

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

12

1985





Индустриальная технология производства штампованных закладных деталей

На ВДНХ СССР в отраслевом павильоне «Строительство» демонстрируются новые разработки штампованных закладных деталей, представленные различными организациями.

В ЛатвССР осваивается массовое производство разработанных в ЛатНИИСтроительства крепежных и строповочных деталей со штампованными полосовыми анкерами повышенной несущей способности, оснащенными объемно-просечными анкерными усилениями.

Конструкция объемно-просечного анкера определяет технологию изготовления деталей на просечных высокоиндустриальных штампах. Строповочные детали выполняют только штампованными, большинство крепежных деталей — штампованно-сварными. Основой всех деталей является унифицированный полосовой анкер сечением 5×20 мм длиной 485 мм с двумя объемно-просечными усилениями на концах.

Анкеры выштамповывают на двухпросечных штампах, разработанных специалистами Экспериментально-механического завода Минстройматериалов ЛатвССР. Полосовые анкера приваривают к пластинам закладных деталей контактно-рельефной точечной сваркой (наклонные анкера) либо сваркой в глубоко выштампованные отверстия, дуговой сваркой или сваркой под слоем флюса на машинах АДФ (нормальные анкера).

Внедрение такой технологии изготовления крепежных и строповочных деталей со штампованными полосовыми анкерами сокращает трудоемкость их изготовления на 30—40% и дает экономический эффект от применения 1 т деталей в 350—400 р.

Производство данных деталей организовано на Экспериментально-механическом заводе Минстройматериалов ЛатвССР. Объем их производства в 1983 г. составил около 400 т.

В настоящее время производство аналогичных строповочных деталей освоено на заводе КПД Сыктывкарского ДСК объединения «Комитяжстрой». Подготовка и освоение строповочных и крепежных деталей ведется в системе Главленинградстроя, объединения «Волготрансстрой» (г. Куйбышев), в тресте Промстройматериалы Главсредазирсовхозстроя (Ташкент).

Штампованные строповочные двухветвевые закладные детали с объемно-просечными усилениями на концах изготавливают из полосовой стали путем холодного штампования. По сравнению с петлевыми закладными деталями обладают повышенной несущей способностью, которая достигается в результате вовлечения бетона изделия в зоне анкерки в работу на выкалывание. Штампованные строповочные детали рассчитаны на подъем изделий сборного железобетона с помощью унифицированных грузозахватных приспособлений (чалочных крюков). Их внедрение сокращает расход металла на 40—50%, трудоемкость изготовления в 1,5—2 раза. Номенклатура изделий сокращается в 10—15 раз.

Такие детали предназначены для подъема изделий из тяжелого и легкого бетонов при их расформовке и монтаже.

Грузоподъемность строповочных деталей в зависимости от сечения заготовки равна при 5×20 мм — 11,3 кН, 6×20 мм — 13,5 кН, 6×30 мм — 20,3 кН, 8×30 мм — 27,2 кН. Глубина заделки деталей в изделия зависит от марки бетона и определяется расчетом на выкалывание и откалывание бетонного конуса. Для производства 1000 деталей сечением 5×20 мм потребуется 380 кг полосовой стали Вст 3пс6 или Вст3 сп5, сечением 6×20 мм — 650 кг, 6×30 мм — 2000 кг.

Конструкция штампованно-сварных крепежных деталей для изделий сборного железобетона основана на использовании унифицированных полосовых анкеров с объемно-просечными усилениями на концах, обладающих повышенной несущей способностью. Деталь состоит из стальной пластины требуемых размеров и одного или двух унифицированных полосовых анкеров сечением 5×20 мм и длиной 485 мм. Путем гибки ан-

керного элемента под заданным углом и приварки к пластине получают различные типы штампованно-сварных закладных деталей. Использование деталей такой конструкции позволяет упростить технологию их изготовления и сократить металлоемкость на 30—40%.

Штампованно-сварные крепежные закладные детали предназначены для соединения при монтаже строительных конструкций из ячеистых, легких и тяжелых бетонов.

Их изготавливают из стали Вст3 кп2 по ГОСТ 380—71. Толщина пластины 6 мм, анкеров — 5 мм. Детали рассчитаны на действие сдвиговых нагрузок до 50 кН и на совместное действие сдвигающих и растягивающих усилий.

Дополнительные сведения можно получить в ЛатНИИСтроительства по адресу: 226012, Рига, ул. Кр. Барона, 99.

НИЛ ФХММ и ТП Главмоспромстройматериалов разработана технология и оборудование для изготовления облегченных штампованных закладных деталей железобетонных изделий методами контактно-рельефной сварки и тавровой сварки в глубоко выштампованные отверстия.

Метод контактно-рельефной сварки закладных деталей типа «открытый столик» заключается в следующем. В пластине на универсальном штампе ШУ выбивают рельефы, к которым на контактной точечной машине с помощью специального сварочного узла (МТС-6М — для диаметров 8...14 мм и МТС-5к для диаметров 14...25 мм) приваривают втавр анкерные стержни.

Преимуществом метода, по сравнению со сваркой под слоем флюса, является большая экономия металла, так как металлоемкость закладных деталей снижается на 25—30% за счет уменьшения соотношения между толщиной пластины и диаметром анкера, и сварочного флюса. Внедрение этой технологии позволяет получать качественные сварные соединения благодаря стабильности процесса контактной сварки, улучшает условия труда сварщика.

Метод тавровой сварки в глубоко выштампованные отверстия закладных деталей типа «закрытый столик» состоит в том, что в пластинах вместо сверловки и раззенковки на штампе ШУ за один ход процесса пробивают отверстия и выштамповывают глубокий рельеф.

Преимущество этого метода — в экономии металла (благодаря снижению металлоемкости закладных деталей) в среднем на 30% в результате повышенной прочности соединения с выштамповкой, в экономии электродов за счет уменьшения количества наплавленного металла, а также в снижении трудоемкости изготовления закладных деталей.

В 1982 г. трестом Оргтехстрой Главжуралстроя совместно с НИЛ ФХММ и ТП оказана техническая помощь заводу КПД и СК ПСМО Челябинскгражданстрой и тресту Магнитострой во внедрении технологий контактно-рельефной сварки и тавровой сварки в глубоко выштампованные отверстия для закладных деталей железобетонных изделий серий ИИ-04 и ИИ-20.

Трестом Оргтехстрой разработаны альбомы штампованных закладных деталей для серий 111-121 и 97/1.

В течение 1983 г. на заводе Ремстройдормаш по заказу треста Оргтехстрой изготовлено восемь комплектов оборудования (штампов и сварных узлов) и оказана техническая помощь во внедрении технологии изготовления штампованных закладных деталей заводом ЖБИ-1 и ЖБИ-2 треста Челябинскгражданстрой, КПД и СК ПСМО Челябинскгражданстрой и заводу КПД треста Уралавтострой.

Экономический эффект от внедрения штампованных закладных деталей составляет около 81,4 р. на 1 т закладных. При этом достигается экономия 320 кг металла, 71 кг электродов, 43 кг сварочного флюса.

Дополнительные сведения можно получить в НИЛ ФХММ и ТП по адресу: 105058, Москва, Тацкая, 46.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Навстречу XXVII съезду КПСС

Величественные перспективы 2

Трибуна соревнующихся

Ковальчук В. А., Савченко Н. А. Не останавливая производства 3

Монолитный бетон и железобетон

Долгинин Е. А. Перспективы применения монолитного бетона и железобетона 4

Крылов Б. А., Кузьмин А. В. Электропроводящие свойства бетона с пластифицирующими добавками 6

Топчий В. Д. Унификация инвентарной опалубки и арматурных изделий для монолитных бетонных конструкций 7

Чирков Ю. Б. Безвибрационные методы бетонирования монолитных конструкций и сооружений 9

Жадановский Б. В., Новицкий Н. В. Техническое оснащение бетоносмесительного хозяйства 10

Головнев С. Г., Алабугин А. Н., Юнусов Н. В. Раннее нагружение уложенного в зимнее время бетона 12

Харченко А. В., Рымар Ю. И. Исследование прочности контакта сборно-монолитных конструкций при действии многократно повторных нагрузок 14

Конструкции

Габрусенко В. В., Гришанов Л. Д., Якушин В. А., Храмцов А. И., Напалков В. В. Арочные решетчатые балки пролетом 18 м 16

Бетоны

Макеева Л. А., Ярмаковский В. Н., Истомин А. С. Прочность и деформативность конструкционного керамзитоперлитобетона 18

Арматура

Краснощеков Ю. В. Сопротивление растянутой арматуры при смешанном армировании 20

В помощь проектировщику

Меламут Л. Ш. Расчет прогибов изгибаемых элементов постоянного сечения по приведенной жесткости 21

Использование промышленных отходов

Житкевич Р. К. Бетоны на отходах камнепиления с использованием золы 23

Долговечность

Шестеркина Н. Ф., Супран Ю. А. Стойкость полимерсиликатных бетонов в средах производства сульфата аммония 24

В Госстрое СССР

Прозоровский Г. Н. Активнее внедрять эффективные разработки 26

Библиография

Шубенкин П. Ф. Об использовании отходов в строительстве 27

Содержание журнала «Бетон и железобетон» за 1985 г. 28

12

[369]
декабрь 1985



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА

© Стройиздат, 1985

ВЕЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Трудовой ритм и общественно-политическая жизнь нашей страны в эти дни определяются подготовкой к XXVII съезду КПСС. Повсеместно ширится размах социалистического соревнования за достойную встречу очередного партийного съезда, за успешное выполнение и перевыполнение заданий одиннадцатой пятилетки.

В обстановке высокого идейно-нравственного и трудового подъема 15 октября 1985 г. состоялся очередной Пленум ЦК КПСС. Он обсудил вопросы о проекте новой редакции Программы Коммунистической партии Советского Союза, об изменениях в уставе КПСС и о проекте Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года.

С докладом на Пленуме выступил Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев.

Эти важнейшие документы опубликованы в печати для обсуждения в партии, трудовых коллективах, в самых широких слоях населения страны. Итоги этого всенародного обсуждения будут учтены при окончательном рассмотрении и утверждении на XXVII съезде КПСС.

В материалах Пленума и проекте Основных направлений отмечено, что в ходе выполнения решений XXVI съезда КПСС сделан новый крупный шаг в подъеме благосостояния советских людей, развитии всех отраслей экономики нашей страны. Национальный доход повысился по сравнению с 1980 г. на 17%. На укрепление материально-технической базы народного хозяйства, строительство жилья, социально-культурных и других объектов направлено более 840 млрд. р. капитальных вложений, введено в действие свыше тысячи новых современных промышленных предприятий.

Прирост промышленной продукции составил 20%, ускоренными темпами росло производство предметов потребления. Выполняется Энергетическая программа СССР, ускоренно развивалась атомная энергетика, на долю которой приходится десятая часть всей вырабатываемой в стране электроэнергии.

Неуклонно претворялась в жизнь аграрная политика партии, последовательно осуществлялась Продовольственная программа СССР. Среднегодовой объем валовой продукции сельского хозяйства возрос на 6% и достиг 131 млрд. р., реальные доходы на душу населения увеличились на 11%. Выплаты и льготы из общественных фондов потребления возросли на 25% и достигли в 1985 г. в расчете на душу населения около 530 р. Розничный товароборот повысился на 16%, а объем бытовых услуг населению — на одну треть. Введены в эксплуатацию дома общей площадью свыше 550 млн. м², что позволило улучшить жилищные условия более 50 млн. чел.

Пятнадцатилетие, в которое вступает наша страна, — важный исторический период на пути совершенствования социализма, строительства коммунизма. Высшей целью экономической стратегии партии был и остается неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа. Реализация этой цели в предстоящем периоде требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса.

В решении стратегических задач предстоящего пятнадцатилетия важнейшая роль принадлежит двенадцатой пятилетке. Она должна стать поворотной на всех направлениях экономического и социального развития страны.

Главная задача двенадцатой пятилетки состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции производства, интенсивного использования созданного производственного потенциала, совершенствования системы управления, хозяйственного механизма и в достижении на этой основе дальнейшего подъема благосостояния советского народа.

Для этого предстоит одновременно решать широкий круг задач, связанных с улучшением жизни людей, достижением динамичного развития всех отраслей народного хозяйства и поддержанием на должном уровне обороноспособности страны.

Национальный доход, используемый на потребление и накопление, необходимо увеличить на 19—22%. Весь прирост национального дохода будет обеспечен за счет повышения

производительности общественного труда. Выпуск промышленной продукции возрастет на 21—24%, в том числе средств производства — на 20—23% и предметов потребления — на 22—25%. Опережающими темпами будут развиваться обрабатывающие отрасли промышленности при увеличении выпуска продукции топливно-сырьевых отраслей. Растущие потребности страны в топливе и энергии будут удовлетворяться главным образом за счет всемерной экономии этих ресурсов.

Предстоит значительно ускорить развитие машиностроения, повысить его технический уровень, осуществить намеченную программу реконструкции и модернизации металлургии, ускорить темпы химизации и электрификации народного хозяйства. Необходимо обеспечить реализацию Продовольственной программы СССР, сбалансированное развитие отраслей агропромышленного комплекса, значительное повышение эффективности использования выделяемых им ресурсов.

Среди основных задач экономического и социального развития страны на предстоящую пятилетку стоит необходимость увеличения производительности труда в целом по народному хозяйству на 20—23%, в том числе в промышленности на 23—25%. Делом первостепенной важности следует считать коренное повышение качества продукции. Необходимо усилить режим экономии всех видов ресурсов, ускоренно осуществлять переход к ресурсосберегающим и безотходным технологиям.

К концу двенадцатой пятилетки по сравнению с 1985 г. предстоит обеспечить в народном хозяйстве в целом экономию органического топлива в количестве 200—230 млн. т усл. топлива; экономию проката черных металлов в объеме 12—14 млн. т; в строительстве — снижение удельного расхода проката черных металлов на 13—15%, цемента на 8—10% и лесных материалов на 10—12%. Себестоимость продукции и работ в промышленности необходимо снизить на 4—5%, в строительстве — на 2—3%, в сельском хозяйстве (в совхозах) — на 5—7%.

Основными задачами тяжелой промышленности в двенадцатой пятилетке являются обеспечение народного хозяйства топливно-сырьевыми ресурсами, машинами, оборудованием и другими современными средствами производства, увеличение выпуска высококачественных товаров для населения, повышение эффективности работы ее отраслей.

В строительстве, дорожном и коммунальном машиностроении необходимо сосредоточить внимание в первую очередь на изготовлении машин, механизмов, инструментов и другой продукции, позволяющих значительно повысить технический уровень строительного производства, резко сократить применение ручного труда. Предстоит обеспечить производство комплектов машин, средств механизации и инструмента, необходимых для комплексной механизации строительных процессов, увеличить изготовление автоматизированных стационарных и передвижных бетоносмесительных установок, подъемных устройств для крупноблочного монтажа, автоматизированных линий для промышленности строительных материалов.

Производительность труда в промышленности строительных материалов в двенадцатой пятилетке повысится на 16—18%, себестоимость продукции снизится на 4—5%. Будет развиваться производство эффективных строительных материалов, шире станут использоваться материалы попутной добычи, вторичное сырье и отходы других отраслей промышленности. К концу будущей пятилетки производство цемента должно достигнуть 140—142 млн. т, улучшится его качество.

Основной задачей капитального строительства в предстоящем пятилетии является создание и ускоренное обновление основных фондов народного хозяйства, предназначенных для развития общественного производства и решения социальных задач, кардинальное повышение эффективности строительного производства. За пятилетку капитальные вложения в народное хозяйство увеличатся на 18—21%, объем подрядных работ возрастет на 15—16%. При этом производительность труда в строительстве должна повыситься на 15—16%.

Сейчас широко развернулось и идет по всей стране активное обсуждение материалов октябрьского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС.

УДК 69.003:658.387.64

В. А. КОВАЛЬЧУК, Н. А. САВЧЕНКО, инженеры
(завод ЖБИ № 1 ДСК № 3 Главкиевгорстроя)

Не останавливая производства

Коллектив завода железобетонных изделий № 1 ДСК № 3 Главкиевгорстроя с воодушевлением воспринял решение апрельского (1985 г.) Пленума ЦК нашей партии о созыве очередного XXVII съезда КПСС. Поддержав патриотическую инициативу передовиков производства Киева, работники завода встали на ударную трудовую вахту «XXVII съезду КПСС — 27 ударных декад».

На протяжении четырех лет пятилетки коллектив завода работал в условиях коренной реконструкции, связанной с переходом на выпуск домов улучшенной планировки серии III-161 (КТ-16, КТ-18). Если в 1980 г. мощность завода составляла 152,3 тыс. м³ железобетона, то после завершения реконструкции в 1984 г. она составила 190 тыс. м³.

Особо следует подчеркнуть, что процесс реконструкции проходил без остановки производства и снижения планов, наоборот, план завода из года в год равномерно возрастал и выполнялся.

За текущую пятилетку завод пережил свое второе рождение. Практически на тех же производственных площадях полностью перестроены технологические линии с заменой оборудования и форм, выполнен монтаж и наладка новых касетных установок типа СМЖ-253 и произведен демонтаж старых, смонтированы отделочные конвейеры, позволившие повысить степень заводской готовности выпускаемой продукции.

Заново смонтированы объекты энергетического хозяйства, котельная с комплексом тепловых сетей, компрессорная, автоматизированный бетоносмесительный узел со складами для заполнителей и т. д. За этим небольшим перечислением стоит большой и сложный труд коллектива.

Достижению главной цели — перестройки и наращиванию объемов способствовала совместная работа администрации, партийной, профсоюзной и комсомольской организаций. Созданный на заводе специальный штаб по проведению реконструкции решал на месте и без проволочек вопросы, связанные с совершенствованием и недоработками проекта, неувязками технологии. С полной отдачей работал и технический совет, решения которого были окончательными при возникновении разногласий. Это позволило по ходу проведения реконструкции внедрить и запустить в производство с меньшими затратами бетоноукладчик для укладки смеси в каскеты с емкостью бункера 9 м³, укладчик мраморной крошки с одновременным ее вдавливанием, линию по изготовлению пространственных каркасов для плит покрытий с пакетированием их по маркам. Осуществлена автоматизация процесса прогрева панелей на горизонтально-замкнутом конвейере; полностью автоматизирован процесс изготовления арматурных сеток на широкосеточной машине, внедрена механизированная отделка поверхностей плит покрытий и т. д.

В период реконструкции работа на заводе была построена таким образом, чтобы стимулировать труд всего коллектива.

По инициативе партийного и профсоюзного комитетов в социалистические обязательства цехов и бригад были включены пункты, касающиеся результатов выполнения плана, а также осуществления работ по реконструкции.

В ходе реконструкции трудовая деятельность коллектива завода постоянно совершенствовалась. Все ведущие бригады полностью перешли на работу с учетом коэффициента трудового участия, что позволило подтянуть отстающих, поднять трудовую дисциплину, укрупнить бригады. Итоги этой работы не замедлили сказаться.

Коллектив формовочного цеха № 1 (начальник цеха тов. Г. Н. Беркута, партгрупорг тов. В. Н. Черненко) взял обязательство выполнить план XI пятилетки к 15 сентября 1985 г.

и успешно справился с этим — 12 сентября 1985 г., а план текущего года — к 15 декабря 1985 г. Бригады тт. Н. Я. Кислого, П. Г. Котелянца (цех № 1), Н. Н. Швеца (цех № 2), Е. П. Микитюка (арматурный цех) взяли обязательства выполнить плановые задания этого года к 13 декабря.

В целом по заводу пятилетний план выпуска сборного железобетона намечено выполнить к 25 сентября, выпустить сверх плана 50,7 м³ сборного железобетона. Пятилетний план по выпуску товарной продукции и росту производительности труда выполнен к Дню Конституции.

Одним из важнейших направлений, способствующих подъему эффективности производства, является рачительное использование строительных материалов. На апрельском Пленуме ЦК КПСС подчеркивалось важное значение экономного расходования материальных ресурсов. Завод с помощью НИИЖБ и ЦНИЛ Киевгорстроя с 1981 г. перешел на новую методику определения прочности бетона, основанную на использовании масштабного коэффициента 0,95 и вычислении средней прочности серии по двум наибольшим результатам. Это позволило сократить в среднем на 4% расход цемента, что было учтено в производственных нормах его расхода, действовавших на заводе.

Разработанные и действующие на заводе в 1985 г. производственные нормы расхода цемента полностью соответствуют «Типовым нормам расхода цемента для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных, железобетонных изделий и конструкций» СНиП 5.01.23-83. Весь выпускаемый на заводе бетон для сборных конструкций и товарный контролируется и принимается с использованием статистического метода. Для контроля качества железобетонных изделий используются неразрушающие методы испытаний, которые вошли в действующую на заводе систему неразрушающего контроля прочности, жесткости и трещиностойкости. При приготовлении бетона используется пластифицирующая добавка СДБ.

На апрельском Пленуме ЦК КПСС речь шла также о тех значительных резервах, которые имеются на каждом предприятии и стройке. В 1985 г. коллектив завода взял обязательства сэкономить по сравнению с производственными нормами расхода 578 т цемента, 1303 т щебня, 65 т металла, 52 тыс. кВт-ч электроэнергии, 444 Гкал теплоты, что позволит 2 дня в году работать на сэкономленных материалах.

Работа коллектива завода в этот труднейший период его деятельности по реконструкции была оценена по достоинству — в 1981, 1982 и 1984 гг. ДСК № 3 Главкиевгорстроя по итогам работы за эти годы завоевал переходящее Красное Знамя ЦК КПСС, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ с занесением на доску Почета ВДНХ СССР.

Апрельский пленум ЦК КПСС определил задачи, связанные с подготовкой XXVII съезда нашей партии. Максимальная интенсификация производства, повышение качества продукции и борьба с потерями должны стать основными направлениями работы заводского коллектива. Выполненная реконструкция завода во многом будет способствовать успеху в решении этих сложных, но жизненно необходимых задач. На Пленуме подчеркивалось, что быструю отдачу можно получить, если привести в действие организационно-экономические и социальные резервы производства, и в первую очередь активизировать человеческий фактор, добиться того, чтобы каждый на своем месте работал добросовестно и с полной отдачей. Коллектив нашего завода делает все, чтобы это осуществить, новыми трудовыми достижениями встретить XXVII съезд КПСС.

От редакции. В текущем году состоялось совместное расширенное заседание Научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР, Научно-технических советов НИИЖБ и ЦНИИОМТП, секции «Организация и технология строительного производства» Центрального правления НТО строительной индустрии, на котором были рассмотрены проблемы развития и применения в строительстве монолитного бетона и железобетона. В заседании приняли участие представители Госстроя СССР, строительных министерств и ведомств, Минстройдормаша, научно-исследователь-

ских, проектно-технологических и учебных институтов, научно-технической и инженерной общественности. Было рассмотрено состояние дел и основные задачи в области научного и материально-технического обеспечения строительства из монолитного бетона и железобетона. Приняты рекомендации, направленные на ускорение научно-технического прогресса и повышение уровня индустриализации этого вида строительства.

Предлагаем вниманию читателей подборку статей по материалам заседания, в которых освещены проблемные вопросы развития и применения монолитного бетона и железобетона.

УДК 624.012.4+313»

Е. А. ДОЛГИНИН, канд. техн. наук, Герой Социалистического Труда (ЦНИИОМТП)

Перспективы применения монолитного бетона и железобетона

До последнего времени основное внимание в повышении технического уровня строительства с использованием бетона и железобетона уделяли сборным конструкциям, что на определенном этапе повысило темпы индустриализации строительства. Объем применения монолитного бетона и железобетона в строительстве возрастал, но темпы роста по сравнению со сборными конструкциями были значительно ниже.

В настоящее время общий объем применения бетона и железобетона в стране составляет 250 млн. м³, из которых монолитный бетон — 102 млн. м³.

Распределение объемов монолитного бетона и железобетона (в млн. м³) по видам строительства

	1970г.	1985г.
Промышленное	29,0	30,0
Гражданское	22,0	12,0
Ирригационное и энергетическое	16,0	20,5
Сельскохозяйственное	4,1	8,0
Транспортное	4,1	7,5
Другие виды	12,0	23,8

Анализ этих цифр с учетом роста объемов строительства и изменения структуры капиталовложений по отраслям народного хозяйства показал, что, несмотря на общий рост объема применения монолитного бетона и железобетона за указанный период, сокращается его доля в промышленном и гражданском строительстве.

Очевидной причиной этого является продолжающееся расширение применения сборного железобетона, так как и в настоящее время индустриализация строительства рассматривается лишь как перенос максимального объема работ со строительной площадки на промышленные предприятия.

Наибольшую долю (до 70%) в объеме применения монолитного бетона и

железобетона составляют фундаменты зданий и сооружений, фундаменты под технологическое и другое оборудование и прочие конструкции нулевого цикла. До 15% этого материала применяют при устройстве бетонных полов, площадок, покрытий дорог и аэродромов, облицовок оросительных каналов и других плоских и протяженных конструкций. Около 6% составляют конструкции и сооружения гидротехнического и энергетического назначения: плотины, водозаборные и водоподводящие сооружения, реакторные корпуса атомных электростанций, фундаменты опор ЛЭП и др. Остальные 9—10% приходятся на каркасы промышленных и гражданских зданий, в основном тех, к которым предъявляются специальные требования; на высотные сооружения, такие как промышленные трубы, башни, градирни, копры, резервуары и другие; на замощивание стыков сборных элементов, гидроизоляцию, ремонт монолитных конструкций и другие более мелкие работы.

Установившаяся область применения монолитного бетона и железобетона и граница раздела его со сборным определена в большей степени требованиями, предъявляемыми к конструкции, зданию или сооружению, вытекающими из их функционального назначения, чем экономическими соображениями, учитывающими весь комплекс конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

Возведение бетонных плотин в монолитном исполнении ныне является бесспорным именно благодаря требованиям, вытекающим из их назначения и условий эксплуатации (хотя, как известно, предпринимались попытки возведения бетонных плотин в сборном и сборно-монолитном исполнении). То же можно ска-

зать и о железобетонных дымовых трубах, реакторных корпусах АЭС, сложных фундаментах под оборудование, крупных фундаментах под каркасы промышленных зданий.

Возведение же мелких и средних фундаментов гражданских и промышленных зданий (в пределах грузоподъемности строительных кранов) и элементов каркасов зданий, к которым не предъявляются специальные требования, в соответствии с действующими инструкциями проектируется только в сборном варианте.

При отмеченном выше понимании индустриализации строительства как процесса переноса работ и строительной площадки в заводские условия устройство монолитных бетонных и железобетонных конструкций попадает в разряд неиндустриальных работ.

Между тем мировой уровень технологии и механизации бетонных работ за последние десятилетия претерпел серьезные изменения; появились и широко применяются мобильные быстромонтируемые полностью автоматизированные бетономесительные установки для приготовления практически любых бетонных смесей, необходимых для монолитного строительства, надежные средства доставки, способные в различных климатических и транспортных условиях доставлять на строительную площадку бетонную смесь заданной кондиции; мобильные высокопроизводительные надежные средства подачи и укладки, обеспечивающие подачу смеси на высоту до 300 м и в тонкостенные конструкции; унифицированные инвентарные системы опалубок, с помощью которых можно формировать конструкции самой сложной конфигурации. Все это позволило значительно снизить стоимость и трудоем-

кость возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций и расширить сферу их рационального применения.

Аналогичные средства механизации оборудования и оснастки создаются и в СССР. Однако и сегодня выработка на бетонных работах у нас в стране в 2—2,5 раза уступает аналогичному показателю в ведущих в области монолитного железобетона странах (США, ФРГ). Этим обусловлен затянувшийся приоритет сборного железобетона, который породил объективные условия для отставания технического уровня отечественных специализированных машин и оборудования для производства бетонных работ от мировых стандартов.

В последние годы наметились некоторые сдвиги в применении монолитного бетона и железобетона на базе новых технологий. Немалую роль в этом сыграли разработки ЦНИИОМТП — головного института в области технологий бетонных работ и других институтов.

На основе технологических проработок создаются комплекты машин для механизации бетонных, опалубочных и арматурных работ, объединенные в параметрические и типоразмерные ряды. Это позволяет организовать разработку и производство нужных машин с учетом перспективы их применения. Разработаны и испытаны в различных условиях высокоэффективные опалубочные системы.

Имеется положительный опыт внедрения прогрессивных ресурсосберегающих технологий бетонирования, позволяющих повысить экономичность применения монолитного бетона и железобетона в различных областях и природно-климатических условиях строительства.

Так, внедрение безвибрационных способов укладки бетонных смесей, заключающихся в использовании гравитационных сил и гидродинамического напора для распределения и уплотнения укладываемых смесей, в 2—4,5 раза сокращает трудозатраты при возведении конструкций нулевого цикла, колонн, сильно насыщенных арматурой элементов, подводных и других сооружений. Созданная ЦНИИОМТП несложная установка и технологический регламент приготовления в ней суперпластификаторов позволяют организовать производство дефицитных пока добавок силами строительных организаций с использованием в качестве исходного сырья отходов производств, например, широко распространенных технических лигносульфонатов. Это снимает все препятствия на пути широкого внедрения данной прогрессивной технологии бетонных работ. Расчеты показывают, что переход на массовое использование безвибрационных способов бетонирования позволит условно высвободить до 3600 чел. в год и сократить себестоимость бетонных работ на 15—20%.

Все более широко применяются, особенно в южных районах страны, и индустриальные методы возведения монолитных зданий и сооружений в различных инвентарных опалубках. Например, применение прогрессивной технологии бетонных работ и эффективных опалубок на объектах Главсочиспестроя Минпромстроя СССР снизило трудоемкость работ на 40—45% и себестоимость строительства на 10—12%.

Широкое применение разработанных новых технологий зимнего бетонирования может снизить дополнительные затраты на выполнение бетонных работ в зимнее время на 20%, что весьма важно для условий СССР. Например, только массовое применение обогрева уложенного с помощью термоактивных гибких покрытий (ТАГП) и греющих проводов бетона способно высвободить 2500 рабочих, сэкономив не менее 20% электроэнергии.

Большой потенциальный экономический эффект скрыт и в совершенствовании форм организации и управления строительством из монолитного железобетона. Так, в Главзапстрое Минстроя СССР и ВО. Череповецметаллургхимстроя Минтяжстроя СССР переход на выполнение бетонных работ силами специализированных подразделений, оснащенных высокоэффективными комплектами машин, оборудования и оснастки, позволил поднять выработку при возведении монолитных конструкций на 40% и довести ее до 3,5—4,4 м³ железобетона на одного рабочего.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что развитие технологии возведения конструкций и сооружений из монолитного бетона и железобетона и совершенствование организационных форм происходит ускоренными темпами. По уровню индустриализации бетонные работы превосходят многие другие, выполняемые на строительной площадке, и в этом хорошие перспективы на будущее. Кроме того, монолитные бетонные и железобетонные конструкции имеют ряд преимуществ перед сборными: это большие возможности в получении рациональных объемно-планировочных и архитектурных решений и выполнении специальных требований проекта, а также при реконструкции зданий и сооружений. В связи с этим необходимо серьезно переосмыслить сложившиеся и ставшие традиционными области применения монолитных и сборных конструкций.

Первоочередной задачей становится разработка единой методики оценки технико-экономической целесообразности применения монолитного и сборного железобетона в капитальном строительстве, комплексно с позиции экономического анализа и в динамике их развития учитывающей все технологические, эксплуатационные, архитектурные и другие факторы.

Известно, какое определяющее значение на стимулирование того или иного новшества имеют цены на продукцию. Это относится и к ценам на изделия и конструкции из бетона. Установленные в период, когда бурное развитие сборного бетона и железобетона было основой индустриализации строительства и главным направлением повышения его эффективности, относительные цены на конструкции из сборного и монолитного бетона в настоящее время не отражают реально сложившихся условий и в сочетании с действующей системой планирования и учета деятельности строительных организаций по общей стоимости работ, тормозят развитие высокоэффективных технологий и требуют пересмотра. Необходимо, с одной стороны, учесть в нормах и расценках все затраты в соответствии с современными технологиями возведения монолитных

конструкций, с другой — исключить влияние высоких цен на сборные конструкции на результаты работы строителей. Это создаст объективные условия заинтересованности в их применении и поможет реально оценить экономическую целесообразность тех или иных решений для различных условий.

Одним из путей снижения стоимости конструкций из монолитного бетона является их унификация. Проводимая ЦНИИОМТП и ЦНИИПромзданий работа подтверждает экономическую целесообразность унификации на основе единого модуля линейных размеров монолитных фундаментов, несущих и ограждающих элементов промышленных зданий и сооружений. Это позволит решить многие проблемы создания индустриальных конструкций из монолитного железобетона. Кроме того, унификация монолитных конструкций открывает широкие возможности для дальнейшего удешевления опалубочных работ, прежде всего на основе расширения применения высокоэффективных индустриальных опалубочных систем, централизованно изготавливаемых на специализированных заводах, а также арматурных работ путем применения унифицированных арматурных конструкций, изготавливаемых на автоматизированных технологических линиях, монтируемых на централизованных арматурных заводах или в прибыльных арматурных цехах.

Одной из насущных задач дальнейшей индустриализации бетонных работ является разработка и организация серийного производства новых высокопроизводительных средств механизации. К ним относятся полностью автоматизированные, комплектные быстромонтируемые и мобильные бетоносмесительные установки различной производительности, обеспечивающие приготовление смесей заданного качества в различных климатических условиях; современные средства транспортирования (автобетоносмесители и автобетоновозы), способные доставить смеси с заданными свойствами при различных погодных условиях; эффективное бетоноукладочное оборудование (прицепные малогабаритные бетононасосы, распределительные стрелы и манипуляторы, конвейеры, облегченные вибраторы, комплекты для вибровакуумирования и т. п.), повышающие производительность и качество укладки бетона в монолитные конструкции различного типа.

Создание указанных средств механизации и опалубок требует организации производства новых эффективных материалов и оборудования: узлов и элементов гидропривода для рабочих давлений более 25 МПа, автоматизированных систем управления и контроля работы машин и оборудования, приборов для контроля качества бетонной смеси и монолитных конструкций, водостойкой фанеры, полимерных и теплоизоляционных материалов, гибких нагревательных элементов, нагревательных проводов, металлоконструкций из облегченных профилей, сборных тяжелых арматурных сеток для монолитных конструкций и др.

Решение поставленных задач будет способствовать интенсификации развития и увеличению объемов применения монолитного бетона и железобетона и повышению индустриализации и эффективности строительства в целом.

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, проф., А. В. КУЗЬМИН, инж. (НИИЖБ)

Электропроводящие свойства бетона с пластифицирующими добавками

Одним из перспективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов в технологии бетона и железобетона, как сборного, так и монолитного, является применение пластифицирующих добавок и комплексных на их основе. Их вводят для получения бетонных смесей высокой подвижности, экономии цемента или повышения прочности бетона за счет снижения B/C .

Наиболее эффективными среди них являются суперпластификаторы, обладающие высоким пластифицирующим эффектом (С-3, 30-03, 10-03 и др.).

На заводах Минпромстроя СССР, Минводхоза СССР и Минтрансстроя широко используют добавку ПАЩ-1, которая оказывает такое же пластифицирующее действие, как и СДБ, но в отличие от последней не тормозит процессов твердения бетона [1].

Добавки ПАЩ-1 и С-3 довольно широко применяют в производстве сборных и монолитных железобетонных конструкций, однако использование их в бетонах, подвергаемых электропрогреву, практически не изучено. В зимнее время года при возведении монолитных конструкций электропрогрев является одним из основных методов ускорения твердения и с его использованием ежегодно укладывается свыше 10 млн. м³ бетона. Расход электроэнергии при этом достигает в среднем 100—120 кВт·ч/м³ бетона.

В НИИЖБ исследовали влияние добавок С-3 и ПАЩ-1 на величину и характер изменения удельного электрического сопротивления бетона. Исследования проводили на цементях: Безмеинском М 400 ($C_3S \approx 62\%$; $C_2S \approx 15,8\%$; $C_3A \approx 6,5\%$; $C_4AF \approx 13,1\%$; $R_2O \approx 0,56\%$), Белгородском М 300 ($C_3S \approx 66\%$; $C_2S \approx 16\%$; $C_3A \approx 5\%$; $C_4AF \approx 13\%$; $R_2O \approx 0,41\%$), Воскресенском М 400 ($C_3S \approx 60\%$; $C_2S \approx 11\%$; $C_3A \approx 6\%$; $C_4AF \approx 14\%$; $R_2O \approx 1,33\%$) и Подольском шлакопортландцементе М 300 ($C_3S \approx 62\%$; $C_2S \approx 16\%$; $C_3A \approx 2\%$; $C_4AF \approx 17\%$; $R_2O \approx 0,46\%$). В качестве крупного заполнителя использовали гранитный щебень крупностью 5—20 мм, мелкого — кварцевый песок с $M_{кр} = 1,65$.

Был принят следующий режим электропрогрева: предварительное выдерживание — 1 ч, подъем температуры — 3 ч со скоростью до 20°C/ч, изотермическое выдерживание при температуре 80°C — 9, 15, 17, 19 ч соответственно для бетонов на Подольском, Белгородском, Безмеинском и Воскресенском цементах*,

* Разная длительность изотермического прогрева обусловлена тем, что бетон прогревали до «самоотключения» из-за повышения удельного электрического сопротивления, а время его достижения неодинаково для бетона на разных цементах.

Вид добавки	Дозировка добавки, % массы цемента	Удельное электрическое сопротивление бетона, ом·см, на портланд-цементях		
		Безмеинском $C=303$ кг/ м ³	Белгородском $C=320$ кг/ м ³	Воскресенском $C=303$ кг/м ³
—	—	1006/647	1404/903	540/370
ПАЩ-1	0,2	785/485	1053/660	497/337
ПАЩ-1	0,3	762/463	1026/632	497/329
ПАЩ-1	0,4	741/446	983/623	486/322
С-3	0,5	885/498	1249/677	521/318
С-3	0,7	875/472	1165/660	578/311
С-3	0,9	875/466	1095/632	578/307
НН	0,5	575/330	646/388	464/366
НН	1,0	458/256	505/289	323/303
НН	1,5	392/233	393/217	297/259
НН	2,0	320/188	323/181	285/224

Примечание. В числителе показано начальное удельное электрическое сопротивление ρ_0 , в знаменателе — минимальное ρ_{min}

остывание — 4 ч. Для предотвращения потерь влаги неопалубленную поверхность образцов во время прогрева укрывали полиэтиленовой пленкой. Температуру измеряли в середине образца с помощью хромель-копелевых термопар.

Известно, что количество воды в бетоне является одним из наиболее важных факторов, определяющих его удельное электрическое сопротивление, поэтому

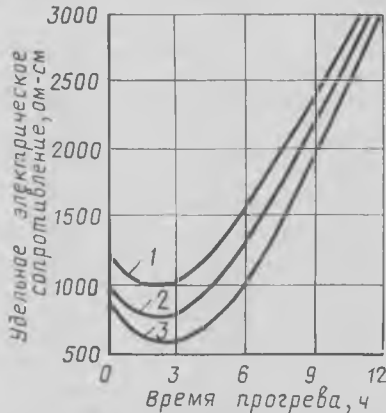


Рис. 1. Изменение удельного электрического сопротивления бетона на Подольском шлакопортландцементе с добавкой ПАЩ-1, прогретого по режиму 1+3+9+4 ч при температуре 80°C ($B/C = 0,66$; $C = 320$ кг/м³)
1 — бетон без добавки; 2 — то же, с добавкой 0,2% ПАЩ-1; 3 — то же, 0,4% ПАЩ-1

первоначально пластифицирующие добавки вводили в бетонную смесь без уменьшения ее водосодержания. Результаты исследований представлены на рис. 1 и в таблице. Для сравнения приведены данные для бетона с добавкой нитрита натрия НН.

Введение в бетонную смесь пластифицирующих добавок С-3 и ПАЩ-1 уменьшает ее удельное электрическое сопротивление. При использовании ПАЩ-1 в качестве добавки к бетону на Белгородском цементе его начальное и минимальное удельное сопротивление уменьшается на 25—30%. Введение суперпластификатора С-3 может снизить ρ_0 на 10—20%, а ρ_{min} на 20—30% по сравнению с бетоном без добавок. Это вызвано тем, что добавки ПАЩ-1 и С-3 содержат электролиты — соли органических и неорганических кислот, которые усиливают токопроводящие свойства жидкой фазы бетона.

С повышением содержания щелочей в цементе влияние добавок на удельное электрическое сопротивление бетона уменьшается. Наиболее отчетливо это проявляется при введении добавки НН. Так, если в бетонную смесь, приготовленную на Белгородском цементе, вводят 0,5% НН, то ее удельное сопротивление снижается на 54—57%. При использовании Безмеинского цемента степень снижения уменьшается до 43—49%, а Воскресенского — до 14%.

Это объясняется следующим. Электропроводность бетона обусловлена наличием в нем жидкой фазы, т. е. воды с растворенными в ней компонентами цементного клинкера и продуктами гидратации цемента $NaOH$, KOH , $Ca(OH)_2$ и др. Эти соединения — сильные электролиты, и в водном растворе они полностью диссоциируют на ионы. Удельная электропроводность раствора зависит от концентрации в нем ионов и их подвижности [2]:

$$\kappa = c l,$$

однако κ увеличивается не прямо пропорционально концентрации. С повышением концентрации раствора все более ощутимо электростатическое взаимодействие между ионами, в результате чего подвижность их уменьшается. При дальнейшем увеличении концентрации раствора его удельная электропроводность достигает максимума и начинает уменьшаться. Так, максимальная удельная электропроводность растворов $NaOH$ наблюдается при концентрации 4 г·экв/л (20°C), а KOH — при 7 г·экв/л.

Повышение концентрации жидкой фазы бетона на цементе с высоким содержанием щелочей ($R_2O > 1,3\%$) компенсирует снижение подвижности ионов в растворе и увеличивает электропроводность, но не настолько, если бы их вводили в ненасыщенную (или насыщенную в меньшей степени) ионами электролитов жидкую фазу. В связи с этим пластифицирующие добавки С-3 и ПАЩ-1 практически не влияют на удельное электрическое сопротивление бетона с указанным содержанием щелочей.

Снижение водосодержания бетона уменьшает токопроводящее сечение материала, что должно вызвать увеличение его удельного сопротивления. Кроме того, при малом водосодержании повышается концентрация ионов в единице объема жидкой фазы, что приводит к

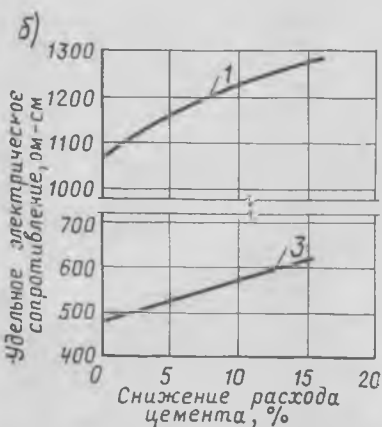
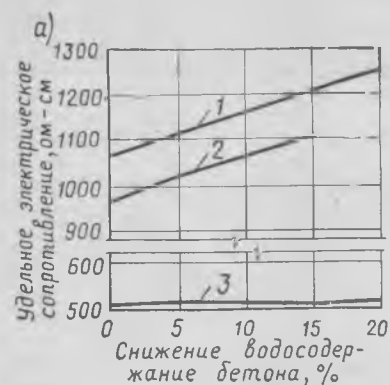


Рис. 2. Изменение удельного электрического сопротивления бетона с $B/C=0,66$

а — при снижении водосодержания; б — при снижении расхода цемента; 1 — бетон на Подольском шлакопортландцементе ($C=320 \text{ кг/м}^3$) с добавкой 0,5% С-3; 2 — то же, с добавкой 0,2% ПАЩ-1; 3 — бетон на Воскресенском портландцементе ($C=303 \text{ кг/м}^3$) с добавкой 0,5% С-3

некоторому снижению ρ . При использовании Подольского шлакопортландцемента превалирующим является первый фактор, поэтому удельное электрическое сопротивление бетона в этом случае повышается в среднем на 0,8—0,9% на каждый процент снижения водосодержания бетона (рис. 2). Однако его удельное электрическое сопротивление ниже, чем у бетона без добавок на 5—15%.

У бетона, приготовленного на Воскресенском портландцементе, эти два фактора как бы компенсируют друг друга и заметного повышения удельного электрического сопротивления при уменьшении водосодержания бетона на 20% не наблюдается. Снижение расхода цемента ($B/C=\text{const}$) на 15% повышает удельное электрическое сопротивление бетона на 20—23% независимо от вида цемента (см. рис. 2).

При возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций при низких отрицательных температурах возможно преждевременное замораживание материала до начала его тепловой обработки. При этом его удельное электрическое сопротивление повышается до $5 \times 10^6 \text{ ом}\cdot\text{см}$, что практически исключает электропрогрев бетона, используя допустимые по технике безопасности напряжения.

Для поддержания достаточно низкого удельного электрического сопротивления бетона рекомендуется применять противоморозные добавки CaCl_2 ; NaCl ;

Рис. 3. Изменение удельного электрического сопротивления с понижением температуры бетона на Воскресенском портландцементе, $C=303 \text{ кг/м}^3$

1 — бетон без добавки, $B/C=0,66$; 2 — то же, с добавкой 0,5% С-3+1% НН, $B/C=0,53$; 3 — то же, 0,5% С-3+2% НН, $B/C=0,53$

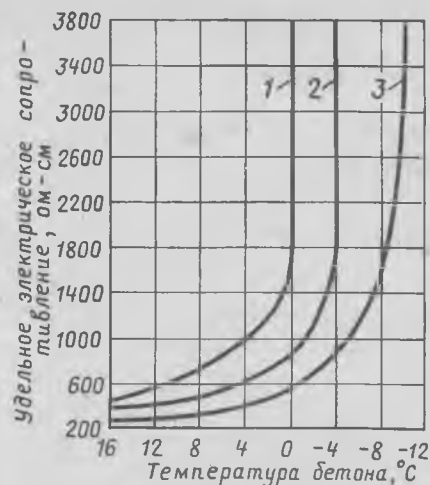
NaNO_2 ; NHK и др. [3]. Так, при опасности остывания бетона до температуры $-6 \dots -10^\circ\text{C}$ необходимо вводить 6...10% таких добавок. Снизить расход электролитов для этой цели можно введением комплексных добавок с С-3 и ПАЩ-1, используя пластифицирующий эффект последних для снижения водосодержания бетона. В этом случае концентрация ионов в жидкой фазе бетона будет выше, чем при введении одного электролита в том же количестве, и электропрогрев бетона можно начинать при более низкой температуре, например: $-8 \dots -10^\circ\text{C}$ в бетоне с добавкой 0,7% С-3+2% НН (рис. 3).

Выводы

Введение в бетонную смесь пластифицирующих добавок С-3, ПАЩ-1 снижает ее удельное электрическое сопротивление, что необходимо учитывать при расчете параметров электропрогрева.

При использовании этих добавок для уменьшения водосодержания бетона либо экономии цемента степень снижения удельного электрического сопротивления уменьшается.

В зимних условиях для предотвращения замораживания бетона до начала его тепловой обработки рекомендуется



применять комплексную добавку, содержащую пластификатор и электролит — нитрит натрия. При этом расход дефицитного противоморозного компонента уменьшается в 4—5 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бетон и железобетонные конструкции. Состояние и перспективы применения в промышленном и гражданском строительстве / Под ред. К. В. Михайлова и Ю. С. Волкова. — М.: Стройиздат, 1983.
2. Скорчелетти В. В. Теоретическая электрохимия. — Л.: Госхимиздат, 1963.
3. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера. — М.: Стройиздат, 1982.

УДК 624.012.4.006.015.2

В. Д. ТОПЧИЙ, д-р техн. наук (ЦНИИОМТП)

Унификация инвентарной опалубки и арматурных изделий для монолитных бетонных конструкций

Долгое время к достоинствам монолитного бетона относилась возможность назначать размеры конструкций, исходя из результатов расчетов несущей способности или жесткости. Для экономии материалов линейные размеры конструкций и сооружений в плане и по высоте назначали даже некратными модулю 100 мм. При анализе линейных размеров монолитных железобетонных конструкций 18 промышленных предприятий было выявлено около 6% немодульных опалубливаемых плоскостей. Число типоразмеров ступенчатых фундаментов под колонны каркасов крупных промышленных объектов в

Кривом Роге, Днепропетровске, Челябинске, Караганде, Липецке, Череповце составляет 30—150 на 1000, т. е. их повторяемость не превышает 7...35 раз. В подавляющем большинстве случаев это не вызвано изменением нагрузок на фундаменты.

Отсутствие унификации монолитных железобетонных конструкций усложняет технологию опалубочных работ, резко снижает эффективность высокооборотных опалубок, требует использования мелкощитовой опалубки вместо крупнощитовой или блочной. Снижается эффект от применения арматурных сварных сеток и каркасов.

Т а б л и ц а 1

Объекты	Приращение объема бетонных работ, м³/м³ при модуле, мм				Объем доборов, м², при модуле, мм			
	200	300	400	500	200	300	400	500
Прокатный стан	1705 1935	3105 3440	5080 1060	13 400 8800	6000	8250	11 100	17 600
Производство капроновых нитей	1305 2295	1810 3935	3530 9900	4080 12 700	10 600	12 850	26 650	30 800
Сборочный цех автозавода	1041 2265	1450 2265	2610 59 000	3980 10 750	5300	8000	14 000	19 400

Госстроем СССР утверждены в качестве типовых рабочие чертежи фундаментов под железобетонные и стальные колонны каркасов одно- и многоэтажных зданий. Линейные размеры в плане назначены кратными укрупненному модулю 300 мм, который, как показали технико-экономические исследования, наиболее приемлем. Однако даже для конструкций этой группы многие институты разрабатывают индивидуальные решения, объясняя свою позицию особыми гидрогеологическими условиями на строительной площадке или конструктивными решениями фундаментов под технологическое оборудование.

Автором проанализирована проектная документация более 200 промышленных объектов — представителей различных отраслей народного хозяйства. Детальный статистический анализ линейных размеров монолитных конструкций проводили на 18 объектах-представителях, в том числе на агломерационной фабрике, кислородно-конвертерном цехе, среднесортном прокатном стане, производстве нитроаммофоса, автосборочном цехе, цехе по ремонту зерноуборочных комбайнов, комбинате хлопчатобумажных тканей, консервном заводе и др. Анализировали конструкции шести групп — ступенчатые и столбчатые фундаменты под колонны каркасов зданий; массивные фундаменты под технологическое оборудование; каркасно-стеночные фундаменты под технологическое оборудование; тоннели, галереи, коллекторы; стены технологических подвалов, колодцев, ленточных фундаментов, каркасы, рамы, перекрытия, бункеры. Такая группировка сделана исходя из единства технологии опалубочных и арматурных работ.

Линейные размеры по горизонтали — 400...10 000 мм через каждые 100 мм. Для протяженных конструкций линейные размеры условно дробили на отрезки длиной 10 000 мм и данные суммировали. Полученную информацию использовали при определении предпочтительных типоразмеров, опалубочных элементов и арматурных сеток (каркасов), выборе наиболее эффективных технологических решений производства опалубочных и арматурных работ на строительной площадке. Для конструкций каждой группы было установлено число линейных размеров, некратных модулю 100 мм, и выявлены причины их использования. Наиболее существенными из них являются взаимное пересечение фундаментов под каркас и фундаментов под технологическое оборудование, положение в го-

ризонтальных координатах безнапорных и напорных гидравлических трубопроводов, положение по вертикали безнапорных трубопроводов, положение технологического оборудования на верхнем этаже, местное изменение гидрогеологических условий, пересечение с действующими коммуникациями.

Совместная работа с проектировщиками ГИПРОМЕЗа, ГИПРОРУДА, ГИПРОИВа и других показала, что наиболее консервативным фактором является влияние размеров фундаментов под технологическое оборудование, поскольку они обусловлены размерами и особенностями самого оборудования.

Для повышения технологичности бетонных конструкций необходимо не только назначать модульные размеры, но и использовать укрупненные модули — nM . Очевидно чем более высоким будет значение n , тем меньше потребуется типоразмеров опалубочных элементов и арматурных изделий, и тем проще технология изготовления опалубки и арматурных изделий и технология работ на строительной площадке.

В ЦНИИОМТП на протяжении нескольких лет при разработке организационно-технологической документации на сооружение крупных объектов метал-

Т а б л и ц а 2

Затраты	Стоимость возведения конструкций, тыс. р., при модуле, мм				
	100	200	300	400	500
<i>Прокатный стан</i>					
Бетонные и арматурные работы	3014	3049	3079	3122	3300
Опалубочные работы	712	667	584	565	550
Устройство доборов	33	33	55	64	110
<i>Производство капроновых нитей</i>					
Бетонные и арматурные работы	946	976	989	1029	1042
Опалубочные работы	810	750	654	637	630
Устройство доборов	19	19	24	49	56
<i>Сборочный цех автозавода</i>					
Бетонные и арматурные работы	880	902	912	937	967
Опалубочные работы	507	484	415	410	405
Устройство доборов	13	13	20	35	49

лургии, химии, машиностроения проводили унификацию линейных размеров фундаментов и других конструкций и согласование вынужденных изменений конфигурации конструкций. Есть основания считать, что изменение геометрических размеров бетонных и железобетонных конструкций принципиально возможно без изменения объема бетона и напряжений на грунтовых основаниях. В настоящее время можно рекомендовать строительным организациям по согласованию с разработчиком увеличивать линейные размеры фундаментов до кратных укрупненному модулю 300 мм. Эта возможность подтверждается результатами расчетов приращения объемов бетонных и опалубочных работ для реальных объектов (табл. 1).

Экспериментами установлено, что производительность труда опалубщиков снижается с увеличением числа типоразмеров щитов и схваток, а стоимость работ заметно возрастает. Изменение стоимости связано с ростом не только заработной платы, но и доли затрат на изготовление опалубки. Ограничение числа типоразмеров элементов опалубки, не подкрепленное унификацией линейных размеров монолитных конструкций, увеличивает затраты на устройство доборов. Применение укрупненного модуля при назначении линейных размеров железобетонных конструкций позволяет рационально укрупнить сортамент арматурных изделий. Это подтвердила проведенная ЦНИИПромзданий совместно с ГИПРОМЕЗом и ЦНИИОМТП унификация арматурных сеток и плоских каркасов для конструкций нулевого цикла предприятия металлургической промышленности.

Наиболее целесообразно использовать модуль 300, предусмотренный при проектировании мелко- и крупнощитовой инвентарных опалубок. На его использование ориентировано производство унифицированных арматурных изделий и технологическое оборудование арматурных заводов. Естественно, что применение укрупненного модуля неприемлемо при назначении размеров поперечного сечения таких конструкций, как колонны, балки, ригели, плиты перекрытий. В этих конструкциях необходимо использовать модуль 100 мм.

Увеличение стоимости бетонных и арматурных работ при использовании укрупненных модулей (табл. 2) связано с ростом их объемов. Сокращение затрат на изготовление опалубки, использование всего комплекта щитов и поддерживающих элементов инвентарных опалубок, снижение объемов устройства неинвентарных доборов заметно уменьшает затраты на опалубочные работы и в целом на возведение железобетонных конструкций.

Мы полагаем, что настало время узаконить использование укрупненного модуля при назначении линейных размеров монолитных конструкций путем разработки Государственного стандарта. А до этого времени генеральным подрядчиком, принимая рабочую документацию, должен настаивать на частичной ее переработке даже за счет увеличения расхода бетона в пределах 3—5%. В конечном итоге упрощение технологии арматурных и опалубочных работ полностью компенсирует дополнительные затраты и позволит получить экономический эффект.

Безвибрационные методы бетонирования монолитных конструкций и сооружений

Одним из перспективных направлений развития ресурсосберегающих технологий бетонных работ является переход на безвибрационные методы бетонирования монолитных конструкций на основе применения высокоподвижных и литых смесей, получаемых путем введения суперпластификаторов и других эффективных добавок-разжижителей. Безвибрационную укладку бетонных смесей можно осуществлять гравитационным и напорным способом. При гравитационной укладке (литьевая технология) распределение и уплотнение бетонной смеси вследствие ее высокой текучести происходит под действием сил тяжести. Данный способ исключает операции по распределению смеси в конструкции и требует лишь кратковременной виброобработки уложенного бетона в углах, стыках и местах, сильно насыщенных арматурой. В результате этого трудоемкость бетонирования снижается на 30—35%, а энергозатраты — на 10—15%. При напорном бетонировании распределение и уплотнение смеси в конструкции происходит под действием гидродинамического напора, создаваемого нагнетательным оборудованием (например, бетононасосом). Этот способ не требует виброобработки уложенного бетона и более чем в 2 раза сокращает продолжительность и в 4—5 раз трудоемкость бетонирования набивных свай, других подземных и подводных сооружений.

Проведенные ЦНИИОМТП совместно с научно-исследовательскими и строительными организациями комплексные исследования показали, что применение литых бетонных смесей требует по-новому рассматривать многие вопросы технологии бетонных работ. Особые требования предъявляются и к самим смесям, предназначенным для укладки в монолитные конструкции. Они должны обладать повышенной способностью сохранять заданные свойства (подвижность, однородность, вязкость, воздухоудерживание и др.) в процессе транспортирования и укладки под действием динамических и вибрационных нагрузок, а также при повышенной температуре окружающего воздуха. На сегодня этим требованиям в большей мере отвечают литые смеси, получаемые путем введения в них суперпластификатора С-3 и разжижающих добавок на основе модифицированных лигносульфонатов (МЛС). При этом для рядовых бетонов марок М 150...М 400 целесообразно применять МЛС, а марок М 400 и выше — С-3.

На основании экспериментальных и производственных данных установлено, что для бетонов марок М 200...М 400 с расходом портландцемента 320...420 кг/м³ продолжительность доставки готовой литой смеси не должна превышать 50—

60 мин при использовании С-3, 40—45 мин — МЛС (модификатор — электролит) и 80—90 мин — МЛС (модификатор — цемент). При превышении этих пределов, особенно в жаркую погоду, потери подвижности составляют более 20% исходной, что снижает эффективность применения суперпластификаторов. В этом случае в комплексе с суперпластификаторами целесообразно применять добавки-замедлители НТФ или СП (рис. 1).

При большей продолжительности доставки или повышенной температуре (более +25°C) смеси и воздуха эффективно двухстадийное изготовление смеси.

На заводе товарного бетона в смесь вводят только часть (80—85%) воды затворения, а остальное количество вместе с суперпластификатором непосредственно в автобетоносмеситель перед его разгрузкой. Окончательное приготовление смеси осуществляется в автобетоносмесителе в течение 10—15 мин при 10—12 об/мин смесительного барабана. На заводе можно также загружать и сухие составляющие, а литую бетонную смесь готовить в автобетоносмесителях в пути следования на стройплощадку или непосредственно на объекте. Для наиболее полного использования пластифицирующего эффекта добавок ЦНИИОМТП разработано устройство для дозирования и введения их растворов, которым оборудуется автобетоносмеситель. Введение добавок и приготовление смесей в автобетоносмесителях непосредственно перед их разгрузкой значительно снижает расход добавок для получения смесей с требуемыми технологическими свойст-

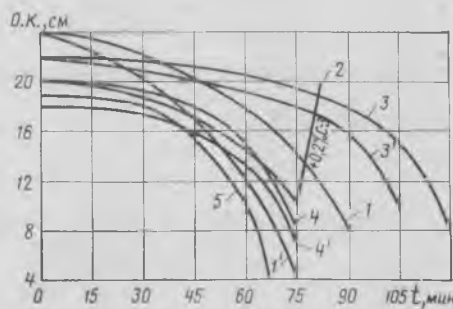


Рис. 1. Изменение подвижности литой бетонной смеси в процессе ее транспортирования в автобетоносмесителе емкостью 3 м³ без теплоизоляции барабана

1 и 1' — смесь с добавкой 0,8% С-3 при температуре воздуха +20 и +35°C; 3 и 3' — смесь с комплексной добавкой 0,6% С-3+0,2% СДБ при температуре +20 и +35°C; 2 — смесь с 0,2% С-3 при температуре +20°C; 4 и 4' — смесь с добавкой 0,6% МЛС при температуре +20 и +35°C; 5 — смесь с добавкой 0,45% МЛС+5% НН при начальной температуре +10°C и воздуха —15°C

вами по сравнению с доставкой готовых смесей. Транспортирование сухих составляющих и последующее их затворение водой с противоморозными добавками позволяет при доставке и приготовлении литых бетонных смесей в автобетоносмесителях исключить утепление их смесительных барабанов при температурах до —20°C.

Установлено, что при равных расходах составляющих предельное напряжение сдвига и вязкость бетонных смесей на низко- и среднеалюминатном цементах при введении С-3 уменьшается в среднем соответственно на 40—45 и 15—20%, а при использовании модифицированных лигносульфонатов — на 35—40 и 8—12%. Это повышает удобоукладываемость и удобоперерабатываемость смесей, требует меньших энергозатрат на их приготовление, выгрузку, подачу к месту укладки по трубам, распределение и обработку в конструкциях. Снижение сопротивлений перекачиванию на 25—30% и повышение коэффициента заполнения транспортных цилиндров бетононасосов на 5—6% в результате применения литых бетонных смесей позволяет снизить потребляемую бетононасосом мощность на 8—10% без уменьшения его производительности или увеличить дальность подачи при прочих равных условиях по сравнению с обычными бетонными смесями (О. К. = 8—10 см).

Сопротивления литых бетонных смесей при перекачивании по трубам с достаточной для практики точностью можно определить из следующих эмпирических зависимостей:

$$P_{\text{пр}} = \frac{0,45 \rho_{б.с} (u_{\text{ср}} + 1) l_{\text{пр}}}{d_{\text{тр}}} 10^{-6}, \quad \left. \begin{aligned} P_{\text{кол (п.к)}} = \\ = \frac{\rho_{б.с} K_m (u_{\text{ср}}^2 + 6) l_{\text{кол (п.к)}}}{(d + 0,25) g} 10^{-5}, \end{aligned} \right\} (1)$$

где: $P_{\text{пр}}$, $P_{\text{кол(п.к)}}$ — потери давления соответственно на прямых участках трубопровода и в коленах (переходном конусе); $l_{\text{пр}}$, $l_{\text{кол(п.к)}}$ — соответственно длина прямых участков трубопровода и колен (переходного конуса); $d_{\text{тр}}$ — диаметр трубопровода; $u_{\text{ср}}$ — средняя скорость движения смеси по трубопроводу, равная $3,54 \cdot 10^{-4} Q/d^2$; Q — производительность бетононасоса; $\rho_{б.с}$ — плотность бетонной смеси; K_m — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние местных сопротивлений, 0,45 — эмпирический коэффициент, учитывающий вязкопластичные свойства литых бетонных смесей при их структурном движении по трубам.

Коэффициент K_m для наиболее часто встречающихся местных сопротивлений можно принять для колен 90° с радиусом закругления 0,33 и 0,5 м соответственно 3 и 2,4; для переходных конусов с диаметрами 180 и 125 мм в виде прямой вставки — 2,7 и в виде колена 90° с радиусом 0,5 м — 4,2.

При напорном бетонировании набивных свай и других глубоких подземных и подводных сооружений необходимо учитывать еще дополнительные сопротивления P_n подъему бетонной смеси, которые возрастают по мере возведения конструкции. Их максимальное значение

для литых смесей можно принять равным:

$$P_{\text{н}} = \frac{1,02 d_c^{0,5} h_c}{d_{\text{тр}}^2} 10^{-3} + \rho_{\text{б.с}} h_c 10^{-5}, \quad (2)$$

где d_c — диаметр или размер меньшей стороны бетонируемого сооружения; 10^{-3} — переводной коэффициент; h_c — высота бетонируемого сооружения; 1,02 — удельное сопротивление подъему литой бетонной смеси.

При перекачивании по трубам бетонных смесей с суперпластификаторами уменьшается их подвижность при повышенных давлениях и расстояниях подачи. Это объясняется активацией цемента в результате внутреннего трения слоев смеси при прохождении по трубопроводам и увеличением абсорбирующей способности заполнителей под действием избыточного давления. В связи с этим перерывы в подаче бетонной смеси с суперпластификаторами, особенно в жаркую погоду, должны быть сведены к минимуму и не превышать 15—20 мин.

Проведенные исследования позволили установить радиус растекания литой смеси при ее укладке и определить точки подачи смеси из условия обеспечения однородности получаемого бетона по прочности, плотности и другим характеристикам. Для обычных армированных конструкций (степень армирования не более 0,6%) расстояние между точками подачи литой смеси или расстановки напорных бетонолитных труб целесообразно назначать 3—4 м, а для сильно насыщенных арматурой — не более 2,5 м.

Использование литых бетонных смесей обуславливает некоторые особенности опалубочных работ. За счет увеличения высоты активного слоя бетона боковое давление уложенной на опалубку смеси в среднем на 15—20% выше, чем смеси с О. К. = 8—10 см (рис. 2). Кроме того, при напорном бетонировании дополнительные динамические нагрузки на опалубку превышают нормативные в 1,3—1,5 раза. Это необходимо учитывать при расчете переставных типов опалубок. С повышением температуры смеси в результате интенсивной потери ее подвижности и нарастания пластической прочности свежее уложенного бетона коэффициент бокового давления и высота активного слоя снижаются при одновременном увеличении трения и сцепления бетона с опалубкой.

При бетонировании монолитных конструкций в скользящей опалубке наиболее интенсивный рост прочности в первые часы твердения наблюдается у бетонов с С-3: они набирают распалубочную прочность через 4—4,5 ч при температуре окружающего воздуха +20...+25°C и через 5—6 ч — при +10°C. Применение добавок на основе модифицированных в присутствии электролитов лигносульфонатов практически не сокращает сроки набора прочности бетоном в раннем возрасте по сравнению с бетоном без добавок. Это следует учитывать при назначении скорости движения скользящей опалубки и интенсивности бетонирования.

Важным этапом бетонных работ, от которого зависит эффективность безвибрационных методов, является контроль

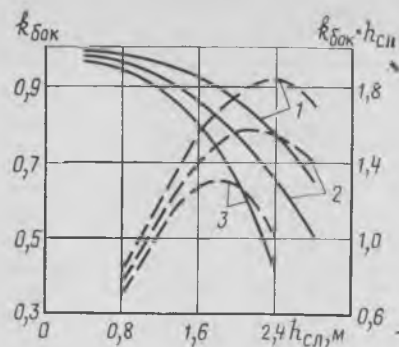


Рис. 2. Изменение коэффициента бокового давления бетонной $k_{\text{бок}}$ (—) смеси и его произведения (---) на высоту уложенного слоя $h_{\text{сл}}$ по высоте опалубки 1, 2, 3 — подвижность смеси соответственно 22—24, 14, 6 см

качества на всех технологических переделах. На бетонном заводе среди прочих требований заводская лаборатория должна обеспечить надлежащий контроль плотности и точности дозирования растворов добавок, подвижности и однородности бетонной смеси, ее температуры, прочности, а при необходимости и других свойств бетона. На строительной площадке целесообразно организовать постоянный контроль подвижности, однородности и температуры доставляемой смеси. Прочность и другие свойства бетона на объекте контролируют испытанием образцов, изготовленных из отобранных на месте укладки проб и твердевших в идентичных с возводимыми конструкциями условиях. Если показате-

ли бетонной смеси или бетона отклоняются от заданных более чем на 15—20%, производят корректировку состава. Для широкого внедрения методов безвибрационного бетонирования ЦНИИОМТП разработаны нормы, технологические условия и карты на возведение монолитных зданий и отдельных конструкций по новой технологии, а также совместно с другими организациями создано специализированное оборудование: установка для приготовления и дозирования добавок, расходный бак-дозатор для автобетоносмесителей, смеситель-перегрузочный, оснастка для напорного бетонирования, устройство для введения добавок в бетонопровод и др. Соответствующая нормативно-инструктивная документация разработана НИИЖБ и для изготовления высокопрочных (марок М 600 и выше) бетонов, применяемых при возведении ответственных монолитных конструкций и сооружений специального назначения.

Однако переход на широкое использование рассмотренных способов укладки возможен при полном обеспечении строительных организаций эффективными химическими добавками. Проблему обеспечения поставок отечественного суперпластификатора С-3 в полном объеме для строительства из монолитного бетона можно решить только при своевременном вводе в действие производственных мощностей по выпуску этой добавки. Одновременно строительным организациям целесообразно наладить приготовление эффективных для монолитного бетона добавок-разжижителей из отходов производств и в первую очередь из дешевых и недефицитных технических лигносульфонатов.

УДК 624.012.4:693.54.002.5

Б. В. ЖАДАНОВСКИЙ, Н. В. НОВИЦКИЙ, кандидаты техн. наук (ЦНИИОМТП)

Техническое оснащение бетоносмесительного хозяйства

Производство сборных и возведение монолитных конструкций в современном строительстве требуют высоких темпов приготовления качественных бетонных смесей, что невозможно без современных автоматизированных бетоносмесительных заводов и установок. Технический уровень бетоносмесительных заводов и установок в СССР все еще отстает от зарубежных образцов и требует их совершенствования.

По данным ЦСУ СССР за 1984 г. в строительном производстве насчитывается около 4 тыс. инвентарных бетоносмесительных заводов и установок производительностью более 20 м³/ч и

около 18 тыс. перебазированных бетоносмесительных установок со средней производительностью около 6 м³/ч.

В отечественном строительстве удерживается тенденция к повышению числа инвентарных заводов и снижению числа перебазированных бетоносмесительных установок. Так, Минстройдормаш, который является основным производителем бетоносмесительного оборудования, в 1984 г. для инвентарных заводов выпустил около 700 комплектов, а для перебазированных бетоносмесительных установок — всего 50. Такая централизация производства бетонной смеси, особенно для монолитного строительства, недоста-

точно обоснована и приводит к увеличению расстояний доставки бетонной смеси, ухудшению ее качества при транспортировании и росту встречных перевозок а следовательно к увеличению транспортных расходов.

Кроме перечисленного оборудования и установок заводы Минстройдормаша выпускают ежегодно около 30 тыс. бетоно- и растворосмесителей вместимостью 100...3000 л. Для обслуживания мелких бетоносмесителей вместимостью 100...500 л требуется 2...5 рабочих, что повышает общую трудоемкость производства смеси.

Большинство бетоносмесительных установок и заводов, как показало обследование ЦНИИОМТП, не отвечает уровню современных требований, эксплуатируется с превышением амортизационного срока и нуждается в пероснащении более современным оборудованием и средствами автоматизации.

При производстве бетонной смеси на строительных площадках в основном используют смесители гравитационного действия, которые снижают качество приготавливаемой бетонной смеси. Строительные площадки в большинстве случаев обеспечивают бетоносмесителями вместимостью 100...500 л. По строительным министерствам с учетом бетоносмесительных цехов, заводов ЖБИ средняя их вместимость составляет от 527 л (Минтяжстрой СССР) до 327 л (Минсельстрой СССР).

Средняя выработка по стране по приговлению бетонной смеси составляет 1139 м³ в год; выработка на одного рабочего на крупных предприятиях — 2...2,5 тыс. м³ в год, в системе Минэнерго — до 3,5 тыс. м³ в год. В ФРГ эти показатели равны 3,6...4,8 тыс. м³ в год.

Мелкие бетоносмесители и установки обслуживают около 100 тыс. рабочих. Острый дефицит рабочей силы в строительстве требует срочного сокращения числа находящихся в эксплуатации и выпуска отдельных бетоносмесителей вместимостью 100...375 л и мелких установок производительностью до 6 м³/ч. В первую очередь следует заменить основную массу мелких бетоносмесителей автоматизированными бетоносмесительными установками производительностью 12 м³/ч. Однако обследование партии установок СБ-140, установленных на Новосибирском заводе строительных машин в 1983 г., показало, что ни одна из них не была введена в эксплуатацию. Существенно отстают от зарубежного уровня автоматизированные бетоносмесительные установки по количеству выпускаемых в автоматическом режиме составов бетонных смесей без переналадки систем автоматики. На отечественных автоматизированных установках это 3—4 состава, а, например, на установке Н-500 производства западногерманской фирмы «Штеттер» оно составляет 45—50. В отечественной практике не оправдали себя автоматизированные системы управления СУ-БЗ-1 и «Цикл Б.С.» для бетоносмесительных установок.

Недостаточное внимание уделяют разработчики автоматическому корректированию воды затворения в зависимости от содержания воды в мелком заполнителе для бетона. Не решена проблема обслуживания бетоносмесительных установок, в первую очередь систем их авто-

матического управления. Необходимо в общегосударственном масштабе создать развитую сеть технического обслуживания и подготовки специалистов. Эта проблема становится все более актуальной в связи с переходом в системах управления на интегральные элементные схемы и схемы с логическими элементами. Строители получают некомплектное разрозненное оборудование, которое требует значительных трудозатрат для его монтажа.

Недостатком современных бетоносмесительных установок и заводов является отсутствие в их комплекте оборудования для мойки средств технологического транспорта бетонной смеси и регенерации ее отходов. Это приводит к загрязнению окружающей среды и потерям бетонной смеси около 5 млн. м³ из общего объема ее производства.

Для повышения технического уровня бетоносмесительного хозяйства необходимы следующие мероприятия:

применение гибких конструктивных схем базовых моделей установок, позволяющих варьировать вместимость и число отсеков расходных бункеров, вместимость и тип бетоносмесителей, а также загрузочные средства;

блочное исполнение установок; комплектная поставка оборудования установок, включая бункера заполнителей и утеплительную обшивку, выполнение технологического оборудования в виде моноблока для мобильных установок малой производительности;

высокая степень автоматизации управления заводами; простота и надежность систем управления прежде всего мобильными установками;

повышенная надежность систем автоматики благодаря использованию интегральных элементных схем; применение аналоговых весовых головок;

преимущественное применение секторных складов заполнителей, в том числе автоматических, со стреловыми скреперами для партерных установок производительностью до 120 м³/ч и бункерных складов заполнителей для установок производительностью свыше 120 м³/ч;

использование комбинированных секторно-бункерных складов для партерных установок, работающих при умеренно отрицательных температурах;

применение гравитационных бетоносмесителей для мобильных и перебазированных установок производительностью свыше 240 м³/ч;

применение только пневматической подачи цемента в расходные бункера; эргономическая и эстетическая проработка конструкторских решений, поскольку высокую конкурентоспособность отечественного оборудования можно обеспечить только при комплексном решении технических, эстетических и эргономических задач.

В настоящее время появились предпосылки к повышению технического уровня бетоносмесительных заводов и установок в связи с увеличением производства бетоносмесительного оборудования, отвечающего требованиям строителей.

В будущей пятилетке намечается освоение автоматизированных систем БАУ-9 и расширение производства СУБЗ-2, переход систем управления на микропроцессорную технику и тензометрические системы измерений.

Намечается освоение циклических бетоносмесителей объемом одного замеса 1 м³ готовой смеси с двумя горизонтальными валами принудительного действия СБ-163. Головной образец в настоящее время проходит испытания. Разрабатываются технические требования на такой же смеситель с объемом готового замеса 0,75 м³. По предварительным данным применение смесителей этого типа позволит сократить время перемешивания и обеспечить приготовление смесей лучшего качества.

Требуют дальнейшего изучения турбулентные смесители. Отечественная промышленность производит СБ-133-100 л и СБ-148-1200 л по загрузке. Во Франции фирма «Демлер» производит смесители вместимостью 375, 750, 1125 и 1500 л похожей конструкции. Последний закуплен СССР и второй год эксплуатируется под Тулой Минтяжстроем СССР.

Особое место занимают установки, работающие при отрицательных температурах. На заводах Минстройдормаша серийно производят СБ-145-П для температур наружного воздуха до —30°, СБ-135 и СБ-140 — до —15° С. В стадии разработки находится многофракционный дозатор для бетоносмесительной установки СБ-164 производительностью 120 м³/ч. Для автоматизированных бетоносмесительных установок СБ-134 производительностью 20 м³/ч, СБ-135 производительностью 30 м³/ч и СБ-145-П производительностью 30 м³/ч для работы при отрицательных температурах до —30° С разрабатываются системы автоматики с применением микропроцессорной техники на тензодатчиках.

Дальнейшее повышение выработки и производительности труда при изготовлении бетонной смеси связано с повышением уровня механизации и автоматизации всех процессов и увеличением парка мобильных и перебазированных установок.

Необходимо увеличивать выпуск мобильных бетоносмесительных установок циклического действия современного уровня для оснащения объектов рассредоточенного строительства, где эксплуатируется большое число мелких смесителей. Это особенно характерно для транспортного строительства, связи, нефтегазового, сельско- и водохозяйственного строительства. В целом по стране такое строительство составляет около 34 % общего объема уложенного бетона, что составляет 27 млн. м³. Насыщение парка бетоносмесительного оборудования новыми моделями, замена мелких смесителей мобильными передвижными установками позволит сократить численность занятых ручным трудом рабочих до 30 тыс. человек, в том числе до 6 тыс. человек, непосредственно занятых на приговлении бетонной смеси.

С. Г. ГОЛОВНЕВ, д-р техн. наук, А. Н. АЛАБУГИН, инж., Н. В. ЮНУСОВ, канд. техн. наук (Челябинский политехнический ин-т)

Раннее нагружение уложенного в зимнее время бетона

Согласно существующим нормам, бетон монолитных фундаментов необходимо выдерживать до достижения им не менее 70%-ной прочности и только затем монтировать вышерасположенные конструкции: колонны, подкрановые балки и т. д. В зимнее время приобретение бетоном такой прочности обеспечивается либо длительностью процесса, либо высокими дополнительными затратами. Одним из путей сокращения времени и уменьшения стоимости возведения здания является применение раннего нагружения монолитных железобетонных фундаментов*.

Влияние длительного нагружения на бетон в раннем возрасте впервые было исследовано в [1]. Эксперименты, проведенные при положительных температурах, показали эффективность раннего нагружения. Воздействие отрицательных температур на бетон в начальный период твердения может ухудшать его физико-механические свойства [2, 3]. Однако совместное влияние нагрузки и отрицательных температур на свойства бетона не оценивали.

Деформативность и прочность твердеющего бетона изучали на образцах-призмах размером $10 \times 10 \times 40$ см в соответствии с разработанной методикой и ГОСТ 82544—81. Состав бетона на 1 м^3 был принят следующим: портландцемент М 400—280 кг; песок средней крупности—750 кг; щебень фракции 5—20 мм—1140 кг; $B/C=0,79$. После распалубки форм образцы гидроизолировали разогретой смесью (3:1) парафина и канифоли. Для определения призмной прочности часть образцов испытывали на сжатие и нагружали рабочие призмы.

Нагружение осуществляли в пружинных установках, контролируя нагрузку индикаторами часового типа с ценой деления 0,01. Нагрузку на образец передавали центрально через стальные шарниры в торцевых опорных пластинах ступенями по $0,1 R_{пр}$ (прочность бетона в момент нагружения) с выдержкой 5 мин.

При изучении процесса микротрещинообразования [4] отмечалось, что статические нагрузки на бетон, не превышающие напряжения, соответствующего началу образования микротрещин, не опасны при эксплуатации сооружений и являются одним из основных критериев долговечности и морозостойкости бетона. Стадии микротрещинообразования контролировали прибором УК-16П. Первую стадию определяли напряжением сжатия, при котором время прохождения ультразвукового импульса в бетоне достигало минимального значения. Установлено, что напряжения, определяющие начало микротрещинообразования для бетона в возрасте 1, 2, 3, 4 сут, составили $0,35 \dots 0,45 R_{пр}$. Исходя из этого рабочие образцы нагружали до напряжений, равных $0,4 R_{пр}$. Сразу после нагружения рабочие и контрольные (выдерживаемые без нагрузки) образцы замораживали до -25°C . В холодильную камеру их помещали с прочностью 11, 20, 32 и 41% $R_{пр}$, причем призмная прочность незначительно отличалась от критической для бетона вышеуказанного состава. Температура понижалась ступенчато от $+20$ до -25°C с выдержкой на каждой ступени в течение 2 ч. Ступени соответствовали температурам $+5, 0, -2, -5, -7, -10, -15, -17, -20, -25^\circ\text{C}$. Затем также ступенчато температуру повышали до $+20^\circ\text{C}$. При этом измеряли полные продольные (температурно-усадочно-пластические) деформации рабочих и полные продольные (температурно-усадочные) деформации контрольных образцов. Для замеров на каждый образец устанавливали металлические рамки. На верхней в специальных зажимах крепили индикаторы часового типа с ценой деления 0,01. Штоки индикаторов удлинняли металлическими стержнями. Для исключения влияния температурного сжатия металлических стержней их изготавливали из прецизионного сплава. После выдерживания по заданному режиму образцы помещали в камеру нормального хранения и через 28 сут испытывали на сжатие.

При понижении температуры от $+20$

до 0°C во всех образцах наблюдались плавные деформации сжатия, большие по величине в рабочих образцах.

При температуре $0 \dots -5^\circ\text{C}$ в крупных порах и капиллярах цементного камня замерзала вода, что характеризовалось появлением деформаций расширения. Для более наглядного представления деформации расширения рабочих и контрольных образцов на графиках начинают из одной точки (нуля). Деформации, достигаемые рабочими и контрольными образцами при понижении температуры от $+20$ до 0°C , принимали за относительный нуль; в соответствии с этим пересчитывали значения (отсюда появились начальные деформации при $+20^\circ\text{C}$), и кривые деформации принимали вид графиков. Из рисунка видно, что наибольшие деформации расширения имеют контрольные образцы, замороженные с минимальной прочностью 11% R_{28} . С увеличением времени предварительного выдерживания бетона в нормальных условиях перед замораживанием прочность его увеличивается, повышается сопротивляемость давлению льда. В результате этого уменьшаются растягивающие деформации и при определенной прочности бетона стенки пор и капилляров могут выдерживать давление замерзающей воды, деформации расширения не проявляются. Так, если при прочности образцов 11% деформации расширения контрольных образцов составляли 78×10^{-5} , то при прочности 20% они снизились до 17×10^{-5} , при 32% — до 2×10^{-5} , а при 41% они не наблюдались. Снижение растягивающих деформаций при замораживании характеризует уменьшение структурных нарушений бетона, что, несомненно, отражается на его прочности. Это подтверждают результаты испытаний бетона на сжатие. Так, контрольные образцы, замороженные с прочностью 11 и 20%, в течение последующего 28-суточного твердения в нормальных условиях недобрали до марочной прочности соответственно 25—30 и 10—15%, а контрольные образцы, замороженные с прочностью 32 и 41%, в дальнейшем набирали марочную прочность.

* А. с. № 894146. Способ возведения монолитных железобетонных конструкций в зимнее время./С. Г. Головнев, А. Н. Алабугин и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1981, № 48

Воздействие сжимающей нагрузки на рабочие образцы изменяет процесс льдообразования в твердеющем бетоне. При понижении температуры от 0 до -5°C деформации расширения наблюдались только у рабочих образцов, замороженных с прочностью 11%, причем по сравнению с деформациями контрольных призм они были намного меньше (см. рисунок). По-видимому, напряжения сжатия, вызываемые в бетоне внешней нагрузкой, помогают структуре противостоять расширению образующегося льда. При дальнейшем понижении температуры деформации сжатия рабочих образцов плавно возрастали, чему способствовала высокая текучесть льда под нагрузкой [3]. После оттаивания рабочих образцов, замороженных с прочностью 20% и выше, в результате пластического деформирования зафиксированы остаточные деформации сжатия $12 \dots 17 \times 10^{-5}$, что свидетельствует об уплотнении бетона под действием нагрузки. Прочность этих рабочих образцов через 28 сут нормального хранения после оттаивания на 15–17% выше прочности контрольных образцов и на 2–15% выше марочной прочности бетона. Прочность рабочих образцов, замороженных с прочностью 11%, к 28 сут последующего нормального хранения на 13–16% выше прочности контрольных образцов, однако на 12–14% меньше марочной.

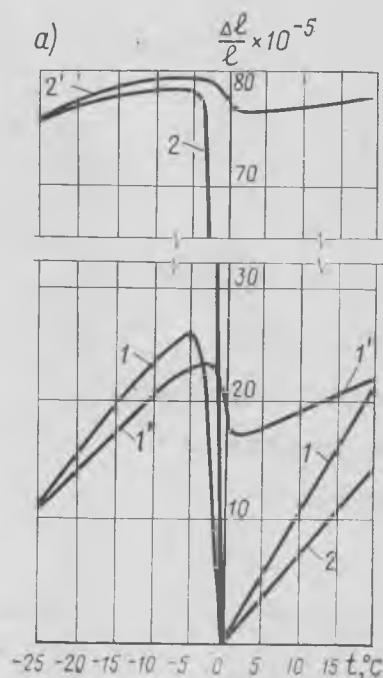
Таким образом, воздействие сжимающей нагрузки значительно уменьшает разрушающее действие растягивающих деформаций при замораживании и снижает потери прочности бетона в дальнейшем, при твердении в условиях положительных температур. Анализ полученных данных показал, что основные изменения в структуре бетона, имеющего прочность 10–40% R_{28} , происходят при понижении температуры от -2 до -5°C . При этих температурах наблюдается и твердение бетона [2]. Рост прочности бетона, как обычного, так и выдерживаемого под нагрузкой, изучали именно при этой температуре; рабочие и контрольные образцы выдерживали в холодильной камере при -5°C в течение 60 сут. От $+20$ до -5°C температура понижалась по приведенному выше режиму. Кроме того, при помещении образцов в холодильную камеру возраст, прочность и значение нагрузки соответствовали аналогичным характеристикам образцов, деформации которых представлены на рисунке.

Прочность образцов через 28 сут выдерживания при -5°C определяли сле-

Прочность бетона к моменту загрузки, % R_{28}	Прочность бетона, % R_{28} , выдержанного при -5°C , в течение		Прочность бетона, % R_{28} , после выдерживания 60 сут (-5°C) + 28 сут ($+20^{\circ}\text{C}$)
	28 сут	60 сут	
11	25	35	90
	21	25	75
20	38	45	105
	31	36	89
32	45	52	117
	41	44	101
41	49	54	115
	46	49	102

Примечание. Над чертой — при наличии нагрузки, под чертой — без нее.

дующим образом. После оттаивания в течение 3 ч при подъеме температуры до 15°C рабочие образцы разгружали и через 2 ч вместе с контрольными испытывали на сжатие. Через 60 сут вы-



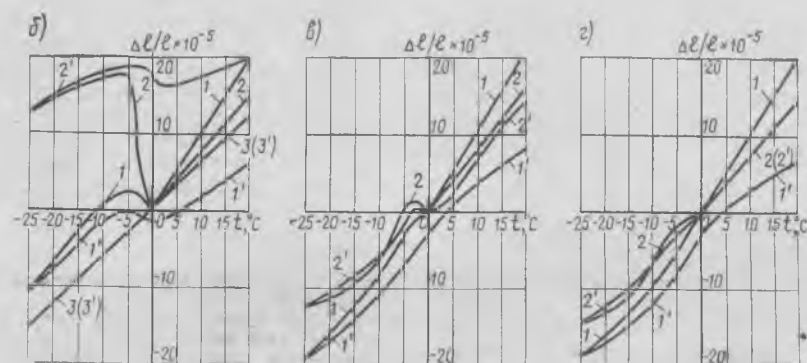
держивания при -5°C подобным образом испытывали вторую часть образцов; оставшиеся призмы выносили из камеры и испытывали после 28 сут хранения в нормальных условиях. Результаты определения прочности представлены в таблице.

Установлено, что рост прочности бетона при -5°C в течение 60 сут выдерживания хотя и замедленно, но продолжается. Прирост прочности бетона контрольных образцов за это время составил 8–16%. Последующее хранение образцов в нормальных условиях в течение 28 сут показало, что образцы с начальной прочностью 32 и 41% набрали марочную прочность. Призмы, замороженные с прочностью 11 и 20%, недобрали прочность соответственно на 25 и 11%, так как были помещены в холодильную камеру при прочности значительно меньшей, чем критическая.

Воздействие сжимающей нагрузки определенной интенсивности на бетон раннего возраста при отрицательной температуре снижает деструктивные процессы в бетоне и увеличивает прочность бетона. Рабочие образцы через 60 сут выдерживания при -5°C показали прирост прочности 13–25%. Дальнейшее хранение образцов в течение 28 сут в нормальных условиях подтвердило эффективность раннего нагружения: образцы, замороженные с прочностью 20% и выше, показали прочность на 5–17% больше марочной, а замороженные с прочностью 11% недобрали до марочной 10% (недобор прочности контрольными образцами составил 25%).

Деформации бетона при замораживании (1, 2, 3) и оттаивании (1', 2', 3')

а — прочность бетона до замораживания — 11% R_{28} ; б — то же, 20% R_{28} ; в — то же, 32% R_{28} ; г — то же, 41% R_{28} ; 1, 1' — рабочие образцы (под нагрузкой); 2, 2' — контрольные образцы; 3, 3' — образцы, высушенные до постоянной массы



Таким образом, воздействие внешней сжимающей нагрузки на бетон раннего возраста положительно влияет на механизм структурообразования и формирование свойств бетона не только при положительных, но и при отрицательных температурах. С понижением температуры характер твердения бетона меняется; при температуре ниже 0°C в бетоне раннего возраста наряду с замедлением структурообразующих процессов начинают протекать деструктивные процессы, связанные с объемным увеличением воды при частичном переходе ее в лед, миграцией влаги к охлаждаемой поверхности, температурными деформациями компонентов бетона. Эти явления вызывают наибольшие нарушения структуры в бетоне, замораживаемом сразу после изготов-

ления. С увеличением прочности бетона к моменту замерзания структурные нарушения снижаются. Переломный момент, после которого замораживание не влияет на свойства бетона, наступает с достижением «критической прочности». При предварительном нагружении бетона внешней нагрузкой этот момент наступает раньше. Нагруженный бетон меньше разуплотняется при замораживании, а также обладает лучшими свойствами после оттаивания и последующего твердения при положительных температурах. Это объясняется тем, что внешняя нагрузка помогает структуре бетона противодействовать давлению замерзающей воды, вызывая пластическое течение льда и непрерывное деформирование структуры. Кроме того, при оттаива-

нии бетона в условиях сжимающей нагрузки более заметно уплотняется структура, возникают новые контакты, изменяется характер ее микродефектов. Эти процессы в момент оттаивания нагруженного бетона обеспечивают ему более интенсивный набор прочности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саталкин А. В., Сенченко Б. А. Раннее нагружение бетона и железобетона в мостостроении. — М.: Автотрансиздат, 1956.
2. Миронов С. А. Теория и методы зимнего бетонирования. — М.: Стройиздат, 1975.
3. Крылов Б. А., Сергеев К. И., Иванова О. С. Исследование деформаций бетона при замораживании. — В кн.: Зимнее бетонирование и тепловая обработка бетона. — М.: Стройиздат, 1975.
4. Берг О. Я., Хромец Ю. Н. Влияние длительного нагружения на прочностные и деформативные свойства бетона. Труды ДНИИС, вып. 60. — М.: Транспорт, 1966.

УДК 624.012.46

А. В. ХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, Ю. И. РЫМАР, инж. (НИИСК)

Исследование прочности контакта сборно-монолитных конструкций при действии многократно повторных нагрузок

При расчете обычных (несоставных) железобетонных элементов на действие многократно повторной нагрузки проверяют выносливость нормальных и наклонных сечений. При расчете сборно-монолитных конструкций на такие нагрузки следует проверять и усталостную прочность контакта.

В НИИСК исследовали прочность и деформативность контакта моделей сборно-монолитных конструкций при действии многократно повторной нагрузки. В качестве опытных образцов использовали сборно-монолитные призмы с различными контактами:

плоский гладкий, полученный как отпечаток металлической опалубки (прочность обеспечивается в основном сцеплением) — серия Э-I;

плоский шероховатый — естественные выступы (впадины) до 10 мм (прочность обеспечивается вследствие сцепления и механического зацепления) — серия Э-II;

плоский шероховатый, пронизанный поперечной арматурой — серия Э-III.

Конструкция опытных образцов и схема испытаний показана на рис. 1.

Усталостным испытаниям исследуемых образцов предшествовали статические. Для образцов серии Э-I и Э-II, разрушение которых происходило хрупко, за разрушающую статическую нагрузку принимали максимальное показание силоизмерителя пресса; для образцов серии Э-III, разрушение которых носило явно выраженный пластический характер, разрушающая нагрузка, соответствующая нарушению сплошности контакта (совместности деформирования бетонов на

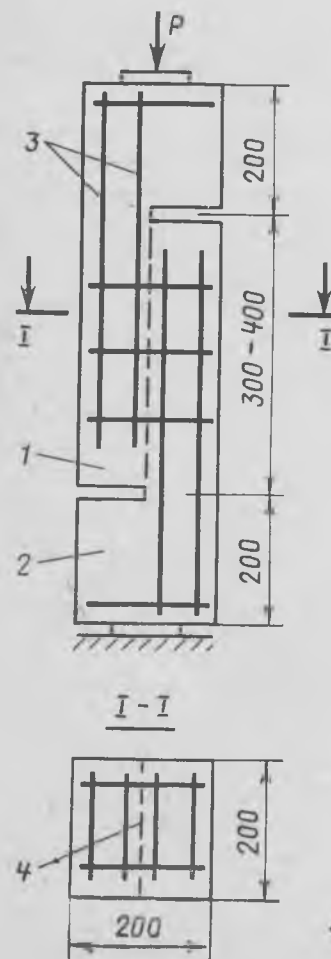


Рис. 1. Конструкция и схема испытаний опытных образцов

1 — сборный бетон; 2 — монолитный бетон; 3 — арматурный каркас (арматура $\varnothing 8$ А-III) для образцов серии Э-III; 4 — плоскость контакта

уровне контактного слоя), определяли на основании диаграммы нагрузка-деформации (рис. 2). В этом случае нарушение сплошности контакта сопровождается мягким разделением составного сечения на две части, что изменяет эксцентриситет приложения нагрузки относительно физической оси призмы в процессе нагружения. Указанные изменения зафиксированы в виде резкого (для части датчиков) изменения градиента деформаций de/dP . Нагрузку, соответствующую статической разрушающей, вычисляли по формуле

$$P_{разр} = P_1 + 0,5 \Delta P, \quad (1)$$

где P_1 — нагрузка, соответствующая резкому изменению скорости деформирования; ΔP — ступень нагружения.

В процессе усталостных испытаний варьировали уровень нагрузки (в долях от статической разрушающей) X_1 , коэффициент асимметрии цикла X_2 , частоту приложения нагрузки X_3 . Результаты усталостных испытаний и параметры переменной нагрузки приведены в таблице.

Серия	Номер образца	X_1	X_2	X_3	Значение отклика	
					Число циклов до разрушения $N \cdot 10^3$	$y = \lg N$
Э-I	1	0,63	0,20	10	25,00	4,398
	2	0,63	0,20	10	98,00	4,991
	3	0,63	0,40	10	200,00	5,301
	4	0,85	0,20	10	0,23	2,363
	5	0,85	0,20	10	7,60	3,881
	6	0,85	0,40	10	1,10	3,041
	7	0,63	0,20	1	9,30	3,969
	8	0,63	0,20	1	53,00	4,724
	9	0,85	0,20	1	0,10	2,000
	10	0,85	0,40	1	0,74	2,874
Э-II	17	0,75	0,20	10	4,20	3,623
	18	0,75	0,20	10	15,90	4,201
	19	0,63	0,25	10	132,00	5,122
	20	0,63	0,25	10	76,00	4,881
Э-III	21	0,63	0,40	10	123,00	5,091
	23	0,70	0,20	10	60,00	4,778
	24	0,70	0,20	10	50,00	4,699
	26	0,87	0,20	10	1,10	3,041
	27	0,70	0,40	10	1200,00	6,079
	28	0,81	0,20	10	12,20	4,086
	29	0,70	0,20	6,67	38,60	4,587
	31	0,70	0,20	1	12,00	4,079
	32	0,70	0,40	1	56,00	4,748
	33	0,81	0,40	1	2,50	3,398
	34	0,81	0,20	1	0,72	2,857
	35	0,87	0,20	1	0,30	2,477
	36	0,75	0,60	10	200,00	5,301

Примечание. Образцы № 11—16, 22, 25, 30 не разрушились при заданных режимах.

Момент разрушения образцов серии Э-III определяли на основании критериев:

дестабилизация нагрузки (спонтанное нарушение соосности приложения нагрузки, обусловленное нарушением сплошности контакта и смещением физической оси, и, как следствие, появление горизонтальных колебаний в системе испытательная машина—образец; резкое изменение градиента деформаций бетона $de/d(\lg N)$ (по аналогии с de/dP при статическом нагружении) (рис. 3).

Число циклов до разрушения (долговечность образца) для серии Э-III вычисляли по формуле (1) с учетом замены P_1 на $\lg N_1$ и ΔP на $\Delta \lg N = \lg(N_2/N_1)$ (N_1 и N_2 — значения числа

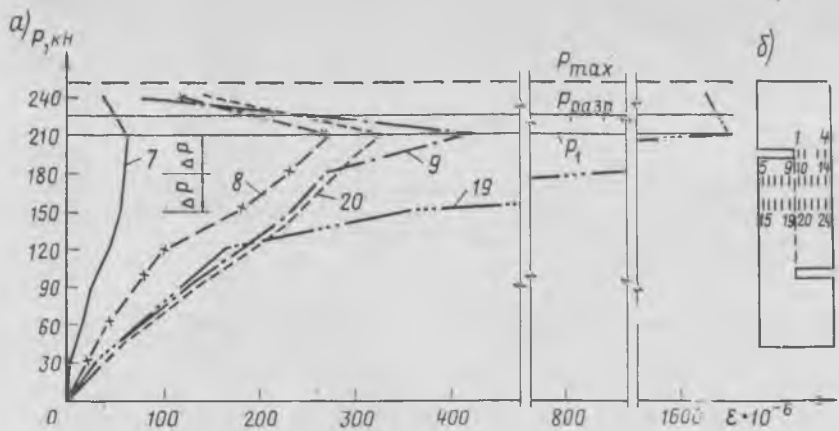


Рис. 2. К определению разрушающей нагрузки в образцах серии Э-III
а — продольные деформации бетонов; б — схема наклейки тензодатчиков
Цифры соответствуют номерам тензодатчиков

циклов, ограничивающее интервал с резким изменением градиента деформаций).

Полученные опытные данные обрабатывали на основе корреляционно-регрессионного анализа. Сходный характер деформирования и разрушения образцов серий Э-I и Э-II, а также однородность дисперсий (проверку производили по критерию Фишера) позволили считать, что результаты испытаний указанных образцов относятся к одной выборке. С учетом этого линейная модель зависимости логарифма числа циклов до разрушения от варьируемых факторов принимает вид

$$Y = 9,34 - 8,67 X_1 + 1,58 X_2 + 0,067 X_3. \quad (2)$$

При расчетах, как правило, возникает необходимость устанавливать максимальный уровень нагрузки при заданных параметрах X_2 , X_3 и базе испытаний Y .

Учитывая, что уравнение (2) не является алгебраическим, получена обратная регрессионная модель (минимизация суммы квадратов отклонений вдоль оси OX_1):

$$X_1 = 1,02 - 0,096 Y + 0,166 X_2 + 0,0059 X_3. \quad (3)$$

Аналогично получены уравнения регрессии по результатам испытаний образцов серии Э-III:

$$\left. \begin{aligned} Y &= 10,69 - 10,36 X_1 + 2,85 X_2 + 0,094 X_3; \\ X_1 &= 1,01 - 0,088 Y + 0,251 X_2 + 0,008 X_3. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Проверка значимости уравнений регрессии (2)—(4) по F -критерию при 5%-ном уровне значимости свидетельствует об адекватности выбранных моделей, при этом коэффициент множественной корреляции R составил 0,906; 0,87, 0,96 и 0,92.

Полученные уравнения можно исследовать для анализа влияния варьируемых факторов на долговечность образца и на предел выносливости. Представляется возможность однозначно ответить на вопрос о влиянии частоты приложения нагрузки на усталостные процессы (до сих пор данные о влиянии этого фактора носят противоречивый характер) — низкочастотный характер приложения нагрузки менее благоприятен для эксплуатации конструкций. При изменении частоты приложения нагрузки с 10 до 1 Гц (при прочих равных условиях) долговечность понижается в 4...7 раз, предел выносливости на 10...15%.

Предложенные уравнения регрессии, отражающие влияние основных факторов на усталостные процессы, совместно с разработанным ранее аппаратом по оценке статической прочности контакта сборно-монолитных конструкций*, позволяют распространить указанную методику на область многократно повторных нагрузок.

Рис. 3. К определению разрушающего числа циклов в образцах серии Э-III
а, б — продольные деформации бетонов; а — схема наклейки тензодатчиков
Цифры соответствуют номерам тензодатчиков

* Проектирование и изготовление сборно-монолитных конструкций. Под ред. А. Б. Голышева. — Киев: Будівельник, 1982.

УДК 691-422.2

В. В. ГАБРУСЕНКО, Л. Д. ГРИШАНОВ, инженеры (Новосибирский филиал СКТБ Стройиндустрия); В. Я. ЯКУШИН, канд. техн. наук (НИИЖБ), А. И. ХРАМЦОВ, инж. (трест Стройконструкция, Тамбов); В. В. НАПАЛКОВ, инж. (трест Алтайстройиндустрия)

Арочные решетчатые балки пролетом 18 м

Новосибирским филиалом СКТБ Стройиндустрия совместно с НИИЖБ разработана конструкция стропильных решетчатых балок пролетом 18 м с полигональным (арочным) верхним поясом (рис. 1). По сравнению с двускатной конструкцией контур балок здесь приближается к очертанию эпюры моментов и позволяет более рационально распределить внутренние усилия — выровнять продольные силы по длине поясов (уменьшить в опасных средних и увеличить в недогруженных крайних панелях), за счет чего снижаются сдвигающие усилия в стойках и моменты в узлах, а также улучшить центрирование усилий над опорами. В конечном итоге все это позволяет снизить расход материалов в конструкциях, в том числе облегчить опорные участки, уменьшив их номинальную высоту с 900 до 600 мм.

По прочности арочные балки рассматривали как конструкции сплошного сечения с отверстиями [1], а по трещиностойкости элементов решетки и жесткости — как статически неопределимые стержневые системы. Расчет опорных участков выполняли как для обычных балок.

Напрягаемой арматурой служат стержни класса А-IIIв с расчетным сопротивлением 500 МПа, которые для удобства размещения захватных приспособлений, укладки и уплотнения бетона расположены на большом расстоянии друг от друга по высоте сечения (120 мм между осями). Для увеличения плеча внутренней пары продольную арматуру сконцентрировали

у наружных граней поясов [1], стойкам придали Х-образную форму [2]. Расход продольной арматуры определялся расчетом по прочности, а арматуры в стойках — по раскрытию трещин, поэтому балки, предназначенные для эксплуатации в обычных и агрессивных средах, отличаются только армированием стоек.

По сравнению с двускатными по серии 1.462.1-3/80 арочные балки оказались экономичнее по объему бетона почти на 22%, расходу стали для обычной среды — на 13—20% (см. таблицу),

Унифицированная расчетная нагрузка, кН/м²	Двускатные балки		Арочные балки	
	марка бетона	расход стали, кг/%	марка бетона	расход стали, кг/%
6,5	400	709/100	350	578/82
7,5	400	801/100	400	643/80
8,5	500	856/100	450	745/87
9,5	500	954/100	500	818/86

Примечание. Объем бетона двускатных балок — 4,84 (100%), арочных — 3,79 м³ (78%).

а для среднеагрессивной — на 29—36%. Одновременно число ненапрягаемых арматурных элементов сократилось с 82 до 63, объем работ по вязке каркасов — со 128 до 16 точек привязки, в ряде случаев уменьшилась требуемая прочность бетона.

При применении в соседних пролетах конструкций номинальной высотой на опоре 900 мм или воздухопроводов больших диаметров поперечной прокладки в чертежах предусмотрены металлические столбики для выравнивания пок-

рытия и увеличения опорной высоты, что несколько повышает расход стали (на 8—22,7 кг в зависимости от ширины плит покрытия). Возможно устройство в балках опорных выступов высотой 300 мм, которые увеличат расход бетона на 0,06 м³.

Эксперименты проводились на двух партиях балок, стойки которых заармированы применительно к неагрессивной среде эксплуатации: два образца — под нагрузку 6,5 и три образца — под нагрузку 7,5 кН/м².

Первую партию балок изготовили на заводе ЖБИ № 1 в Тамбове в силовой камере с металлическим полом, служащим поддоном при формировании. Бортоснастка состояла из металлобетонных продольных бортов (съёмного и стационарного), съёмных металлических вкладышей и торцевых бортов. Напрягаемую арматуру натягивали электротермическим способом на упоры камеры, бетонную смесь уплотняли глубинными вибраторами, вкладыши вынимали до термообработки изделий.

Вторая партия была изготовлена по аналогичной технологии на Новоалтайском заводе ЖБИ. Разница состояла лишь в том, что все элементы бортоснастки были металлическими, вкладыши вынимали после термообработки, а стержни натягивали гидродомкратом.

В день испытания кубиковая прочность бетона образцов первой партии составила 37,3 и 37,5, второй партии — 39,9, 42,3 и 42,6 МПа, возраст изделий составлял соответственно 56 и 57, 85, 107 и 127 сут.

По два образца от каждой партии испытывали в вертикальном положении пятью равными силами, приложенными в узлах верхнего пояса с шагом 3 м (рис. 2, а). Такая схема нагружения позволяет оценить прочность и трещиностойкость поясов и части стоек, а также общую жесткость конструкции.

Несущую способность опорных участков проверяли дополнительным нагружением одной силой, приложенной к ближайшей к опоре стойке (рис. 2, б). Для предотвращения преждевременного разрушения других стоек отверстия перед испытанием были забетонированы. Крайние отверстия оставляли открытыми, чтобы не искажать характер распределения напряжений в опорных участках. Испытывали по одному образцу от каждой партии (в том числе один после испытания по пролетной схеме), опорные участки нагружали поочередно.

Испытания по пролетной схеме дали положительные результаты. • Ширина раскрытия трещин при соответствующей

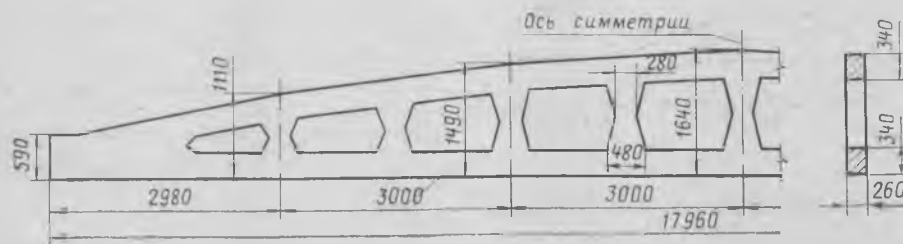


Рис. 1. Схема балок

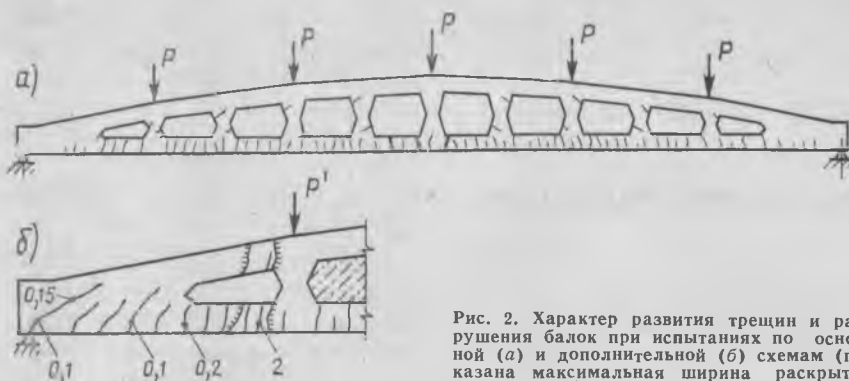


Рис. 2. Характер развития трещин и разрушения балок при испытаниях по основной (а) и дополнительной (б) схемам (показана максимальная ширина раскрытия трещин, мм)

щих контрольных нагрузках не превышала величин, допустимых в нижнем поясе для среднеагрессивной (0,1 мм), а в стойках для обычной (0,25 мм) среды. В опорных участках трещины не появлялись. Трещины, образовавшиеся в углах крайних отверстий, не получали большого развития.

Относительные прогибы образцов в середине пролета при контрольных (нормативных) нагрузках составляли менее 1/450. Как видно из графиков (рис. 3), работа балок на этих участках близка к упругой, хотя в нижних поясах и стойках имелись многочисленные трещины. Переходы к пологим участкам свидетельствуют о начале пластических деформаций в растянутой арматуре, что подтверждается раскрытием трещин в средних панелях нижнего пояса на ширину более 1 мм. На этой стадии отклонение опытных величин изгибающих моментов в опасных сечениях (вблизи средних стоек) от теоретических, определенных с учетом измеренного условного

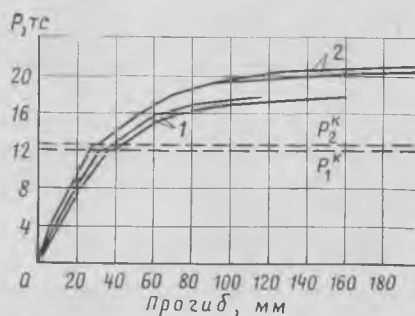


Рис. 3. Прогибы в середине пролета балок
1 — первой партии под нагрузку 6,5;
2 — второй партии под нагрузку 7,5 кН/м² (P_1^k и P_2^k) — соответствующие контрольные нагрузки по жесткости и раскрытию трещин)

предела текучести арматуры (590—607 МПа для первой и 623 МПа для второй партии), составило от —4,1 до +11,4%, т.е. подтвердило приемлемость принятых методов расчета.

При дальнейшем нагружении прогибы продолжали расти (в балках второй

партии — до 1/75 пролета), трещины в нижних поясах раскрывались до 2—3 мм, однако разрушить сжатые пояса не удалось, хотя нагрузки превысили расчетные в 1,45—1,48 раза. Максимально достигнутые значения изгибающих моментов оказались на 0,5—7,6% меньше теоретических, подсчитанных по временному сопротивлению стержней (678—716 МПа), что свидетельствует о наличии еще некоторого резерва прочности в растянутой арматуре. Это же подтверждает и большое (до 60—65%) погашение вертикальных перемещений образцов после снятия нагрузки. В целом же поведение балок при значительных перегрузках, напоминающее работу пластинчатых рессор (большое провисание нижнего пояса при сохранении несущей способности), следует рассматривать как залог безопасной эксплуатации конструкций.

При испытаниях по опорной схеме разрушались крайние панели поясов с предшествующим раскрытием трещин шириной более 1 мм в нижнем и появлением трещин в верхнем поясе. В самих опорных участках раскрытие трещин не превышало 0,15 мм, а максимально достигнутые опорные реакции превысили расчетные в 1,45—1,61 раза. Эти результаты показывают, что при загрузке балок любой нагрузкой, эпюра моментов которой не выходит за пределы огибающей, разрушение опорных участков не может произойти раньше разрушения поясов в пролете.

Серийное производство балок начато на заводах ЖБИ в Тамбове и Новоалтайске. Первая промышленная партия конструкций использована при строительстве текстильного комбината в Кирсанове (рис. 4).

Выводы

Применение решетчатых балок с полигональным (арочным) очертанием верхнего пояса создает более благоприятное распределение усилий в конструкции, позволяет существенно сократить расход бетона и стали по сравнению с двускатными балками.

Испытания арочных балок дали положительные результаты по прочности, жесткости и трещиностойкости, выявили повышенную деформативность образцов при больших перегрузках, что является положительным фактором для безопасной эксплуатации конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габрусенко В. В., Гришанов Л. Д., Якушин В. А. Двускатные решетчатые балки с уменьшенным армированием поясов. — Бетон и железобетон, 1983, № 5.
2. Габрусенко В. В., Якушин В. А. Совершенствование конструкции стоек решетчатых балок. — Бетон и железобетон, 1984, № 1.

Рис. 4. Строительство текстильного комбината с применением арочных решетчатых балок



Л. А. МАКЕЕВА, инж. (Госстрой СССР); В. Н. ЯРМАКОВСКИЙ, А. С. ИСТОМИН, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Прочность и деформативность конструкционного керамзитоперлитобетона

Для расчета и проектирования несущих конструкций необходимо изучить влияние основных свойств вспученного перлитового песка на прочностные и деформативные характеристики керамзитоперлитобетона марок М200—М400, плотностью 1100—1400 кг/м³.

Исследовали керамзитоперлитобетон четырех составов (табл. 1). Бетоны составов 2—4 готовили на одном и том же керамзитовом гравии фракций 5—10 и 10—20 мм в соотношении по объему 1:1, портландцементе марки 500 и на перлитовых песках фракции 0—5 мм, состав 1 — на более прочном керамзитовом гравии. Жесткость бетонной смеси всех составов 13—15 с.

Образцы (кубы и призмы) из бетона и оттертой при их изготовлении растворной части подвергали тепловой обработке по режиму 3+8+3 ч при $t_{из}=80-85^{\circ}\text{C}$. Хранили их в камере нормального твердения. Результаты испытаний бетонных образцов на осевое сжатие и растяжение в возрасте 28 сут (табл. 2) показали, что повышение насыпной плотности песка с 370 до 500 и далее до 700 кг/м³ и прочности с 0,5

до 0,9 и 2,2 МПа увеличило прочность на сжатие растворной части бетона $R_{р.г}$ соответственно на 1,78 и 2,18 раза. Это обеспечило повышение прочности на сжатие бетона R_b соответственно на 18 и 21%. В то же время при практически равных значениях $R_{р.г}$ керамзитоперлитобетон состава 1 имел R_b на 42% больше, чем состава 2. Очевидно, повышение прочности бетона состава 1 обусловлено использованием более прочного керамзитового гравия.

Коэффициент призмной прочности $K_{пр}$ керамзитоперлитобетона всех составов на песке с $\gamma_n=370-700$ кг/м³ выше на 8—25%, чем нормируемый СНиП II-21-75. При этом, как и для большинства легких бетонов, чем выше их марка по прочности, тем ниже $K_{пр}$.

Прочность на осевое растяжение керамзитоперлитобетона составов 1, 2 (на песке с $\gamma_n=700$ кг/м³), определенная в экспериментах (R_p) и скорректированная с учетом коэффициента вариации прочности $v=0,135$ по формуле $R_p^n = R_p (1 - 1,64 v)$, практически соответствует значениям, нормируемым СНиП для бетонов на пористых запол-

нителях; для бетона составов 3, 4 (на песках с γ_n соответственно 500 и 370 кг/м³) R_p^n ниже нормируемой соответственно на 23 и 36%. Таким образом, чем выше насыпная плотность и прочность вспученного перлитового песка, тем ближе экспериментальные значения R_p^n керамзитоперлитобетона нормируемым СНиП.

Использование в бетоне более плотного перлитового песка в большей степени повышает прочность бетона на растяжение по сравнению с прочностью на сжатие. Так, при замене в бетоне песка с $\gamma_n=370$ кг/м³ песком с $\gamma_n=500$ кг/м³ значение R_p^n повысилось на 31% (R_b — на 18%), а песком с $\gamma_n=700$ кг/м³ — на 64% (R_b — на 21%).

Модуль упругости керамзитоперлитобетона для составов 1—3 на 5—7% выше нормируемого СНиП II-21-75 для легких бетонов, а для состава 4 на малопрочном песке — на 6% ниже нормируемой.

Анализ зависимости $\epsilon_{пр} = f(\sigma/R_{пр})$ показывает ее явно выраженную линейность (рис. 1). Пластические деформации (или деформации быстросотекающей ползучести) керамзитоперлитобетона наблюдаются только с уровня напряжений 0,57—0,84 $R_{пр}$, причем доля их от полных деформаций невелика ($\epsilon_p^{1-4} = 2,5-9,2\%$). При большей плотности и прочности перлитового песка, практически равной прочности бетона, и при более высоком уровне напряжений начинают развиваться пластические деформации и уменьшается их доля от полных деформаций. Так, для бетона составов 2 и 3 уровни напряжений составляют соответственно 0,79 и 0,7 $R_{пр}$ (точки a_2 и a_3 , рис. 1), а доля пластических деформаций от полных — 3,6 и 2,7%. Таким образом, линейность диаграммы сжатия $\sigma-\epsilon_{пр}$ усиливается с повышением плотности и прочности применяемого песка.

Такая линейность диаграммы $\sigma-\epsilon$ до высоких уровней $\sigma/R_{пр}$ и хрупкое разрушение характерны, по данным НИИЖБ, для высокопрочного (М 500, М 600) шлакопемзобетона [1], и, по данным зарубежных исследователей [2], для высокопрочных легких бетонов (М 500—М 700) на керамических пористых заполнителях (см. кривую 0 на рис. 1).

Предельные деформации сжатия $\epsilon_{сж}^{max}$ керамзитоперлитобетона всех составов при $\sigma/R_{пр}=1$ составляют $22,6-27,0 \times 10^{-4}$, что выше, чем у тяжелого бетона, и ниже, чем у керамзитобетона, и соответствуют $\epsilon_{сж}^{max}$ шлакопемзобетона на пористом шлаковом песке. При

Таблица 1

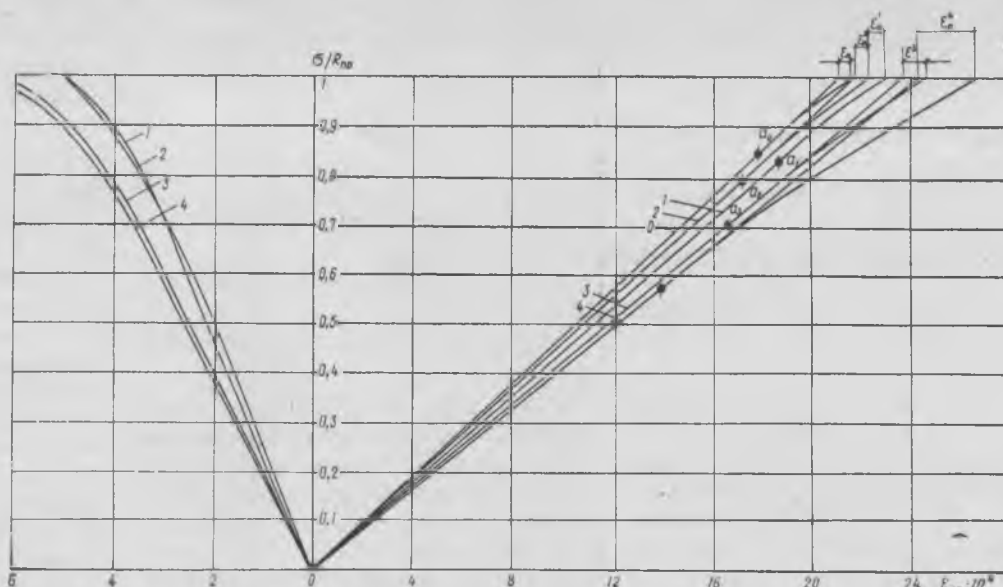
№ состава	$R_{ц}$, МПа, керамзита фракции 5—20 мм	γ_n , кг/м³, перлитового песка фракции 0—5 мм	$R_{п}$, МПа, перлитового песка фракции 2,5—5 мм	Фактический расход материалов на 1 м³ керамзитоперлитобетона			В/Ц
				цемента, кг	керамзита фракции 5—20 мм, л	песка, л	
1	4,9	700	2,2	512	940	315	0,45
2	3,5	700	2,2	435	930	360	0,55
3	3,5	500	0,9	430	910	370	0,6
4	3,5	370	0,5	423	895	435	0,7

Таблица 2

Свойства керамзитоперлитобетона	№ состава керамзитоперлитобетона			
	1	2	3	4
Плотность в сухом состоянии γ_b , кг/м³	1420	1250	1160	1130
Прочность на сжатие R_b , МПа	39,2	27,6	27	22,8
Призмная прочность $R_{пр}$, МПа	31,1	22,2	22,8	21,4
Коэффициент призмной прочности $R_{пр}/R_b$	0,79	0,80	0,84	0,94
Прочность на осевое растяжение R_p , МПа	1,73	1,48	1,18	0,90
Модуль упругости E , МПа·10 ⁻³	13,7	10,1	9,65	8,45
Предельная сжимаемость $\epsilon \cdot 10^4$	23,1	22,6	24,9	27,0
Коэффициент Пуассона ν	0,19	0,18	0,21	0,19
Нижняя граница области микротрещинообразования $R_{г.р}^0/R_{пр}$	0,80	0,73	0,74	0,76
Верхняя граница области микротрещинообразования $R_{г.р}^1/R_{пр}$	1,0	0,99	0,96	0,94

Рис. 1. Зависимость продольных $\epsilon_{пр}$ и поперечных $\epsilon_{поп}$ деформаций керамзитоперлитобетона от уровней напряжений сжатия $\sigma/R_{пр}$

1—4 — составы керамзитоперлитобетона по табл. 1; 0 — легкий бетон марки М 600 на пористом керамическом заполнителе типа соудайт по данным [2]; точки a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 соответствуют началу развития пластических деформаций керамзитоперлитобетона при уровнях напряжений сжатия соответственно 0,85; 0,84; 0,79; 0,7; 0,57 $R_{пр}$



практически равной прочности керамзитоперлитобетона (составы 2 и 3) предельная сжимаемость на 11% больше у бетона на менее плотном песке из-за большей его деформативности.

Коэффициент Пуассона керамзитоперлитобетона равен 0,19—0,21 (рис. 2), что близко нормируемому СНиП. Анализ зависимостей $\nu = f(\sigma/R_{пр})$ показал постоянство коэффициента поперечной деформации ν керамзитоперлитобетона по мере повышения уровня напряжений сжатия до 0,3—0,8 $R_{пр}$. Это обстоятельство наряду с линейностью диаграммы сжатия до уровня напряжений 0,57—0,84 $R_{пр}$ свидетельствует об упругом характере работы керамзитоперлитобетона под нагрузкой сжатия и о его хрупком разрушении. На это указывают и высокие уровни напряжений, определяющие верхнюю границу области микротрещинообразования керамзитоперлитобетона. При этом для бетона состава 1 уровень $R_{т}^0/R_{пр}$ не зафиксирован (см. табл. 2), так как в нем начало процесса интенсивного микротрещинообразования практически совпадает с моментом разрушения бетонного образца.

Нижняя граница области микротрещинообразования керамзитоперлитобетона, определяемая уровнем $R_{т}^0/R_{пр}$ по ультразвуковому способу, выражена, как и в высокопрочном шлакопемзобетоне [1], весьма слабо. Ее можно с достаточно большим приближением установить только по началу увеличения коэффициента поперечной деформации бетона по мере роста уровня напряжений сжатия (см. рис. 2).

Керамзитоперлитобетон марок М 150—М 200 успешно применен на предприятиях объединения «Укрпромжелезобетон» при изготовлении преднапря-

женных многослойных однослойных комплексных плит покрытий размером 1,5×12 м. В них конструкционный керамзитоперлитобетон благодаря низкой объемной массе и соответственно низкой теплопроводности выполняет и

функции теплоизоляции. Эти конструкции использовали при строительстве общественных зданий в Ивано-Франковске. Экономический эффект по сравнению с типовыми решениями комплексных двухслойных плит с несущей основой из тяжелого бетона составил 2,84 р. на 1 м² покрытия.

Выводы

Применение перлитового песка повышенной прочности и плотности позволяет улучшить основные прочностные и деформативные характеристики конструкционного керамзитоперлитобетона при малозначимом увеличении его объемной массы. Эти характеристики соответствуют значениям, нормируемым СНиП II-21-75. Низкая объемная масса легкого бетона этого вида предполагает его эффективное применение в большепролетных плитах покрытий, снижение собственной массы которых позволяет уменьшить изгибающие моменты.

В то же время при проектировании несущих конструкций из керамзитоперлитобетона следует учитывать, что он обладает повышенными упругими свойствами и для него характерно хрупкое разрушение. Особенно это относится к бетонам на перлитовых песках повышенной плотности и прочности.

Опыт применения керамзитоперлитобетона марок М 150—М 200 для комплексных плит покрытий общественных зданий в УССР показал достаточно высокую его технико-экономическую эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярмаковский В. Н., Кондрашенко В. И. Технология и свойства высокопрочного шлакопемзобетона. — В кн.: Эффективные легкие бетоны и конструкции из них. — М.: НИИЖБ, 1984.
2. Holm T. A. Physical properties of high-strength lightweight aggregate concretes. Proceedings of Second International Congress of Lightweight Concrete in London, 1980.

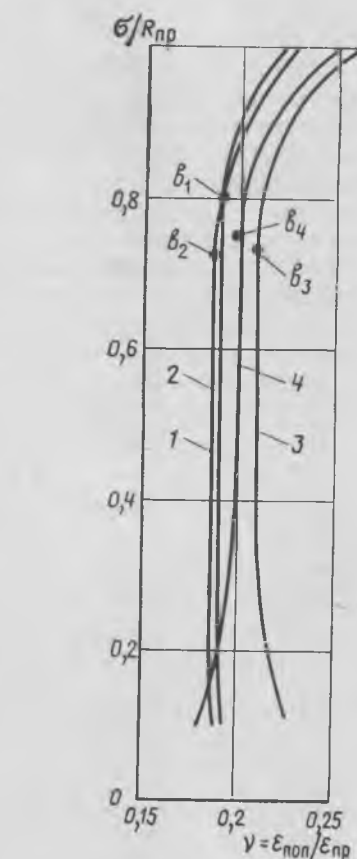


Рис. 2. Зависимость коэффициента поперечной деформации ν керамзитоперлитобетона от уровней напряжений сжатия $\sigma/R_{пр}$

1—4 — то же, что на рис. 1; точки b_1, b_2, b_3, b_4 соответствуют приблизительно нижней границе области микротрещинообразования керамзитоперлитобетона (значения см. по табл. 2)

Сопротивление растянутой арматуры при смешанном армировании

В некоторых случаях для восприятия растягивающих усилий в железобетонных элементах целесообразно смешанное армирование из преднапрягаемых и ненапрягаемых стержней. Класс арматуры назначается из условий закрытия трещин в стадии эксплуатации и главным образом наиболее полного использования прочностных свойств стали. Для обеспечения второго условия может оказаться рациональным использование арматуры разных классов: более прочной (напрягаемой) с площадью сечения A_p и менее прочной (ненапрягаемой) — A_s . В дальнейшем отношение различных параметров к напрягаемой или ненапрягаемой арматуре также обозначено индексами p или s .

Прочность каждого стержня в отдельности характеризуется расчетным сопротивлением R , равным, согласно нормам, гарантированному значению случайной величины предела текучести стали

$$R = \frac{\bar{R} - 1,64 \sigma}{\gamma} \quad (1)$$

где $\bar{R}$ — среднее значение предела текучести; σ — среднее квадратическое отклонение; γ — коэффициент безопасности.

Расчетное растягивающее усилие, воспринимаемое в предельном состоянии одновременно всеми стержнями, упрощенно определяется суммированием усилий $A_p R_p$ и $A_s R_s$. Обобщенное сопротивление всей растянутой арматуры

$$R_0 = \mu_p R_p + \mu_s R_s, \quad (2)$$

где $\mu_p = \frac{A_p}{A_p + A_s}$; $\mu_s = \frac{A_s}{A_p + A_s}$.

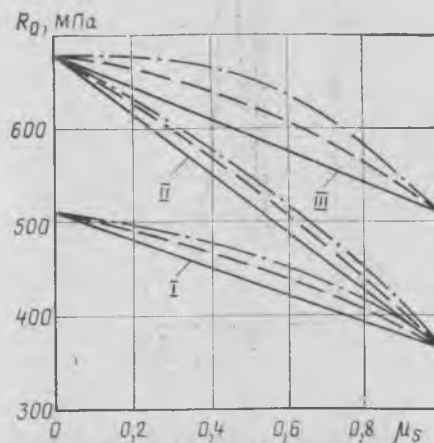
В действительности обобщенный предел текучести является случайной величиной, характеризуемой изменчивостями предела текучести и площади сечения различных стержней. Поэтому R_0 следует определять с учетом свойств сумм случайных величин, что при незначительной изменчивости площади сечения (т. е. изменчивости коэффициен-

тов μ_p и μ_s) не представляет затруднений. Суммируемые случайные величины пределов текучести стержней разных классов можно принять независимыми в пределах всей генеральной совокупности стержней, если таковой считать продукцию каждого завода — поставщика арматурной стали. Исходя из изложенного, получено выражение для обобщенного сопротивления совместно работающих стержней

$$R_0 = \frac{\mu_p \bar{R}_p}{\gamma_p} + \frac{\mu_s \bar{R}_s}{\gamma_s} - 1,64 \sqrt{\left(\frac{\mu_p \sigma_p}{\gamma_p}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s \sigma_s}{\gamma_s}\right)^2}. \quad (3)$$

Расчеты показывают, что сопротивление R_0 , определенное по формуле (3), больше, чем принимается обычно при проектировании (2) во всем диапазоне армирования $0 < \mu_s < 1$ (см. рисунок).

В качестве примера рассмотрены несколько вариантов смешанного армирования: А-III+А-IV; А-III+А-V; А-IV+А-V. Значения параметров δ и γ для арматуры разных классов принимали по данным, приведенным в работах НИИЖБа. Для арматуры класса А-III $\delta = 25$ МПа, $\gamma = 1,07$; А-IV $\delta = 68$ МПа,



Зависимость R_0 от μ_s для I—III варианта смешанного армирования расчет по формулам: — (2); — (3); — (5)

$\gamma = 1,15$; А-V $\delta = 78$ МПа, $\gamma = 1,15$. Средние значения пределов текучести определяли из известной зависимости для нормативных сопротивлений $\bar{R} = R_n + 1,64\sigma$.

В первых двух вариантах максимальное значение $C = R_0^{(3)}/R_0^{(2)} = 1,04$ получено при $\mu_s = 0,7$; в третьем варианте $C = 1,05$ при $\mu_s = 0,5$.

Незначительное, на первый взгляд, увеличение сопротивления стержней при смешанном армировании позволяет более эффективно использовать сортамент арматурной стали, а иногда получать экономию дефицитного материала. Кроме этого, подтверждена возможность экономии в стоимостном выражении вследствие снижения удельной цены совместно работающей арматуры.

Изложенной методике определения сопротивлений арматуры соответствует расчетная схема конструктивных систем с параллельным соединением элементов (арматурных стержней). В случае применения арматуры одного класса эффективность совместной работы может быть незначительной, поскольку приходится оперировать мало значащими параметрами межпартионной изменчивости [1]. Применение арматуры разных классов (не менее двух стержней в системе) позволяет включить основную характеристику изменчивости — межпартионную, а в итоге — всю генеральную совокупность.

Анализ формулы (3) показывает, что эффективность смешанного армирования возрастает при увеличении изменчивости прочности стали и повышении требований к надежности. Полученные результаты характеризуют главным образом нормативное сопротивление R_n , поскольку в СНиП коэффициент безопасности γ представлен в детерминированной форме и в выражение (3) входит как постоянная величина.

При совершенствовании норм и развитии вероятностных расчетов целесообразно устанавливать расчетные сопротивления R на основе теории вероятности. Чтобы выяснить, каким образом это может сказаться на R_0 , воспользуемся вероятностной интерпретацией коэффициента безопасности для определения внутрипартионных среднеквадратических отклонений

$$\sigma_0 = \frac{R_n - R}{3} \quad (4)$$

Формула (3) преобразуется в выражение

$$R_0 = R_{0n} - 3 \sqrt{(\mu_p \sigma_{0p})^2 + (\mu_s \sigma_{0s})^2}, \quad (5)$$

где R_{0n} определяют из формулы (3) при $\gamma_p = \gamma_s = 1$.

Результаты расчета свидетельствуют о существенном увеличении $R_0^{(s)}$ по сравнению с $R_0^{(2)}$. Максимальные отношения $C=R_0^{(s)}/R_0^{(2)}$ оказались равными: по варианту I $C=1,07$ ($\mu_s=0,7$); по варианту II $C=1,07$ ($\mu_s=0,8$); по варианту III $C=1,1$ ($\mu_s=0,5$) (см. рисунок).

Таким образом, учет изменчивости прочности арматурной стали и совместной работы растянутой арматуры разных классов позволяет более эффективно использовать смешанное армирование в железобетонных конструкциях. Полученные результаты дают количественную оценку не учитываемых пока резервов. Реализация этих резервов возможна, например, при введении повышающего коэффициента $C \geq 1,05$ к расчетным усилиям, воспринимаемым растянутой арматурой железобетонных элементов. Величину коэффициента при различных отношениях μ_s/μ_p можно уточнить по приведенной методике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А. А., Мадатян С. А., Сегалов А. Е. Об учете совместной работы упругопластических элементов в конструкциях. — Строит. механика и расчет сооружений, 1978, № 5.
2. Мадатян С. А. Напрягаемая арматура железобетонных конструкций в СССР и за рубежом. Обзор. — М.: ВНИИИС, 1983.

На ВДНХ СССР

Система автоматического регулирования температуры

На заводе ЖБИ № 5 ПО Мосспецжелезобетон создана система автоматического регулирования температуры изотермической выдержки, а также регулирования ее продолжительности при постоянной скорости подъема температуры среды в 6 установках периодического действия — пропарочных камерах и термополках, расположенных в цехе и на полигоне.

Система обеспечивает контроль и регистрацию температуры, сигнализацию о времени начала и окончания процесса, контроль расхода теплоносителя. Она состоит из электронного автоматического многоточечного моста типа КСМ, датчика температуры типа ГСМ, реле времени типа ВС-10, мембранного исполнительного механизма типа МИМ, дифференциального манометра типа ДМ и вторичного прибора типа КСД.

Пределы регулирования температуры — от 0 до 100°C, закон регулирования — позиционный.

Внедрение системы позволяет экономить до 15% тепловой энергии.

В помощь проектировщику

УДК 624.072.2/3:539.384.2

Л. Ш. МЕЛАМУТ, инж. (ВНИМИ)

Расчет прогибов изгибаемых элементов постоянного сечения по приведенной жесткости

Расчет элементов железобетонных конструкций по деформациям в случае раскрытия трещин в бетоне растянутой зоны (нормальных к продольной оси элемента) требует очень громоздких вычислений. Прогибы элементов определяют по СНиП II-21-75 способом интегрирования кривизн $1/\rho_x$ по длине элемента, значения которых на участках с трещинами в растянутой зоне не могут быть представлены непрерывной функцией $\varphi(x)$. Поэтому ее заменяют разрывно-кусочной функцией (для приближенного интегрирования) с разрывной рассматриваемого элемента на достаточно большое число расчетных участков n ($n \geq 6$) даже для простейшего случая симметричной нагрузки [1].

Сложность вычислений прогибов способом интегрирования кривизн $1/\rho_x$, определяемых по СНиП II-21-75, не соответствует приближенным значениям исходных параметров (C , v , γ , φ_a и др.).

Необходимость упрощения расчета железобетонных элементов по деформациям очевидна. Необходим способ расчета, отвечающий требованиям инженерной практики, универсальный и достаточно точный.

Существенного упрощения расчетов можно достичь с помощью рекомендации норм, разрешающей считать кривизну элемента $1/\rho_x$ изменяющейся пропорционально изгибаемому моменту M_x в пределах участка, где M_x не меняет своего знака, принимая в качестве исходной кривизны ее максимальное абсолютное значение $1/\rho_{\max}$, определяемое в сечении с максимальным (по абсолютной величине) изгибающим моментом $M_{\max}$ в пределах расчетного участка.

Указанная рекомендация может вызвать значительные ошибки в расчетах, поскольку справедлива только для участков без трещин с постоянной по длине изгибной жесткостью.

Из этой рекомендации следует вывод о допустимости определения прогибов большинства железобетонных элементов (при однозначной эпюре изгибающих моментов) по минимальной жесткости

$$B_{\min} = \frac{M_{\max}}{\left(\frac{1}{\rho}\right)_{\max}}, \text{ принимаемой в качестве постоянной величины по длине элемента, что может привести к очень грубым ошибкам. В работе [2] указано, что истинное значение прогиба балок, особенно слабо армированных } (\mu \leq 0,4\%), \text{ до трех раз меньше вычисленного при расчете по } B_{\min}.$$

Для создания инженерного способа расчета железобетонных элементов по деформациям, отличающегося простотой и достаточной точностью, наиболее целесообразно отыскание усредненной по длине элемента жесткости (относительно оси нормальной к плоскости изгиба), названной приведенной жесткостью $B_{пр}$ [3].

Для этого будем исходить из следующих предпосылок: незначительности влияния продольных и поперечных сил N и Q на деформации элемента, непрерывности функции жесткости B_x по длине элемента, определенного закона изменения жесткости B_x в зоне трещинообразования, неизменности сечения элемента по длине.

Первая предпосылка соответствует указаниям СНиП II-21-75 и ограничивает рассматриваемый вопрос элементами достаточной длины l ($l \geq 10h$).

Вторая предпосылка исключает скачкообразное изменение кривизны $1/\rho_x$ (а следовательно, и жесткости B_x) на границе зоны трещинообразования [4], противоречащее условию непрерывности деформирования железобетонных элементов, вызывающее только неоправданное усложнение расчетов и оказывающее незначительное влияние на результат. На это обстоятельство обращено внимание в работе [5].

Третья предпосылка обеспечивает возможность определения деформаций элемента непрерывным интегрированием по длине.

При принятых предпосылках прогиб железобетонного элемента f_{mx} в любом сечении x можно установить интегралом Мора

$$f_{mx} = \int_0^l \frac{\bar{M}_{1x} M_{px}}{B_x} dx, \quad (1)$$

где $\bar{M}_{1x}$ — изгибающий момент в сечении x от единичной силы, приложенной в точке искомого перемещения по его направлению; M_{px} — изгибающий момент от действия внешних сил в сечении x .

Трудность задачи заключается в выборе такого закона изменения жесткости элемента B_x (относительно оси нормальной к плоскости изгиба) в пределах зоны трещинообразования, который достаточно хорошо отражал бы истинное распределение жесткости и не вызывал бы особых трудностей при интегрировании.

В качестве такого закона предлагается принять квадратную параболу (рис. 1), описываемую уравнением

$$B_x = B_{\min} + (B_r - B_{\min}) \frac{x^2}{l^2}, \quad (2)$$

$\bar{n}$	$k_{пр}$ при λ											
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7
1,1	1,089	1,080	1,071	1,064	1,057	1,050	1,045	1,040	—	—	—	—
1,2	1,178	1,158	1,141	1,125	1,111	1,089	1,087	1,077	1,068	—	—	—
1,3	1,265	1,234	1,207	1,183	1,162	1,144	1,127	1,112	1,099	1,088	—	—
1,4	1,351	1,309	1,272	1,240	1,212	1,187	1,165	1,146	1,129	1,114	1,089	—
1,5	1,436	1,382	1,335	1,294	1,259	1,228	1,201	1,177	1,157	1,139	1,109	1,086
1,6	1,520	1,453	1,395	1,346	1,304	1,267	1,235	1,208	1,183	1,162	1,127	1,101
1,7	1,603	1,522	1,455	1,397	1,348	1,305	1,268	1,237	1,209	1,185	1,145	1,115
1,8	1,685	1,591	1,512	1,446	1,390	1,342	1,300	1,264	1,233	1,206	1,163	1,129
1,9	1,766	1,658	1,568	1,494	1,430	1,377	1,331	1,291	1,257	1,227	1,179	1,143
2,0	1,847	1,724	1,623	1,540	1,470	1,411	1,360	1,317	1,280	1,248	1,195	1,156
2,2	2,005	1,852	1,729	1,629	1,545	1,476	1,417	1,366	1,323	1,286	1,226	1,181
2,4	2,160	1,976	1,831	1,713	1,617	1,537	1,469	1,413	1,364	1,322	1,255	1,205
2,6	2,313	2,096	1,928	1,794	1,685	1,595	1,520	1,456	1,403	1,357	1,283	1,228
2,8	—	2,213	2,022	1,871	1,749	1,650	1,567	1,498	1,439	1,389	1,309	1,249
3,0	—	2,327	2,113	1,945	1,812	1,703	1,613	1,538	1,474	1,402	1,334	1,270
3,2	—	—	2,200	2,017	1,871	1,753	1,656	1,576	1,508	1,450	1,359	1,290
3,4	—	—	2,285	2,086	1,929	1,800	1,698	1,612	1,540	1,479	1,382	1,310
3,6	—	—	2,368	2,153	1,984	1,849	1,739	1,648	1,571	1,507	1,404	1,328
3,8	—	—	—	2,217	2,038	1,894	1,778	1,682	1,601	1,534	1,426	1,347
4,0	—	—	—	2,280	2,090	1,938	1,816	1,715	1,631	1,560	1,447	1,364

где B_T — жесткость на границе зоны трещинообразования; l_T — длина зоны трещинообразования, определяемая в зависимости от положения сечений с $M_x = M_T$.

Исследование начнем с рассмотрения прогиба конца консольной балки $f_{мк}$, нагруженной сосредоточенной силой P (рис. 2).

Изгибающие моменты в сечении x от действия силы P и единичной силы, приложенных к концу балки (см. рис. 2), определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} M_{Px} &= -P(l-x); \\ \bar{M}_{1x} &= -(l-x). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Обозначив $\bar{\xi} = \frac{\bar{n}-1}{l_T}$

($\bar{n}$ — отношение экстремальных значе-

ний жесткости элемента в пределах зоны трещинообразования: $\bar{n} = B_T/B_{мин}$), выражение (2) примет вид

$$B_x = B_{мин} (1 + \bar{\xi} x^2). \quad (4)$$

Подставив в выражение (1) значения M_{Px} , $\bar{M}_{1x}$ и B_x из формул (3), (4), находим искомое перемещение конца балки f_m (см. рис. 2):

$$f_m = \frac{P}{B_{мин}} \left[\int_0^{l_T} \frac{(l-x)^2}{1 + \bar{\xi} x^2} dx + \frac{1}{\bar{n}} \int_{l_T}^l (l-x)^2 dx \right]. \quad (5)$$

Обозначив $\lambda = l_T/l$ и $a = \sqrt{\bar{n}-1}$, из выражения (5) после интегрирования его

слагаемых находим

$$f_m = \frac{P l^3}{B_{мин}} \left[\frac{\lambda^2}{a^2} A_1 + \frac{(1-\lambda)^3}{3\bar{n}} \right], \quad (6)$$

$$\text{где } A_1 = \lambda - \ln \bar{n} + \frac{a^2 - \lambda^2}{a\lambda} \operatorname{arctg} a.$$

По правилам строительной механики прогиб конца рассматриваемой балки f_m исходя из ее приведенной жесткости $B_{пр}$:

$$f_m = \frac{P l^3}{3 B_{пр}}. \quad (7)$$

Приравняв между собой прогибы конца балки f_m из выражений (6), (7) и обозначив $B_{пр} = k_{пр} B_{мин}$, находим коэффициент приведения жесткости

$$k_{пр} = \frac{\bar{n}}{3\bar{n} \frac{\lambda^2}{a^2} A_1 + (1-\lambda)^3}. \quad (8)$$

Значения $k_{пр}$, вычисленные по формуле (8) для различных сочетаний величин $\bar{n}$ и λ , приведены в таблице. Исследование вопроса о прогибе балки на двух опорах, нагруженной посередине сосредоточенной силой P , проведенное аналогичным образом, показало, что и в этом случае остается справедливой формула (8).

Для общего случая для балки на двух опорах с моментной нагрузкой на концах, нагруженной посередине сосредоточенной силой P , балки с тремя различными зонами трещинообразования (см. рис. 1), получено выражение

$$k_{пр.с} = \frac{\bar{n}_c}{3\bar{n}_c \frac{\lambda_c^2}{a_c^2} A_{1c} + (1-\lambda_c)^3 - \frac{\bar{n}_c}{2} (\lambda_l^3 + \lambda_n^3) + A_2}, \quad (9)$$

$$\text{где } A_2 = \frac{3}{2} \frac{\lambda_l^3}{a_l^3} (a_l - \operatorname{arctg} a_l) \bar{n}_l + \frac{3}{2} \frac{\lambda_n^3}{a_n^3} (a_n - \operatorname{arctg} a_n) \bar{n}_n.$$

Индексы «с», «л» и «п» указывают на принадлежность обозначения соответственно к средней и приопорным (левой и правой) зонам трещинообразования.

Формула (9) справедлива и для элементов с одной и двумя зонами трещинообразования. Для предельного случая, характеризующегося отсутствием приопорных зон трещинообразования $\lambda_l = \lambda_n = 0$, формула (9) преобразуется в формулу (8).

Для другого предельного случая для элемента с тремя одинаковыми зонами трещинообразования ($\bar{n}_l = \bar{n}_n = \bar{n}_c = \bar{n}$ и $\lambda_l = \lambda_n = \lambda$) формула (9) примет вид

$$k_{пр} = \frac{\bar{n}}{3\bar{n} \frac{\lambda^2}{a^2} A_3 + (1-\lambda)^3 - \lambda^3}, \quad (10)$$

$$\text{где } A_3 = \lambda - \ln \bar{n} + \frac{a^2 - 2\lambda^2}{a\lambda} \operatorname{arctg} a.$$

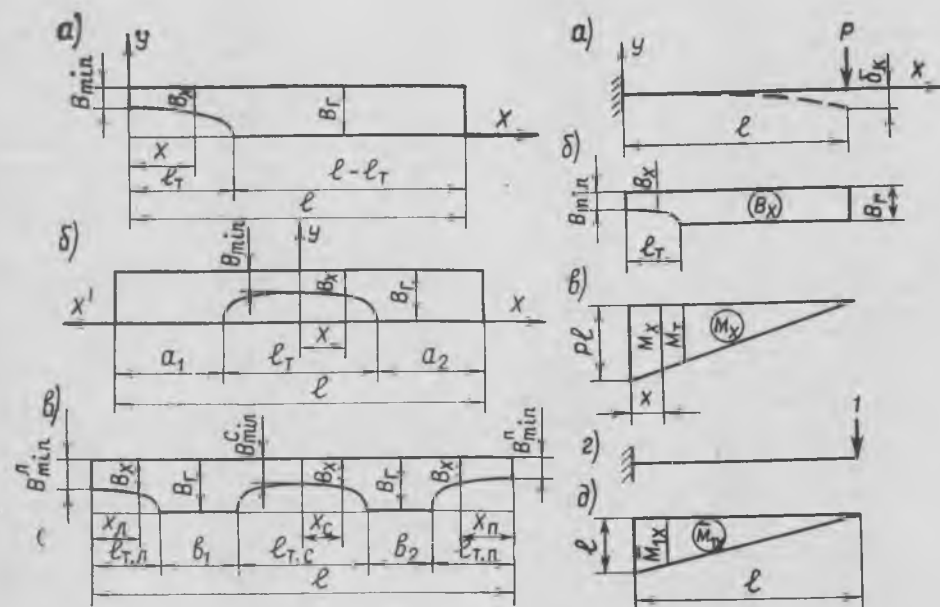


Рис. 1. Эпюры жесткости железобетонных элементов

а — консольная балка; б — балка на двух опорах с одной зоной трещинообразования; в — то же, с тремя зонами

Рис. 2. Схемы к расчету прогиба консольной балки

а — расчетная схема; б — эпюра жесткости; в — эпюра моментов от силы P ; г — схема действия единичной силы; д — эпюра моментов от единичной силы

Сопоставление значений $k_{пр}$, вычисленных по формулам (8) и (10), показывает, что во втором случае они меньше, чем в первом, и что различие это незначительно — в худшем случае оно не превышает 3,2%. Следовательно, в обычных случаях, когда удовлетворяются условия $\lambda_d < \lambda_c$ и $\lambda_n < \lambda_c$, приведенная жесткость балки $B_{пр}$ практически не зависит от наличия приопорных зон трещинообразования и может быть определена в зависимости от параметров n и λ , характеризующих только одну пролетную (среднюю) зону трещинообразования.

Исследования, проведенные аналогичным образом для балок с равномерно распределенной нагрузкой, показали, что $B_{пр}$ практически не зависит от вида нагрузки.

Расчет прогибов железобетонных элементов f_m по $B_{пр}$ дает практически те же результаты, что и по способу интегрирования кривизн $1/\rho_x$ (различие до 3—5%). Наибольшее совпадение результатов расчета прогибов указанными способами получается при расчетном значении жесткости на границе зоны трещинообразования

$$B_T = \frac{1}{2} (B_{ту} + B_T), \quad (11)$$

где $B_{ту}$ и B_T — значения жесткости элемента на границе зоны трещинообразования, вычисленные без учета и с учетом раскрытия трещин в бетоне растянутой зоны.

Для практических расчетов допустимо принимать $B_T = 0,75 B_{ту}$, что может увеличить ошибку в определении прогиба железобетонных элементов f_m , как правило, не более чем на 5%.

Многочисленные примеры определения прогибов железобетонных элементов f_m подтверждают практическую целесообразность предлагаемого способа расчета по приведенной жесткости $B_{пр}$.

Выводы

Предлагаемый способ расчета прогибов изгибаемых элементов по приведенной жесткости $B_{пр}$ соответствует требованиям инженерной практики, отличается простотой и достаточной точностью.

Приведенную жесткость изгибаемого железобетонного элемента $B_{пр}$ с достаточной для практических целей точностью можно отыскать по характеристикам одной зоны трещинообразования — средней для элементов на двух опорах или крайней (приопорной) для консольных элементов независимо от числа зон трещинообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). — М.: Стройиздат, 1978.
2. Немировский Я. М., Кочетков О. И. Влияние работы растянутой и сжатой зон бетона на деформации обычных изгибаемых железобетонных элементов после возникновения в них трещин. — В сб. трудов НИИЖБ: Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки влияния их на поведение конструкций. — М.: Стройиздат, 1969.
3. Руководство по расчету зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. — М.: Стройиздат, 1968.
4. Инструкция по проектированию железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1968.
5. Грищенко И. В. Расчет неразрезных железобетонных балок с учетом развития неупругих деформаций. — В кн.: Строительные конструкции, вып. 15. — Киев: Будівельник, 1971.

Использование промышленных отходов

УДК 691.327.004.8

Р. К. ЖИТКЕВИЧ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Бетоны на отходах камнепиления с использованием золы

В Молдавской ССР разработана и осуществляется целевая комплексная программа по вовлечению в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов. Для Молдавской ССР выполнение этой целевой программы является чрезвычайно актуальной задачей, так как при разработке и пилении известняка накапливаются отвалы, составляющие в среднем 70...30% горной породы.

В карьерном хозяйстве Совета колхозов МССР оставшаяся от разработки масса щебня и песка исчисляется значительным объемом — 3 млн. м³. Одновременно постоянно возрастают отвалы отходов золы-уноса Кишиневской ГРЭС — 75 тыс. т в год. Скопление отходов занимает значительные площади, отторгая их из сферы активного земледелия.

В 1982—1984 гг. в НИИЖБе была отработана технология приготвления легких бетонов марок М35—М150 с использованием отходов камнепиления и золы в стеновых блоках по ГОСТ 19010—82 «Блоки стеновые бетонные и железобетонные для зданий».

При подборе составов бетона на пористом известняке (щебне и песке) зола-унос использовалась для частичной замены цемента или части карбонатного песка. Это позволило определить эффективность введения для экономии цемента и мелкого заполнителя.

В исследованиях использовали цемент марки 300 и отходы камнепиления Гаянского карьера — известняковый щебень (смесь фракций 5...20 мм, плотность 820 кг/м³, водопоглощение 17,6%, прочность при сдвигании в цилиндре 0,5 МПа, коэффициент размягчения 0,82) и карбонатный песок (плотность 1200 кг/м³, модуль крупности 1,85); а также золу-унос Кишиневской ГРЭС.

Смеси подвижностью О. К. 3 см готовили в бетономешалке, уплотняли на вибростоле. Затем после выдержки в течение 4 ч и термовлажностной обработки при $t = 85^\circ\text{C}$ по режиму (3+6) ч изделия остывали в естественных условиях.

Были исследованы 2 серии составов с разной заменой части вяжущего золы. Расход цемента (C_0) в контрольных составах I и II серий был принят соответственно 235 и 335 кг. В остальных составах обеих серий золу вводили таким образом, чтобы суммарный расход массы цемента (C_n) и золы (Z_n) был постоянным и равным соответственно 235 и 335 кг. Золу вводили в количестве 15...80% расхода цемента C_0 . Результаты подбора показаны на рис. 1.

Следует отметить особый характер изменения относительного значения прочности сразу после ТВО и через 28 сут. В обеих сериях в составах с содержанием золы более 45% массы $C_n + Z_n$ прирост прочности аналогичен приросту прочности обычных составов легкого бетона $R_{п.п}/R_{28} = 80...90\%$. В составах с содержанием золы 40% и менее наблюдается некоторый недобор прочности после пропаривания.

$$R_{п.п}/R_{28} = 50 \dots 65 \%$$

Графически это соответствует перелому кривых прочности бетона сразу после ТВО.

Полученная аномалия может быть объяснена тем, что при введении большого (более 45% массы $C_n + Z_n$) количества золы относительная прочность растворной составляющей уменьшается столь значительно, что становится определяющей при формировании прочности всего конгломерата. После пропаривания она исчерпывает свои прочностные возможности практически полностью, и поэтому дальнейшее увеличение прочности бетона незначительно.

Относительно невысокую прочность после пропаривания бетонов с содержанием золы до 40% массы $C_n + Z_n$ можно существенно повысить при удлинении сроков изотермического прогрева (2,5...3 ч).

Так или иначе, факт изменения коэффициента в составах с различным содержанием золы должен всегда учитываться на производстве при проведении контроля прочности изделий.

Целесообразность введения золы вместо мелкого заполнителя исследовали на бетонах III серии. Расход цемента составлял 230 кг, расход крупного заполнителя — 890 л, а суммарный расход песка и золы по объему был постоян-

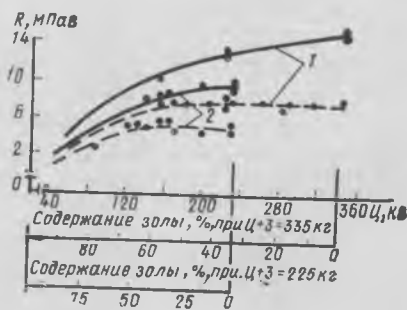


Рис. 1. Зависимость прочности бетона (при $K_p = 880$ л и О. К. = 3 см) от расхода цемента при $C+Z = \text{const}$ (по массе)
1 — при $C+Z = 335$ кг/м³; 2 — при $C+Z = 235$ кг/м³; — — — на 28 сут после ТВО; — — — сразу после ТВО

ным и равнялся $P_{\text{п}} + Z_{\text{п}} = 625$ л. Золу вводили в количестве от 0 до 100 л. Результаты представлены на рис. 2. В опытах III серии получен прирост прочности 47% по сравнению с составом без золы.

В результате исследований были разработаны составы бетона марок М35—М150 с использованием отходов камнепиления и золы-уноса (табл. 1).

Таблица 1

Рекомендуемый состав бетона и единица измерения	Составляющие бетонов марок				
	М35	М50	М75	М100	М150
Цемент М300, кг	80	100	145	160	220*
Щебень-известняк, л	900	900	880	880	880
Карбонатный песок, л	620	620	610	570	590
Зола-унос, кг	160	140	100	180	110
Вода, л	300	340	345	320	330

* Цемент марки 400.

Для уменьшения расхода воды, повышения однородности и пластичности бетонной смеси рекомендуется вводить

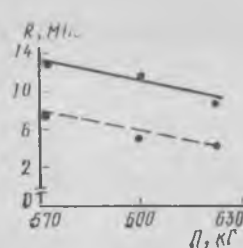


Рис. 2. Зависимость прочности бетона (при $C=230$ кг, $K_p=890$ л, $O.K.=4$ см) от расхода песка при $P+3=\text{const}$ (по объему) на 28 сут после ТВО; — — — сразу после ТВО

пластифицирующие добавки С-3, СДО, ПАЩ-1 и др. Разработанные бетоны характеризуются плотностью в сухом состоянии 1600...1650 кг/м³, а бетоны марки 50 и выше выдерживают не менее 15 циклов замораживания по ГОСТ 7025—78.

На основании проведенных в НИИЖБ экспериментальных работ и опытного приготовления бетона в условиях строительного полигона Гаянской шахты составлены «Рекомендации по изготовле-

нию бетонов с использованием отходов камнепиления и золы ТЭС (для предприятий ПО Колхозстрой Совета колхозов Молдавской ССР).

Институт «Колхозпроект» разработал проект одноэтажного жилого дома со стенами из бетона на основе цемента, отходов камнепиления и золы-уноса.

По данным ПО Колхозстрой Совета колхозов Молдавской ССР комплексное использование отходов камнепиления пористого известняка и золы-уноса в бетоне по сравнению с керамзитобетоном марки М50 позволило получить следующий экономический эффект на 1 м³ материала стены (табл. 2)

Таблица 2

Показатели	Керамзитобетон	Бетон на отходах
Оптовая цена, р.	83,00	25,81
Сметная стоимость, р.	86,00	88,65
Расход усл. топлива, кг	155,00	25,00

Стоимость стен трехквартирного одноэтажного жилого дома из керамзитобетона составляет 2838 р., а из бетона на отходах камнепиления и золе — 945 р.

Долговечность

УДК 691.327:666.973

Н. Ф. ШЕСТЕРКИНА, канд. техн. наук, Ю. А. СУПРАН, инж. (НИИЖБ)

Стойкость полимерсиликатных бетонов в средах производства сульфата аммония

Данные по стойкости полимерсиликатных бетонов (ПСБ) в растворах солей весьма ограничены. В связи со значительными коррозионными разрушениями железобетонных конструкций в корпусе по производству сульфата аммония кемеровского ПО «Азот» исследовали стойкость ПСБ в этих средах.

Исследования проводили при полном погружении образцов в агрессивную среду, а также при неполном погружении в условиях капиллярного подсоса. Агрессивной средой являлся маточный раствор, отделяющийся после сгущения и центрифугирования кристаллов сульфата аммония и содержащий в % по массе: сульфата аммония — 40—45, нитрата аммония — 10—15. В составах ПСБ использовали натриевое жидкое стекло завода «Клейтук», в качестве тонкомолотого наполнителя применяли андезитовую муку

Таблица 1

Добавка	Исходная прочность, МПа		K _{ст} после выдержки в среде, сут			
	R _{сж}	R _{изг}	14	30	60	90
ФС	22,0	6,5	0,67	0,66	0,80	0,75
АЦФ	22,0	6,3	0,60	0,78	0,74	0,72
МА	27,7	6,9	0,64	0,70	0,70	0,70
САФА	15,4	4,7	0,53	0,56	0,60	0,60
ПИЦ*	28,0	—	0,97	0,82	—	0,82

* Испытывали на сжатие образцы-кубы с ребром 5 см.

и золу-унос Кемеровской ТЭЦ, в качестве мелкого заполнителя — кварцевый песок и угольный шлак, а также металлургический доменный шлак. Уплотняющими добавками служили фуриловый спирт (ФС), полиизоцианат марки К (ПИЦ), ацетоформальдегидные смолы

Кемеровского НПО «Карболит» марок АЦФ, САФА и МА.

Испытания при полном погружении проводили на образцах-балочках из полимерсиликатного раствора размером 10×15×120 мм. Продолжительность выдержки образцов в маточном растворе составила 90 сут. После выдержки образцы испытывали на изгиб (табл. 1). Составы с добавками ФС, АЦФ, МА показали примерно одинаковую стойкость (0,7—0,75). Введение добавки САФА снизило исходную прочность материала и его K_{ст} до 0,6. Замена кварцевого песка песком из металлургического или угольного шлака привела также к снижению K_{ст} до 0,6. Однако у составов со шлаком прочность при изгибе как в исходном состоянии, так и после выдержки в агрессивной среде в 2 раза выше, чем у составов на кварцевом песке, и составляет



6



Внешний вид образцов а и высота подъема жидкости б после 360 сут испытаний в маточном растворе сульфата аммония при капиллярном подсосе

в исходном состоянии 14—17 МПа вместо 6 МПа и после воздействия среды 8—10 МПа вместо 4,5. Замена андезитовой муки золой-уносом не снизила коррозионной стойкости материала ($K_{ст} = 0,73—0,74$). У образцов с покрытием на основе фенольной смолы СФЖ-514 с отвердителем БСК прочность практически не изменилась в течение всего времени испытаний и $K_{ст}$ составил 0,9—1,0. Внешних признаков коррозионных разрушений на образцах не обнаружено.

Стойкость ПСБ в условиях капиллярного подсоса исследовали на образцах-балочках размером 4×4×16 см. Образцы устанавливали в емкость в вертикальном положении так, чтобы их нижняя часть была на 2 см погружена в раствор. Для предотвращения испарения агрессивного раствора емкость закрывали полиэтиленовой пленкой. Верхняя часть образцов находилась на воздухе.

Исследование кинетики насыщения ПСБ при капиллярном подсосе в маточном растворе сульфата аммония в течение 360 сут показало, что у составов, модифицированных ФС, в условиях капиллярного подсоса постепенно увеличивается масса образцов на протяжении всего периода испытаний. У состава, где в качестве муки использовали золу-унос, процесс насыщения протекает менее интенсивно (2%) по сравнению с составом на андезитовой муке (2,9%), что свидетельствует о формировании более плотной структуры материала. У образцов с покрытием процесс насыщения протекает примерно так же, как и у образцов без поверхностной обработки, однако максимальное насыщение у них несколько ниже (+2,1%). В составах с добавкой смолы АЦФ в течение первых 90 сут выдержки масса образцов уменьшается до +0,7%. При более длительном выдерживании масса постепенно увеличивается до +0,5% за счет преобладающего процесса капиллярного всасывания жидкой агрессивной среды.

На сколах образцов, полученных после 360 сут испытаний (см. рисунок), четко

видна граница капиллярного подсоса. На продольных сколах образцов наибольшая высота подъема жидкой фазы отмечена у ПСБ с фуриловым спиртом (13 см), у состава на золе-уносе она составила 12 см, а с покрытием и добавкой АЦФ — 11 см, что полностью согласуется с данными табл. 2.

Таблица 2

№ состава	Исходная прочность, МПа		Прочность, МПа, и $K_{ст}$ после 360 сут испытания				
	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$K_{ст.изг}$	$R_{сж.низ}$	$R_{сж.верх}$	$K_{ст.сж}$
1	8,9	24,7	7,3	0,82	30,4	32,3	1,26
2	9,6	20,0	8,4	0,88	23,6	21,2	1,14
3	9,5	25,3	8,4	0,89	22,0	25,2	0,93
4	8,6	21,7	8,4	0,98	25,2	32,8	1,34
5	9,6	22,3	9,3	0,97	26,6	23,6	1,12

Прочность ПСБ при капиллярном подсосе после года испытания сохраняется на высоком уровне (табл. 2). Коэффициенты стойкости при изгибе для всех составов равны 0,82...0,98. Замена андезитовой муки золой-уносом снижает стойкость ПСБ (составы 1 и 4), а кварцевый песок с успехом можно заменять песком из металлургического шлака (составы 2 и 5). При этом добавку АЦФ можно применять наравне с ФС. Коэффициент стойкости при сжатии у всех составов находится в пределах 1,12...1,34, что свидетельствует о высокой стойкости ПСБ в среде сульфата аммония при капиллярном подсосе.

Прочность при сжатии ПСБ в нижней и верхней части образца отличается незначительно несмотря на то, что нижняя часть насыщена жидкой фазой. Очевидно, в данном случае адсорбционное падение прочности, наблюдающееся при увлажнении материала, компенсируется дополнительным уплотнением структуры материала в нижней зоне за счет кристаллизации солей в порах бетона. Поверхностная обмазка образцов в условиях капиллярного подсоса не дала положительного эффекта. Прочность бетона в нижней части образцов с покрытием снизи-

лась по сравнению с исходной на 10%, а у образцов без покрытия она увеличилась на 15—20%.

Выводы

ПСБ обладают высокой стойкостью в средах производства сульфата аммония как при постоянном воздействии агрессивной среды, так и в условиях капиллярного подсоса. Замена в составе ПСБ андезитовой муки золой-уносом повышает их стойкость к сульфатной коррозии. Введение смолы АЦФ вместо ФС не снижает стойкость ПСБ в средах производства сульфата аммония.

На ВДНХ СССР

Модернизация камер тепловой обработки железобетонных изделий

СКТБ Главмоспромстройматериалов, ПО Мосспецжелезобетон и ПО Мосремстройжелезобетон предложили схему модернизации действующих камер тепловой обработки железобетонных изделий периодического и непрерывного действия. При модернизации повышается эффективность использования тепловой энергии при производстве сборного железобетона. Суть модернизации — в повышении термического сопротивления ограждающих конструкций без длительного прекращения работы теплоиспользующих установок.

Камеры периодического действия модернизируют при помощи укрупненных теплоизоляционных панелей или кессонов толщиной 100 мм, изготовленных вне камер и устанавливаемых в них в течение 1...2 рабочих смен.

Камеры непрерывного действия модернизируют путем установки дополнительного теплоизоляционного слоя толщиной 150 мм с наружной стороны или постепенной заменой существующих ограждающих конструкций теплоизолированными, без прекращения работы.

Модернизация камер тепловой обработки позволяет экономить до 15% расходуемого тепла.

УДК 691.327.003.13

Активнее внедрять эффективные разработки

Научно-технический совет в соответствии с возложенными на него задачами рассматривает крупные научные проблемы, решение которых может дать определенный экономический эффект. При этом совет уделяет особое внимание таким дискуссионным вопросам, которые долго обсуждаются на разных уровнях, но не решаются. Сложность этих проблем обычно заключается в объективных причинах, наличии противоречивых тенденций в самой проблеме. Межведомственный характер совета, объединяющего крупных ученых и ведущих специалистов строительных министерств и ведомств, позволяет организовывать объективное обсуждение с сопоставлением различных односторонних и часто «ведомственных» точек зрения. Принадлежность совета Госстрою СССР позволяет ему ограничиваться не только рекомендациями, но и содействовать внедрению новых предложений посредством включения их в планы разработки нормативных документов, научных и проектных работ, подготовки, а также издания отдельных приказов и постановлений Госстроя СССР.

Приведем в качестве примера несколько проблем в области бетона и железобетона и поставаемся, в частности, показать эффективность дискуссионных обсуждений.

Совершенствование типов крупнопанельных жилых домов. Многочисленные серии типовых проектов разработанных под руководством ЦНИИЭП жилища, основываются на блок-секционном принципе, согласно которому 10—12 блок-секций обеспечивают компоновку дома любой конфигурации и с желаемым набором квартир. При этом в серии оказывается 700—800, а иногда и больше марок. Считается, что все, что запроектировано, можно быть освоено производственной базой. Однако база в состоянии выпустить 200—300 марок, из которых собирается один, иногда два наиболее простых типов домов, и застройка целых кварталов и городов оказывается однообразной и архитектурно невыразительной.

Совет рассмотрел и поддержал два новых предложения, исправляющих это положение. Первое предложение разработано КБ по железобетону им. А. А. Якушева. В этом бюро была изучена практика строительства в 25 крупных городах РСФСР, в каждом из которых выпускаются дома по 2—3 сериям, близким по планировке и внешнему облику, но различных по номенклатуре изделий. Каждая из этих серий выпускается отдельным заводом и, как было сказано выше, собирается обычно только один простейший тип дома.

В бюро провели межсерийную унификацию, в результате чего, например, по Ульяновску число марок сократилось с 1000 до 450, что позволило обеспечить выпуск всех необходимых типов домов на двух имеющихся в городе заводах. Предложения успешно внедряются в Ульяновске и Пензе, разработаны проекты и сделана привязка первых домов в Казани. Кроме того, осуществлено соответствующее переоснащение предприятий боотоснасткой и начато строительство первых домов.

По другому пути пошли в решении данной проблемы в институте Киев ЗНИИЭП. Здесь провели унификацию и многоуровневую типизацию с применением ЭВМ и создали новые серии жилых домов «мобиль», удовлетворяющие всем градостроительным требованиям и имеющие в 3—4 раза меньше марок изделий. Разработка проекта велась в строгом соответствии с технологическими возможностями производства изделий. Число марок изделий не только увязывалось с мощностью предприятия, но и удовлетворяло требованиям минимальной переналадки оборудования, а следовательно сокращения металла на формы и снижения себестоимости заводского изготовления изделий. В результате выпуск домов различных типов оказывается возможным даже на заводах мощностью 50-100 тыс. м².

Первый такой завод был построен в г. Жанатасе КазССР. В 1984 г. в этом городе был возведен квартал домов серии «мобиль» и проведено Всесоюзное совещание подтвердившее рациональность принятых решений. Сооружен завод и начато строительство домов в Николаевске-на-Амуре, строятся или реконструируются заводы в Усть-Каменогорске, Шадринске и в других городах. Для массового выпуска домов «мобиль» создается типовый проект завода, рассчитанного на быстрое возведение жилья в удаленных малообжитых районах страны (отсюда и термин «мобиль», принятый для этих серий).

Следует отметить, что НТС, принимая предложения КБ по железобетону им. А. А. Якушева и КиевЗНИИЭПа, подробно рассмотрел возражения ЦНИИЭП жилища и подтвердил известную истину, что архитектор не вправе формировать архитектурно-планировочные решения без увязки с технологией. Было установлено также, что критика унификации и системы «мобиль» как по нормативным, так и по архитектурным соображениям не обоснована.

В целом рассмотрение этих вопросов показало, что широкая научная дискуссия обеспечивает всесторонний анализ,

может вносить коррективы в техническую политику ЦНИИЭП жилища и других головных институтов, а также гарантирует принятие оптимальных решений.

Межведомственная унификация общественных зданий и зданий вспомогательного назначения промышленных предприятий. Ряд зданий промышленных предприятий (столовые, конторы и т. п.) аналогичны соответствующим общественным зданиям в жилых кварталах и поэтому давно назрела необходимость в их унификации. Кроме того, передовая практика показала целесообразность перехода во всех этих объектах от каркасных к бескаркасным крупнопанельным конструкциям (сокращение трудозатрат на 10—15% и расхода стали на 20—30%). Но по вопросу о том, как осуществить унификацию и переход на бескаркасные конструкции, единого мнения не было.

Некоторые авторы, исходя из специфики рассматриваемых зданий, предлагали создать отдельную серию и сооружать для нее новые специализированные заводы. Однако подобное решение усложняло практическое выполнение задачи и не было поддержано НТС. Совет одобрил предложение ЦНИИпромзданий и ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов по созданию такой серии, которая бы по высоте этажа соответствовала жилью и могла выпускаться на существующих заводах КПД.

В результате этого решения создано 25 проектов зданий с высотой этажа 3 м, разработана единая серия I-090 типовых крупнопанельных конструкций для общественных и вспомогательных зданий с высотой этажа 3 м (и для отдельных объектов 3,3 м). В тех регионах, где высота этажа жилых зданий составляет 2,8 м, по согласованию с Минздравом СССР проводится экспериментальное проектирование и строительство общественных и вспомогательных зданий с такой высотой этажа, что, по видимому, позволит применить и здесь тот же принцип унификации.

Железобетонные конструкции промышленных зданий и инженерных сооружений. Приведем три проблемы, успешно решенные в результате обстоятельного дискуссионного обсуждения.

Первая из них — «Одноэтажные производственные здания повышенной индустриальности» — была проработана Красноярским Промстройинипроектом Минтяжстроя СССР. Была проведена унификация габаритных схем и параметров зданий, создана единая номенклатура сборных железобетонных колонн и стеновых панелей. Колонны разработаны прямоугольного сечения для зданий с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 тс и швеллерного сечения для бескрановых зданий и зданий с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 тс.

Применение этих колонн позволило снизить (против типовых решений) сметную стоимость, расход стали и цемента, а также трудозатраты на стройплощадке. Наружные стены запроектированы в виде цокольных панелей, монтируемых без фундаментных балок, панелей со встроеными окнами и рядовых пане-

лей. Узлы крепления панелей к колоннам выполнены без закладных деталей, с помощью самозаанкеривающихся болтов и шайб. Экономический эффект от применения панелей 5—5,6 р. и снижение трудозатрат на стройплощадке 0,44—0,59 чел.-дн. в расчете на 1 м² стены.

Данные предложения носили новаторский характер, исходили от периферийного института и касались такой важной стройки, как Красноярский завод тяжелых экскаваторов. Поэтому Научно-технический совет организовал обстоятельное обсуждение, на котором ведущие институты Госстроя СССР — ЦНИИпромзданий, Промстройпроект и НИИстройфизика внесли ряд существенных поправок и дополнений. В целом НТС одобрил работу Красноярского Промстройинститута и рекомендовал Минтяжстрою СССР расширить изготовление и применение высокоэффективных конструкций на Красноярском заводе тяжелых экскаваторов.

Вторая проблема относится к такому массовому конструктивному элементу, как покрытия промышленных зданий. Для этих покрытий еще 10 лет назад были предложены НИИЖБом и ЦНИИпромзданий плиты-оболочки КЖС и П длиной на пролет 18 и 24 м. Тогда же они были одобрены для повторного применения и Минтяжстроем СССР и Минвостокстроем изготовлены и смонтированы на площади 2 млн. м². Проектными институтами была проведена разработка типовой проектной документации на плиты КЖС 3×18, 3×24 м и плиты П 3×18 м.

Проектами учитывались самые различные условия применения. Разработано было и оборудование технологической линии для изготовления плит. Однако утверждение этих проектов задержалось из-за того, что авторами конструкций не была достаточно обобщена практика их применения. В результате этого возникли сомнения в эффективности их изготовления и возможности перевозки автодорожным и железнодорожным транспортом.

Научно-технический совет рассмотрел все теоретические и фактические данные по изготовлению и применению плит. Было установлено, что для плит КЖС, по сравнению с традиционными конструкциями, уменьшается расход бетона на 5—27%, стали на 8—48, трудоемкость монтажа на 54, прямые затраты на 5—24%. Для плит П экономия составляет по стали 10—20%, по трудоемкости монтажа 15—30%, по стоимости в деле 9—15%. Основным дискуссионным вопросом оказалась трудоемкость изготовления плит. По расчетам Гипростроммаша и ЦНИИпромзданий для плит П она оказалась на 20% выше, чем для традиционных. Однако эти расчеты были опровергнуты фактическими трудозатратами на предприятиях Минвостокстроя, которые оказались на 10—35% меньше, чем для традиционных конструкций.

Научно-технический совет рекомендовал плиты КЖС на пролет 18 и 24 м и плиты П на пролет 18 м в качестве типовых, а плиты П на пролет 24 м — для накопления опыта по их изготовлению и применению. Строительным министерст-

вам предложено определять тип и объема применения этих плит на основании технико-экономических расчетов, поскольку эффективность их неодинакова при различных условиях строительства и эксплуатации. В соответствии с рекомендациями НТС в настоящее время утверждено в качестве типовых 26 проектов плит на пролет.

Третья проблема, касающаяся железобетонных конструкций железнодорожных тоннелей, возникла в результате спора между Минтрансстроем и МПС. Ленметрогипротранс проанализировал зарубежный опыт тоннелестроения и предложил перейти на новую конструкцию тоннеля со сборной обделкой кругового очертания диаметром 8,5 м с центральным водоотводным лотком и железобетонным подрельсовым основанием. Это

решение дает значительное снижение эксплуатационных расходов и обеспечивает ряд преимуществ в процессе строительства. Однако подрельсовое основание в этом варианте является более жестким, чем обычно применяемое балластное, и требует наличия резинопружинного скрепления с рельсом. Проблема производства этого нового крепления и явилась причиной нежелания МПС осваивать предложенное решение.

В результате одобрения Научно-техническим советом новой конструкции МПС согласовал ее применение.

Г. Н. ПРОЗОРОВСКИЙ,
зам. председателя

Научно-технического совета
Госстроя СССР, канд. техн. наук

Библиография

УДК 69.004.8

Об использовании отходов в строительстве

А. В. Волженский, И. А. Иванов, Б. Н. Виноградов. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984.— 254 с.

Книга состоит из 10 глав, в которых даются обширные сведения по классификации, составу, технологии и свойствам различных строительных материалов на основе зол и топливных шлаков (кирпич, пористые заполнители, бетоны и изделия из них).

Необходимость и своевременность выхода настоящей книги несомненна, так как она будет способствовать рациональному использованию колоссальных запасов зол и шлаков, накопившихся вблизи ТЭС, и их непрерывному увеличению. Кроме того, использование зол и шлаков обеспечит условия, определяющие технический прогресс в строительной индустрии, позволит снизить материалоемкость и энергоемкость, улучшить состояние окружающей среды, освободить территории, занятые под отвалы, и т. д.

Круг вопросов, рассмотренных в книге, довольно широк. Глубоко разработаны наиболее важные определяющие вопросы современного состояния проблемы по исследованиям различных научно-исследовательских институтов, вузовских кафедр, строительных организаций и предприятий строительных материалов. В книге раскрыта связь состав — струк-

тура — свойства и особенности формирования изделий и конструкций отдельных видов; разработана классификация зол и топливных шлаков; дана рекомендация по подготовке их к более рациональному использованию. Приведены необходимые справочные материалы в виде таблиц, графиков; обширный библиографический перечень литературных источников (169 наименований) облегчает читателю использование первоисточников. В книге даны полезные практические советы, базирующиеся на опыте производственных организаций, показана экономическая эффективность и перспективы использования зол и шлаков в строительстве.

Книга является ценным пособием для научных работников, проектировщиков, инженерно-технических работников промышленности строительных материалов и строительства, а также для студентов строительных и технологических вузов и техникумов. Она хорошо подготовлена и издана, но тираж ее явно недостаточен (1300 экз.). Несомненно, требуется дополнительное издание, так как уже теперь книга стала библиографической редкостью.

П. Ф. ШУБЕНКИН, проф.

ПЕРЕДОВЫЕ СТАТЬИ

Задачи завершающего года пятилетия	№ 1, 2
Демянюк П. А. Техническое перевооружение промышленности сборного железобетона	№ 8, 3
Дыховичный Ю. А. О некоторых задачах строительной науки в области железобетонных конструкций	№ 2, 4

НАВСТРЕЧУ XXVII СЪЕЗДУ КПСС

Дальнейшее повышение уровня индустриализации строительства	№ 6, 2
На передовых рубежах	№ 11, 2
На предсъездовской вахте	№ 9, 2
По пути реконструкции	№ 10, 2
Величественные перспективы	№ 12, 2

40-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ — НАШ УДАРНЫЙ ТРУД!

Великий подвиг советского народа	№ 5, 2
Верность традициям	№ 2, 2
Вылов И. Г. Восстановление сооружений железнодорожного транспорта из бетона и железобетона	№ 5, 6
Держат слово	№ 4, 2
Миронов С. А. Героический труд во имя Победы	№ 5, 3
На старте года	№ 1, 3
Строители Подмосквья — юбилею Победы	№ 3, 2

БЕТОННЫЕ РАБОТЫ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Арбеньев А. С., Молодин В. В. Заделка стыков с электро-разогревом смеси	№ 3, 8
Головнев С. Г., Алабузин А. Н., Юнусов Н. В. Раннее нагружение уложенного в зимнее время бетона	№ 12, 12
Зубков В. И., Лагойда А. В. Прогнозирование прочности бетона при бетонировании в зимнее время	№ 3, 18
Иванова О. С., Федорова Г. Д. Применение бетона с противоморозными добавками в районе Якутска	№ 3, 10
Королева Г. П., Мукаич В. П. Устройство цементно-песчаных оснований дорог в зимних условиях	№ 3, 16
Красновский Б. М. Предварительный пароразогрев бетонных смесей в технологии зимнего бетонирования	№ 3, 14
Крылов Б. А., Сергеев К. И., Филатов В. П. Особенности возведения монолитных конструкций при отрицательных температурах	№ 3, 4
Мазур И. И. Устройство подливок под колонны в зимнее время	№ 3, 5
Соловьянич А. Р., Величко В. П. Бетонирование конструкций морского пирса при отрицательных температурах воздуха и воды	№ 3, 12
Шпынова Л. Г., Федунь Б. В., Саницкий М. А., Островский О. Л., Шийко О. Я. Бетон на безгипсовом портланд-цементе, твердеющий при отрицательных температурах	№ 3, 9

ПУТИ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Использование вторичных материальных ресурсов в строительстве	№ 4, 4
Зощук Н. И. Отходы ГОКов — мелкие заполнители бетонов	№ 4, 8
Лукина Ф. Х., Миронов С. А., Иванова О. С. Использование отходов металлургического производства в качестве заполнителя бетонов	№ 4, 5
Пащенко А. А., Чистяков В. В., Дорошенко Ю. М. Улучшение физико-технических свойств бетона комплексной добавкой	№ 4, 10
Попов Л. Н., Ипполитов Е. Н. Бетон с использованием отходов ГОКов	№ 4, 7

НОВЫЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Байков В. Н., Горбатов С. В. Определение предельного состояния внецентренно сжатых элементов по неупругим зависимостям напряжения — деформации бетона и арматуры	№ 6, 13
Белобров И. К., Лоскутов О. М. Оценка динамической прочности изгибаемых элементов по наклонному сечению	№ 6, 9
Бондаренко В. М. О рекомендациях по учету усадки и ползучести бетона при расчете железобетонных конструкций	№ 6, 11
Вклад теории железобетона в повышении эффективности строительного производства	№ 6, 4
Гвоздев А. А., Залесов А. С., Серых Р. Л. Новые нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций	№ 6, 5
Голышев А. Б., Бачинский В. Я. К разработке прикладной теории расчета железобетонных конструкций	№ 6, 16
Крылов С. М., Зайцев Л. Н., Ульбиева И. С. Сопротивление плоских железобетонных элементов местному сжатию	№ 6, 8
Попов Н. Н., Расторгуев Б. С. Особенности расчета конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок	№ 6, 15
Руэлл Л. К. Буквенные обозначения, принятые в СНиП 2.03.01-84	№ 6, 7

ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ И КОНСТРУКЦИИ

Бадалян С. Р., Сурмандзе Е. М. Сейсмостойкие жилые здания из легких бетонов	№ 7, 34
Горчаков Г. И., Степанова В. Ф. Долговечность легких бетонов и конструкций, изготавливаемых с использованием отходов промышленности	№ 7, 13
Гранев В. В., Костюковский М. Г. Несущие конструкции промышленных зданий из бетонов на пористых заполнителях	№ 7, 18
Довжик В. Г., Нацевский Ю. Д. Повышение теплозащитных свойств ограждающих легкобетонных конструкций	№ 7, 24
Иванов И. А. Совершенствование легких бетонов на основе промышленных отходов	№ 7, 11
Заренин В. А., Мангушев А. И. Легкобетонные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий	№ 7, 20
Лещинский М. Ю., Палиенко Н. И. Опыт производства керамзитобетона	№ 7, 36
Маилан Р. Л. Проектирование и расчет конструкций из легких бетонов	№ 7, 26
Михайлов К. В., Путляев И. Е., Чиненков Ю. В. Перспективы применения конструкций из легких бетонов	№ 7, 3
Остринский Ю. С., Сергеева К. А. Эффективность применения легких бетонов в жилищном строительстве	№ 7, 28
Петров В. П., Милокумова Т. Н. Производство искусственных пористых заполнителей	№ 7, 7
Развивать производство конструкций из легких бетонов	№ 7, 2
Симонов М. З., Шагинян С. Г. Использование природных пористых заполнителей в производстве бетона и железобетона	№ 7, 6
Скоморохов В. В. Опыт и перспективы применения конструкций из шлакопемзобетона	№ 7, 32
Спивак Н. Я., Стронгин Н. С. Совершенствование индустриального домостроения из легких бетонов	№ 7, 15
Холошин Е. П., Зелинский И. Г., Гавронский Л. П., Боровой В. Г. Опыт внедрения бетонов и конструкций на пористых заполнителях Дальнего Востока	№ 7, 30
Элинзон М. П., Васильков С. Г., Ярмаковский В. Н., Александров С. Е. Поладко Г. И. Легкие бетоны на пористых заполнителях из промышленных отходов	№ 7, 9
Янушис Ю. П., Мешаускас Ю. И. Опыт возведения сборно-монолитных зданий из керамзитобетона в ЛитССР	№ 7, 21

ВОПРОСЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Арутюнов К. Э., Рудерман Л. Г. Упорядочение пуска наладочных работ по вводу в эксплуатацию заводов сборного железобетона	№ 8, 19
Будилович А. А., Коваль Л. П. Трудозатраты на основные виды массового жилищного строительства	№ 8, 6
Карпунин В. Т. Анализ и оценка организационно-технического уровня заводского производства	№ 8, 23
Клюкович Э. А. Экономическое стимулирование производства эффективных конструкций	№ 8, 27
Колтынюк Б. А. Планирование загрузки предприятий полного сборного домостроения	№ 8, 17
Малик Г. В., Хоменко Н. М. Эффективное использование оборотных средств в производственных запасах на заводах сборного железобетона	№ 8, 25
Остринский Ю. С., Баяхметов Т. Б. О направлениях индустриализации домостроения в малых городах Казахстана	№ 8, 8
Петросян А. А., Ким Э. Р. Совершенствование организации производства арматурных сеток и каркасов	№ 8, 20
Повысить эффективность индустриальной базы строительства	№ 8, 2
Рудерман Л. Г. Резервы интенсификации крупнопанельного домостроения	№ 8, 5
Стронгин Н. С., Спивак Н. Я., Сурмандзе Е. М., Важникова Е. Н., Косарева О. Я. Эффективность комплексного применения легких бетонов в крупнопанельных зданиях повышенной этажности	№ 8, 10
Уюсов А. Д., Скриптунов Р. Л. Пути снижения трудоемкости крупнопанельного домостроения	№ 8, 14
Цуранов И. М. Расчет оптимального варианта выпуска продукции на заводах КПД	№ 8, 22
Шакиров Р. Б. Эффективность применения бетонов на основе металлургических шлаков	№ 8, 16

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОЛОЧКИ

Волков И. В., Беляева В. А., Курбатов Л. Г., Адамов А. Л. Исследования тонкостенных пространственных конструкций из фибробетона	№ 9, 12
Гордон Л. А., Жунусов Т. Ж., Ицков И. Е., Корчинская О. А. Напряженное состояние башенных градиен при реальном опирании	№ 9, 11
Жуковский Э. З., Шевченко О. В. Составные железобетонные оболочки	№ 9, 6
Либерман А. Д., Стаковиченко Е. И., Янкевич М. А. Пространственные покрытия в промышленном строительстве УССР	№ 9, 15
Людковский А. М. Натурные испытания оболочек покрытий	№ 9, 17
Мацелинский Р. Н., Спаннот Л. С., Рухлин Ф. Г. Совместная работа панелей-оболочек КЖС и балок подвесных крановых путей	№ 9, 19
Михайлов О. В., Белостоцкий А. М., Анютина М. А., Ляпин О. Б., Чанов Б. М. Расчетно-экспериментальное обоснование конструкций резервуара давления с листовой арматурой	№ 9, 9

Рогатин Ю. А., Нефедова Л. А. Экономическая эффективность пространственных покрытий	№ 9, 29
Тетиор А. Н., Рубель А. А., Редькин В. И. Проектирование и применение фундаментов и подпорных стен в форме оболочек	№ 9, 22
Хайдуков Г. К. Шире применять тонокостенные пространственные конструкции	№ 9, 3
Цатурян И. Г., Азизян Г. С., Жуковский Э. З., Чаруйский Ю. А., Шабля В. Ф. Составная железобетонная оболочка спортивно-концертного зала в Ереване	№ 9, 24
Шузаев В. В., Краковский М. Б. Вероятностная оценка несущей способности пространственных конструкций с использованием моделирования	№ 9, 27

МОНОЛИТНЫЙ БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Долгинин Е. А. Перспективы применения монолитного бетона и железобетона	№ 12, 4
Жабановский Б. В., Новицкий Н. В. Техническое оснащение бетономесительного хозяйства	№ 12, 10
Крылов Б. А., Кузьмин А. В. Электропроводящие свойства бетона с пластифицирующими добавками	№ 12, 6
Топчий В. Д. Унификация инвентарной опалубки и арматурных изделий	№ 12, 7
Чирков Ю. Б. Безвибрационные методы бетонирования монолитных конструкций и сооружений	№ 12, 9
Харченко А. В., Рымар Ю. И. Исследование прочности контакта сборно-монолитных конструкций при многократно повторных нагрузках	№ 12, 14

ТРИБУНА СОРЕВНУЮЩИХСЯ

Буракас А. И., Катруца Ю. А. В борьбе за научно-технический прогресс	№ 7, 37
Ковальчук В. А., Савченко Н. А. Не останавливая производства	№ 12, 3
Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования	№ 4, 12
Победители Всесоюзного социалистического соревнования	№ 5, 8

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ

Алиев Р. Н., Брискин Н. Я., Попов В. В. Опыт применения арматурных канатов класса К-19 в стойках опор ВЛ	№ 1, 4
Ганин В. П., Ксенякин Б. А. Резервы снижения теплотребления на предприятиях сборного железобетона	№ 10, 16
Гендин В. Я., Лагода А. В., Кузьмин В. К. Снижение энергозатрат при электротермообработке бетона с добавкой (ПАШ-1)+НК	№ 11, 3
Горский В. В., Горшков В. Б. Опыт производства арматурных сеток с экономичным армированием в Минстрое СССР	№ 7, 40
Грызлов В. С., Александров С. Е., Калтюшина А. Г., Кривилев П. А. Высокопрочный шлакобетон с повышенными теплозащитными свойствами	№ 3, 20
Негинский Е. М. На сэкономленных материалах	№ 8, 29
Ферштер В. И. Экономия ресурсов на предприятиях крупнопанельного домостроения	№ 4, 12

КОНСТРУКЦИИ

Габрусенко В. В., Гришанов Л. Д., Якушин В. А., Храпцов А. И., Напалков В. В. Арочные решетчатые балки пролетом 18 м	№ 12, 16
Габрусенко В. В., Коновалов А. В., Беликов В. А., Колупаев В. А. Преднапряженные ригели серии ИИ-04 с канатной арматурой	№ 6, 20
Евдокимов А. А., Дейнеко О. С., Приезжев В. А. Укрупненные панели из полистиролбетона для сельскохозяйственных зданий	№ 10, 5
Жуусов Т. Ж., Шахнович Ю. Г., Горовиц И. Г., Королев А. Н. Исследования каркасного здания на сейсмоизолирующих опорах	№ 7, 42
Мартмьянов А. И., Ширин В. В. Восстановление и усиление крупнопанельных зданий после землетрясений	№ 11, 4
Махиладзе Л. С. Особенности расчета крупнопанельных зданий с напрягаемой арматурой	№ 1, 5
Мацелинский Р. Н., Спаннуг Л. С. Висячая железобетонная оболочка на прямоугольном плане	№ 11, 7
Клименко Ф. Е., Барабаш М. В., Орловский Ю. И., Семченков А. С. Сталебетонные неразрезные ригели с внешним полосовым армированием	№ 4, 15
Костюковский М. Г., Кормер Б. Г., Фисун В. А., Сидорина Г. С., Лапина А. З. Целесообразность расширения области применения стропильных балок	№ 5, 12
Крицман Ю. Л. Трубобетонный стык колонн под большие нагрузки	№ 5, 13
Павлов В. И., Мусомогомбетов Е. Н., Скороходов В. Б. Полимерсиликатбетон в цветной металлургии	№ 6, 19
Прокопович И. Е., Мазур В. Ф. Влияние длительного действия нагрузок на прочность железобетонных элементов	№ 1, 8
Семченков А. С., Десятник Е. И., Кутовой А. Ф., Третьяков Б. Б., Макаров Г. Д., Семко Ю. Н., Богданов В. Ф., Макаренко С. К. Испытания дисков перекрытий из панелей 2Т Тимофеев Ю. Л. Опыт использования унифицированных железобетонных элементов 2Т	№ 2, 7
Пейтлин С. Ю., Антонов В. П., Гуревич Ю. С., Брагинский В. А. Колонны многоярусных зданий под большие нагрузки	№ 3, 22

БЕТОНЫ

Бабков В. В., Попов А. В., Мохов В. Н., Колесник Г. С., Якушин В. А. Бетоны повышенной ударной стойкости на основе демпфирующих компонентов	№ 2, 10
Батраков В. Г., Булгакова М. Г., Фаликман В. Р., Вовк А. И. Суперпластификатор — разжижитель СМФ	№ 5, 18
Братчиков В. Г., Селиванов И. И., Мчедлов-Петросян О. П., Плахотникова И. А., Табачишин Я. И. Бетоны с пластификатором ХДСК-1	№ 6, 24
Борисенко В. М., Пименов А. Н. Изгибаемые элементы из высокопрочного кислотостойкого бетона	№ 1, 12
Булатов А. И., Видовский А. Л. Обжатие цементным камнем заполнителей в бетоне	№ 3, 24
Висоцкий С. А. Влияние расхода шлака, условий и режима твердения на свойства шлакощелочных бетонов	№ 11, 9
Гузев Е. А., Отрепьев В. А. Конструкции и изделия из кислотостойких бетонов	№ 7, 44
Гузев Е. А., Сейланов Л. А., Шевченко В. И. Анализ разрушения бетона по полностью равновесным диаграммам деформирования	№ 10, 10
Зошук Н. И., Владимиров В. В. Влияние формы зерен мелкого и крупного заполнителей на свойства бетона	№ 10, 8
Иванов Ф. М., Янбых Н. Н., Миленина Е. В., Цветков В. С. Морозостойкие бетоны на мелких песках с химическими добавками	№ 4, 17
Калинкин Б. А. Прогноз марочной прочности по 4-суточной прочности бетона нормального хранения	№ 1, 11
Красный И. М., Павлов В. П. Сравнительная эффективность мелкозернистых бетонов	№ 10, 7
Кузнецов Ю. Б., Баранов А. Т., Ухова Т. А. О нормах расхода вяжущих для автоклавных ячеистых бетонов	№ 1, 10
Литвер С. Л., Малинина Л. А., Загурский В. А., Панченко А. И. Соотношение самонапряжения и свободного расширения напрягающих бетонов	№ 5, 15
Макеева Л. А., Ярмаковский В. Н., Истомина А. С. Прочность и деформативность конструкционного керамзитоперлитобетона	№ 12, 18
Меркин А. П., Филатов А. Н. Принципы формирования ячеистой структуры суперлегких строительных материалов	№ 5, 20
Павлов В. И., Геворкян А. А. Влияние хлористых солей натрия на теплопроводность газобетона	№ 3, 26
Павлов В. И., Мусомогомбетов Е. Н., Скороходов В. Б. Влияние окиси алюминия на свойства бетона	№ 1, 14
Патурова В. В., Волгушев А. Н., Орловский Ю. И. Свойства и перспективы применения серного бетона	№ 5, 16
Сизов В. П. О ненужном усложнении метода расчета состава бетона	№ 8, 31
Тотурбиев Б. Д. Силикат-натриевые композиции для жаростойких бетонов	№ 10, 5
Тринкер Б. Д., Шахов И. И., Матвеев Ю. В., Садакова В. Н., Кокин А. А. Прочностные и деформативные свойства легкого полимерсиликатного бетона	№ 10, 12
Шантарин В. Д., Иалев П. П., Крекишин В. Е., Шинкеев Г. М. Предварительная обработка бетонной смеси	№ 6, 22
Шлынова Л. Г., Иаьскевич И. А. Бактерицидный бетон	№ 8, 29
Юсупов Р. К., Карпис В. З., Гольдштейн В. Л. Повышение эффективности добавок лигносульфонатов	№ 10, 14

АРМАТУРА

Короткий А. С. Длина зоны передачи напряжений высокопрочной арматурной проволоки нового периодического профиля	№ 10, 18
Крацов Г. И., Столяров В. Р. Бесконтактный способ определения прочности горячекатаной арматуры	№ 1, 19
Краснощечков Ю. В. Сопротивление растянутой арматуры при смешанном армировании	№ 12, 20
Мадатян С. А. Диаграмма растяжения высокопрочной арматурной стали в состоянии поставки	№ 2, 12
Мадатян С. А. Развитие теории упрочнения арматурной стали	№ 5, 35
Мадатян С. А., Петросян Р. В., Клепиков Г. А. Влияние контактного электронагрева на свойства термомеханически упрочненной стержневой арматуры класса Ат-VII	№ 1, 15
Мамедов Т. И., Михайлов К. В. Повышение эффективности высокопрочной проволоочной арматуры путем введения классов прочности	№ 1, 16
Носин С. И., Голобородько В. С. Частотный прибор АП-12	№ 3, 39
Цирик Я. И., Альшуллер Е. М. Унификация и типизация арматурных изделий монолитных ядер жесткости	№ 10, 19

ЗАВОДСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Айрапетов Г. А., Харченко И. Я., Несветаев Г. В. Прогрев легкобетонных конструкций с эффективно направленным лагудалением	№ 8, 32
Афанасьев А. А., Арутюнов С. Г., Подкопаев С. В., Абдуллин И. Б. Уплотнение бетонных смесей системами с угловой формой колебаний	№ 1, 26
Белин Б. И., Качерец И. К. Уплотнение бетонной смеси при изготовлении объемных элементов	№ 5, 23
Бобров В. Б., Подвальный А. М., Бобров Л. Б., Заренин С. В., Исеров Г. Л., Новак А. П. Антикоррозионная защита гибких связей трехслойных панелей	№ 2, 15
Волков Л. А., Соколов В. В., Краснов В. Г. Станок-автомат и линия для изготовления строповочных петель	№ 5, 25
Ганичев В. В., Торкатюк В. И., Гончаренко Д. Ф., Грузин Н. Е. Улучшение конструирования, качества и эксплуатации металлических форм	№ 1, 22
Грановский А. В., Сергеев В. И., Петров С. А. Повышение прочности опорных зон многупустотных плит перекрытий	№ 2, 18
Гуляев О. В., Смирнов Ю. А. Комплексная автоматизация арматурных работ при изготовлении многупустотных перекрытий	№ 10, 21
Демидов О. А. Окраска пропарочных камер для снижения теплотрат	№ 10, 24

Кабан М. М., Василенко В. П. Новые металлоформы «Ромашка» в производстве железобетонных свай	№ 2, 16
Клепов Ю. М., Лемехов В. Н. Оптимизация электротермобработки плит	№ 5, 27
Кнелев Е. П., Батманов С. Н., Гейсер И. Э. Конвейерная линия для отделки железобетонных панелей	№ 1, 24
Книгина Г. И., Хасанова М. К., Касимова С. Т. Использование опок для фасадной отделки зданий	№ 3, 28
Кричевец В. И., Плащенко В. Д., Фельде А. А. Автоматизация процесса термобработки изделий	№ 10, 25
Куканов Ю. А., Набель В. Г., Волков Л. А., Глобучик В. Г. Многоэлектродная машина МТМ-74 для сварки арматурных сеток	№ 10, 22
Кулик И. И., Чече А. А., Шепелевич Н. И. Трещиностойкость напорных виброгидропрессованных труб	№ 5, 22
Лившиц Б. З., Прокопович А. Д., Скорина В. В., Танич Н. И. Установки для изготовления арматурных каркасов железобетонных труб	№ 4, 19
Митус В. М., Незгода Л. Д. Технология изготовления армоперлита	№ 3, 29
Сидоров А. Н. Технологическая линия для помола гранулированного шлака	№ 6, 26
Трифонов Ю. П., Зайцев В. И., Ковалев С. П., Юрченко Н. З., Анисимов В. Я. Изготовление съемных блоков нагнетанием с инъекционным пароразогревом	№ 1, 20
Тулмышев М. Ш., Людвиг В. Д., Лунев Э. Ф. Термообработка бетона в кассетах индукционными нагревателями	№ 2, 13

СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Абрамов В. С., Амбарцумян С. А., Бадяев Г. В. Полимерные электроннагреватели для греющих опалубок	№ 10, 27
Балицкий В. С., Файзулович А. С. Усиление железобетонных конструкций на реконструируемых предприятиях	№ 3, 31
Бруксов И. В., Бугаев Л. И., Иванов М. А., Чушкин А. П. Напрягающий бетон в конструкциях фундамента турбогенератора	№ 3, 33
Виногорский Н. С. Влияние климатических условий на эффективность бетонных работ	№ 10, 13
Золотухин В. А., Азимов Ф. И. Ремонт конструкций зданий торкретированием бетонных смесей	№ 5, 37
Остроогольский В. И., Жадановский Б. В., Португальский Л. М. Механическая пластификация транспортирующих бетонных смесей и подбор их состава	№ 4, 21
Розанов Н. П., Каганов Г. М., Малиев В. П., Зимников В. А., Комардина В. В. Моделирование термонапряженного состояния массивного бетона	№ 2, 19
Черкасский И. Г., Серкова З. В., Ляхович И. А. Омоноличивание рабочих стыков конструкций цементно-жидкостеклянным клеем	№ 5, 38

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

Булыгин Ю. П., Корытов С. Г. Автоматизированное проектирование железобетонных плит	№ 11, 16
Вурлаченко П. И. Эпюра площадей арматуры	№ 8, 38
Гуща Ю. П., Лемеш Л. Л. Расчет деформаций конструкций на всех стадиях при кратковременном и длительном нагружении	№ 11, 13
Дроздов П. В., Дзюба В. А., Паньшин Л. Л. Прочность диафрагм каркасных многоэтажных зданий	№ 2, 23
Другов Л. И. О влиянии нормальных сил на распределение моментов в железобетонных рамах	№ 1, 29
Иссерс Ф. А., Вершинина Н. И. Трещиностойкость стен сборных круглых силосов	№ 8, 35
Карабанов Б. В. Особенности расчета ригелей с подрезкой в опорных зонах на кручение с изгибом	№ 7, 46
Катин Н. И., Силюков А. Д. Прочность и жесткость штампованных закладных деталей в обжатом бетоне	№ 2, 21
Крылов С. А., Залесов А. С., Карнет Ю. Н., Цветков Б. Д. Работа жестких узлов сопряжения элементов каркаса на действие вертикальной поперечной силы	№ 5, 29
Кукунаев В. С. Учет сил распора в железобетонных плитах, работающих в стадиях с трещинами	№ 8, 37
Маркаров Н. А., Ибрагимов А. М. Трещиностойкость и прочность изгибаемых элементов с пониженной передаточной прочностью бетона	№ 11, 12
Маркаров Н. А., Шарипов Р. Ш. Прочность и трещиностойкость концевых участков преднапряженных конструкций	№ 10, 31
Меламут Л. Ш. Расчет прогибов изгибаемых элементов постоянного сечения по приведенной жесткости	№ 12, 21
Милованов А. Ф., Махкамов И. М. Сопротивление изгибаемым балкам действию поперечных сил при повышенных и высоких температурах	№ 6, 29
Образцов В. В., Рочняк О. А., Костюковский М. Г., Рабинович Р. И. Сопротивление решетчатых ригелей изгибