. I. L'evaluation de la résistance au gel des bétons dans les conditions de production industrielle
Stachevskaja S. G., Zouev I. A. La mise en évidence des défauts des structures en béton armé

CONTENTS

Bazhenov Yu. M., Ivanov Ph. M. Modern problems of concrete history
Guzeev E. A., Girzhel A. M., Tchernycheuv Yu. P., Pristromko O. A., Movljav V. A. Acid resisting ash-slag-concrete
Zochshuk N. I. Influence of aggregate size on concrete resistance
Gladyshev B. M., Shmandyj M. D., Dikij Yu. A., Nemertsev V. S. Gas-thermolithe-concrete on cement-lime binder
Kuzmitch T. A. Minimum percent of reinforcement of wall panels from lightweight concrete
Zhanseitov M. Ph. Investigation of work of ribbed foundations of «glass cup» type
Shilkin P. I., Gontcharov I. T., Belachov A. A. Multi-section pneumoloader used for moulding of articles from slag-pumice-concrete mixes
Krylov B. A., Zyrjanov A. A. Concrete conductif heating
Petrov A. N., Putilov A. I. Optimum schemes of transportation and mounting of long structures
Vnukov O. A., Grozdev V. T. Peculiarities of straining of bending elements under short-term dynamic loading
Gershwald V. S. Calculation of delivery vibro-hydro-pressed pipes with spiral-crossed reinforcement
Kagan M. Z. Taking into account of real cement activity in production conditions
Zotkin A. G., Baltakov R. Ph. Destination of compositions of concrete with ash
Larionov A. I. Ashes and slags of thermo-electro-stations for concrete and reinforced concrete
Samarin Yu. A., Orlov M. T., Stopitch S. I. Estimation of concrete frost resistance in production conditions
Stashevskaja S. G., Zuev I. A. Revealing of defects of reinforced concrete structures

INHALTSVERZEICHNIS

Bashenow Ju. M., Iwanow F. M. Heutige Probleme des Betonwesens
Gusejew Je. A., Girshelj A. M., Tschernyschjow Ju. P., Pristromko O. A., Mowljaw W. A. Säurebeständiger Aschenschlackenbeton
Sostschuck N. I. Einfluss der Korngrösse des Zuschlagstoffes auf Betonfestigkeit
Gladyschew B. M., Schmandij M. D., Dikij Ju. A., Nemerzew W. S. Gasthermolit-betone unter Anwendung von Zement-Kalk-Bindern
Kusjmitsch T. A. Minimalbewehrungsmenge von Wandplatten aus Leichbeton
Shanseïtow M. F. Untersuchung des Verhaltens von Rippenhüsenfundamenten
Schilkin P. I., Gontscharow I. T., Belaschow A. A. Druckluftauflast mit Mehrsektionen für Formgebung von Erzeugnissen aus Schlackenbimsbetonmischungen
Krylow B. A., Syrjanow A. A. Konduktive Betonerwärmung
Petrow A. N., Putilow A. I. Optimale Förderungs-und Montageschemas von Langmesskonstruktionen
Wnukow O. A., Grosdow W. T. Formänderungsbesonderheiten von auf Biegung beanspruchten Bauelementen bei dynamischer Kurzzeitbelastung
Gerschwaljd W. S. Berechnung von vibrohydrogepressten Druckrohren mit spiralförmiger Kreuzbewehrung
Kagan M. S. Berücksichtigung der vorhandenen Zementaktivität in Produktionsbedingungen
Sotkin A. G., Baltakow R. F. Bestimmung der Betonzusammensetzungen mit Asche
Larionow A. I. Aschen und Schlacken von Wärmekraftwerken für Betone und Stahlbetone
Samarin Ju. A., Orlow M. T., Stopitsch S. I. Bewertung der Frostbeständigkeit von Betonen in Produktionsbedingungen
Staschewskaja S. G., Sujew I. A. Ermittlung von schadhaften Stellen in Stahlbetonkonstruktionen.

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

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова* Корректор *Н. А. Шатерникова*

Сдано в набор 13.11.87. Подписано в печать 04.12.87. Т-21754
Формат 60×90 1/8. Печать высокая. Бумага книжно-журнальная. Усл. печ. л. 6,0. Усл. кр.-отт. 6,75. Уч.-изд. л. 8,69.
Тираж 12278 экз. Зак. № 337. Цена 60 коп.

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Новые изобретения

№ 22*

А. с. 1316827 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Виброударная площадка для уплотнения бетонных смесей в форме** / Н. И. Назаренко, Ю. А. Баранов (СССР); КИСИ.

А. с. 1316831 СССР, МКИ³ В 28 В 21/80. **Форма для изготовления центрифугированных трубчатых изделий и устройство для его осуществления** / А. М. Горшков, В. А. Богачев, И. С. Нахшунов и др. (СССР); НИЛ ФХММ и ТП.

А. с. 1316832 СССР, МКИ³ В 28 В 21/80. **Форма для изготовления центрифугированных трубчатых изделий** / В. В. Тарасов, В. А. Толстик (СССР); Белорусский политехнический ин-т.

А. с. 1316833 СССР, МКИ³ В 28 В 21/94. **Способ кольматации напорных труб из бетонных смесей**/В. М. Сидоренко, Л. А. Герасимович, В. М. Покровский (СССР); Новомосковский завод ЖБИ и Днепропетровский филиал НИИСП.

А. с. 1316834 СССР, МКИ³ В 28 С 5/14. **Привод смесителя для приготовления фибробетонных смесей** / А. Ю. Пышминцев, Б. А. Евсеев (СССР); Челябинский политехнический ин-т.

А. с. 1317074 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/24, 2/36. **Ячеистый заполнитель** / А. Н. Малицкий, В. В. Конько, В. П. Садовский, А. Г. Савицкий (СССР); СПКБ с опытным производством стеклопластиков Ин-та механики АН УССР.

А. с. 1317075 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/44, Е 04 В 1/98. **Многослойная панель** / В. У. Котельников (СССР);

А. с. 1317078 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Устройство для электронагрева и подачи арматурных стержней в упоры формы** / В. М. Капралов, А. А. Мартынов (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1317079 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26. **Устройство для монтажа стеновых панелей** / В. В. Кузнецов, С. И. Работягов, В. В. Колесников (СССР); ПТТ Оргтехстрой ВО Центротяжстрой.

А. с. 1317081 CS, МКИ³ Е 04 Н 12/08. **Дымовая труба** / Иржи Томаш, Владимир Велтрускы (CS); Теплотехна, н. п.

А. с. 1317142 СССР, МКИ³ Е 21 11/10. **Сопло для набрызга бетона** / Э. А. Аманжолов, Б. Х. Кошумов (СССР); Джезказганский НИПИцветмет.

А. с. 1317146 СССР, МКИ³ Е 21 Д 21/00. **Железобетонный анкер** / Ф. Г. Шешеня, А. К. Казбеков, И. И. Синенко и др. (СССР); ВНИИ горно-металлургический ин-т цветных металлов и Текелийское шахтостроительное управление.

№ 23

А. с. 1318364 СССР, МКИ³ В 23 К 11/32. **Линия для сборки и сварки арматурных каркасов** / Ф. М. Гимельфарб, М. Б. Каплан, М. М. Орлова и др. (СССР); СКТБ автоматики и нестандартного оборудования.

А. с. 1318407 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Виброплощадка** / Б. Ф. Брагин, А. С. Коломиец, В. В. Август и др. (СССР); Ворошиловградский машиностроительный ин-т.

А. с. 1318409 СССР, МКИ³ В 28 В 1/52. **Способ изготовления дисперсно-армированных бетонных изделий** / Е. А. Шабловский, Л. П. Типов (СССР); ЛенЗНИИЭП.

А. с. 1318413 СССР, МКИ³ В 28 В 13/02. **Устройство для формования бетонных смесей** / Н. Е. Королев, В. Е. Зубкин, А. И. Дмитриев и др. (СССР).

А. с. 1318414 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. **Смеситель** / Ю. В. Суровегин, Л. А. Сиваченко, В. И. Баловнев, В. В. Моисеенко (СССР); Могилевский машиностроительный ин-т и МАДИ.

А. с. 1318415 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. **Вибрационный смеситель** / В. В. Моисеенко, А. А. Сиваченко, Ю. В. Суровегин и др. (СССР); Могилевский машиностроительный ин-т и МАДИ.

А. с. 1318418 СССР, МКИ³ В 28 Д 1/04. **Установка для резки железобетона**/ В. А. Талалаевский (СССР).

А. с. 1318569 СССР, МКИ³ С 04 В 26/12. **Полимербетонная смесь** / Ш. Махмудов, М. К. Асамов, В. И. Соломатов и др. (СССР); Среднеазиатский НИИ ирригации.

А. с. 1318668 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/60, 1/38. **Вертикальный стык панелей и внутренних стен** / В. М. Бадьев, А. И. Арочов, В. И. Станов (СССР); СибЗНИИЭП.

А. с. 1318671 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/0,6, Е 04 В 5/02. **Ячеистобетонная плита перекрытия** / А. Е. Биховскис, А. А. Лаукайтис, А. Ш. Гольдфарб (СССР); ВНИИ теплоизоляционных и акустических строительных материалов и изделий.

А. с. 1318673 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/08. **Опалубка монолитных стен** / И. В. Китанин, Н. Н. Борисов, В. А. Вишневский, В. С. Уваров (СССР); Ростовский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1318674 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/04. **Бетононасос** / В. Г. Холодинский, Г. И. Холодинский, А. Г. Холодинский (СССР); Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т организации и управления строительством.

А. с. 1318675 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. Устройство для натяжения арматурных стержней / Б. Р. Минкин, А. В. Овчинников (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1318677 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Устройство для отделения арматурных сеток от пакета** / В. Е. Петрачков, В. М. Капралов, А. В. Нестеров, Л. В. Жихарев (СССР); КТБ Стройиндустрия.

№ 24

А. с. 1320066 СССР, МКИ³ В 28 В 3/00. **Установка для формования изделий из бетонных смесей** / А. П. Демчук, А. Ю. Драневич, В. Н. Пивоварчик (СССР); ПКТБ с опытным производством Минпромстроя БССР и Завод облицовочной плитки из естественного камня.

А. с. 1320067 СССР, МКИ³ В 28 В 7/02. **Способ сборки опалубки** / А. Ф. Гурский (СССР).

А. с. 1320068 СССР, МКИ³ В 28 В 7/22. **Форма для изготовления изделий из вспучивающихся бетонных смесей** / С. А. Волков, С. Л. Словицкий (СССР); ЛИСИ.

А. с. 1320069 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. **Установка для пропитки бетонных и железобетонных изделий** / И. Д. Омельченко, А. В. Смирнов, Д. А. Угничус и др. (СССР); Отдел водного хозяйства промпредприятий ВНИИводгео.

А. с. 1320071 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. **Смеситель** / П. К. Лазарюк, И. Н. Микитюк, М. Т. Ларионов и др. (СССР); НИИСМИ.

А. с. 1320190 СССР, МКИ³ С 04 В 26/12. **Полимербетонная смесь** / В. И. Соломатов, С. Л. Ли, Ш. Махмудов, М. Л. Балабанцев (СССР); Среднеазиатский НИИ ирригации.

А. с. 1320191 СССР, МКИ³ С 04 В 26/24. **Полимербетонная смесь** / А. К. Гармуте, А. А. Амбрасас (СССР); ЛитНИИСиА.

А. с. 1320193 СССР, МКИ³ С 04 В 28/00, 20/10. **Бетонная смесь** / Г. В. Мурашкин, И. В. Афанасьев (СССР); Куйбышевский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1320196 СССР, МКИ³ С 04 В 28/34. **Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона** / А. А. Новопашин, А. И. Хлыстов (СССР); Куйбышевский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1320200 СССР, МКИ³ С 04 В 38/02, 28/08. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона** / Н. И. Федынин, Г. Г. Абгарян, А. К. Блохина (СССР); Новокузнецкое отделение УралНИИстромпроекта и Новокузнецкий ДСК.

А. с. 1320201 СССР, МКИ³ С 04 В 38/10. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона** / М. Г. Габидуллин, М. С. Низамов, И. А. Рыбьев, М. Г. Алтыкис (СССР); Казанский инженерно-строительный ин-т и ВЗИСИ.

А. с. 1320202 СССР, МКИ³ С 04 В 40/02. **Способ изготовления бетонных изделий** / Г. В. Михайленко, В. И. Соломатов, А. А. Гара и др. (СССР); Одесский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1320354 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Стыковое соединение стеновых панелей с плитами перекрытий** / В. С. Манасян, Г. Ф. Седловец (СССР); МНИИТЭП.

А. с. 1320355 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Стыковое соединение наружных стеновых панелей** / В. Т. Павлов, В. И. Павлов, Г. Н. Абросимова (СССР); ЛенЗНИИЭП.

А. с. 1320361 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/26, 2/38. **Стеновая панель** / А. Ф. Жарков, Л. А. Коробов, И. Е. Путляев, А. А. Кащеев (СССР); Волгоградский инженерно-строительный ин-т

А. с. 1320362 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/46. **Стеновая панель** / А. П. Кротов, П. М. Кузьмич (СССР); НИИСФ.

А. с. 1320363 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/08, В 28 В 1/50. **Устройство для глубинного уплотнения бетонной смеси** / Ю. Г. Граник, С. Ю. Гайдуков, А. И. Шаройко (СССР); ЦНИИЭП жилища.

---

* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

№ 25

А. с. 1321588 СССР, МКИ³ В 28 В 5/04. **Технологическая линия для изготовления комплексных плит покрытий** / А. И. Семенов, Ю. В. Волконский, Е. А. Гирская (СССР); Гипростроммаш.

А. с. 1321590 СССР, МКИ³ В 28 С 5/02. **Смеситель** / Л. А. Сильченко, В. Л. Сильченко (СССР); Центральный межведомственный ин-т повышения квалификации руководящих работников и специалистов строительства.

А. с. 1321713 СССР, МКИ³ С 04 В 28/24. **Бетонная смесь** / Я. И. Швидко, В. С. Эпштейн, Е. В. Соболев и др. (СССР); МИИТ.

А. с. 1321795 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/32, 2/50. **Панель ограждения** / Н. М. Макунина, В. Н. Овчинников, А. К. Кузьмин и др. (СССР); Гипроспецлегконструкция.

А. с. 1321797 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/28. **Подвижная опалубка** / А. Ф. Мацкевич, А. Н. Мацкевич (СССР); Горьковский инженерно-строительный ин-т.

№ 26

А. с. 1323391 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Устройство для уплотнения бетонных смесей в форме** / В. Л. Иносов, И. И. Назаренко, Ю. А. Баранов (СССР); КИСИ.

А. с. 1323392 СССР, МКИ³ В 28 В 1/50. **Способ изготовления предварительно напряженной железобетонной панели** / Ю. З. Борю, В. И. Кравченко, А. П. Лихопуд и др. (СССР); Запорожское отделение НИИСК и ПО Запорожжелезобетон.

А. с. 1323393 СССР, МКИ³ В 28 В 3/20. **Способ формования полых бетонных элементов** / В. А. Вознесенский, Б. В. Жадановский, Е. Д. Козлов и др. (СССР).

А. с. 1323394 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. **Способ изготовления железобетонных изделий** / А. Н. Атласов, Г. И. Книгина (СССР); Новосибирский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1323396 СССР, МКИ³ В 28 В 21/54. **Раструбообразователь форм для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей** / Ю. Н. Русанов, А. С. Вишневский, Е. П. Уваров и др. (СССР); Ворошиловградский филиал НИИСП.

А. с. 1323397 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. **Смеситель** / Л. А. Сизаченко, Ю. В. Суровегин, В. И. Баловнев, В. В. Моисеенко (СССР); Могилевский машиностроительный ин-т и МАДИ.

А. с. 1323398 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. **Вибросмеситель** / О. И. Лукьяненко, Л. А. Сиваченко, А. М. Кургузиков, В. В. Моисеенко (СССР); Могилевский машиностроительный ин-т.

А. с. 1323678 СССР, МКИ³ Е 04 В 2/92. **Ограждающая конструкция** / И. Ю. Семенцова (СССР)

А. с. 1323682 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/03, 5/12. **Арматурный элемент** / Н. А. Маркаров, Р. Ш. Шарипов, В. В. Фигаровский (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1323685 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий** / В. Ф. Добринский (СССР); Ленинградский филиал Всесоюзного ин-та Оргэнергострой.

А. с. 1323686 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26, В 66 С 1/14. **Захват устройства для подъема и монтажа строительных блоков** / Э. З. Жуковский, А. П. Зарудский, В. Ф. Шабля (СССР). МНИИТЭП.

№ 27

А. с. 1324849 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Устройство для контроля уплотнения бетонной смеси** / В. Р. Абрамовский, В. П. Глуховский, А. Н. Гурский (СССР); НИИСК.

А. с. 1324850 СССР, МКИ³ В 28 В 5/00, 5/04. **Конвейерная линия для формования железобетонных изделий** / М. И. Фиш (СССР); ВНИИжелезобетон.

А. с. 1324851 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. **Устройство для очистки форм** / В. М. Барков, Г. П. Холодков, П. И. Кондрашов, С. И. Гелеверя (СССР); Целиноградский филиал Индустройпроекта.

А. с. 1324852 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. **Заглаживающее устройство** / И. И. Терехин, Г. Н. Агеева, Ф. Г. Габибов, В. А. Бабаев (СССР); Азербайджанский НИИСиА.

А. с. 1325033 СССР, МКИ³ С 04 В 28/02, 24/28. **Бетонная смесь** / И. Е. Путляев, В. И. Савин, А. В. Вивденко, Н. С. Фоминых (СССР), НИИЖБ.

А. с. 1325037 СССР, МКИ³ С 04 В 41/62. **Композиция для пропитки бетона** / С. Г. Васильев, Г. И. Васильева, И. Н. Мурзакова (СССР); Белорусский ин-т инженеров железнодорожного транспорта.

А. с. 1325141 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/18. **Узел соединения полых железобетонных колонн с элементами перекрытия** Р. А. Гершанок, А. В. Иванов, С. Г. Смирнов и др. (СССР); ПИ № 1.

А. с. 1325142 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/20. **Стыковое соединение ригеля с колонной железобетонного каркаса здания** / М. М. Сукнов, В. В. Каравадин, Л. В. Петровский, Э. М. Скрыпин (СССР); Киевский филиал ГипроНИИполиграфпрома.

А. с. 1325143 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Стык наружных стеновых панелей** / Е. П. Гуров (СССР); ЛенЗНИИЭП.

А. с. 1325144 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/58, 1/24. **Узловое соединение пересекающихся стержней** / С. И. Аванесов, А. С. Марутян, В. И. Трофимов и др. (СССР); НИИСиА Госстроя АрмССР.

А. с. 1325145 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/58, 1/24. **Узел соединения стержней пространственного каркаса** / С. И. Аванесов, А. С. Марутян, В. И. Трофимов и др. (СССР); НИИСиА Госстроя АрмССР.

А. с. 1325147 СССР, МКИ³ Е 04 В 5/43. **Сборное железобетонное безбалочное перекрытие** / С. Ю. Цейтлин, С. Н. Вильнер, О. П. Дмитриева, Ю. С. Гуревич (СССР); НИЛ ФХММ и ТП.

А. с. 1325148 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/04, 5/03. **Листовой или полосовой арматурный элемент** / Э. В. Белозеров, Г. С. Кобринский, В. Г. Родин, Д. Е. Шнейдер (СССР); ЛатНИИЭС.

А. с. 1325149 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/22. **Двухслойная панель** / Б. Л. Аронов, В. М. Косогов, Б. А. Смотрицкий и др. (СССР); ПИ № 2 Госстроя СССР.

А. с. 1325151 СССР, МКИ³ **Арматурный стержень периодического профиля** / И. П. Видишев, Ю. В. Гончаров, С. И. Ермаков и др. (СССР); Днепропетровский металлургический ин-т.

А. с. 1325152 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/07. **Арматурный элемент** / В. И. Кулиш, С. А. Сакович, В. И. Данилевский (СССР); Хабаровский политехнический ин-т.

А. с. 1325153 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/16. **Фиксатор для пересекающихся арматурных стержней** / В. К. Серегин (СССР); ЦНИИОМТП.

А. с. 1325154 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/08. **Способ возведения из крупнопористого бетона монолитных стен с проемами** / Л. Д. Тарасенко, К. Н. Раткевич (СССР); Гомельпромстрой.

А. с. 1325155 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/02. **Пневматический бетононасос** / А. В. Плужников, В. Н. Шмигальский (СССР); Краснодарский политехнический ин-т и Симферопольский филиал Днепропетровского инженерно-строительного ин-та.

А. с. 1325156 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26. **Установка для сборки и монтажа оболочек покрытия конвейерным методом** / В. Л. Волков, О. А. Кокорин, Б. Н. Ходулин и др. (СССР); ПТТ Оргтехстрой.

№ 29

А. с. 1328208 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. **Форма для изготовления предварительно напряженных железобетонных элементов** / В. М. Телятников, В. Н. Шмигальский, А. В. Плужников (СССР); Краснодарский политехнический ин-т.

А. с. 1328209 СССР, МКИ³ В 28 В 17/02. **Устройство для непрерывного разогрева бетонной смеси** / Л. М. Колчеданцев, Г. Н. Седаков, А. И. Борец и др. (СССР); ЛИСИ.

А. с. 1328327 СССР, МКИ³ С 04 В 20/10, 40/00. **Способ приготовления растворных и бетонных смесей** / Ю. П. Гладких, В. В. Ядыкина, В. И. Завражина, Ш. М. Рахимбаев (СССР); Белгородский технологический ин-т строительных материалов.

А. с. 1328328 СССР, МКИ³ С 04 В 22/06. **Бетонная смесь** / А. Г. Зоткин, Н. Л. Домашевский, В. А. Зарак и др. (СССР); Иркутский филиал ВНИПИ алюминиевой, магниевой и электродной промышленности и Иркутский политехнический ин-т.

А. с. 1328330 СССР, МКИ³ С 04 В 26/18. **Полимербетонная смесь** / А. Д. Корнеев, В. И. Соломатов, В. Н. Козомазов, Г. Е. Штефан (СССР); Липецкий политехнический ин-т.

А. с. 1328459 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/08. **Предварительно напряженное сводчатое покрытие** / А. А. Токарев, Э. Б. Лукашевич (СССР); Ростовский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1328460 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/08. **Свод** / А. В. Сирота (СССР).

А. с. 1328461 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/46. **Внутренняя стеновая железобетонная панель с дверным проемом** / А. Н. Соколов, В. А. Островский, А. М. Кожуринцев (СССР); СКБ Кассетдеталь.

А. с. 1328464 СССР, МКИ³ Е 04 G 23/02. **Устройство для усиления железобетонных ригелей** / И. Ф. Буш, Б. А. Гарагаш (СССР); Волгоградский инженерно-строительный ин-т.

Индекс 70050 60 коп.
ISSN 0005-9889 Бетон и железобетон, 1988, № 1, 1—48

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru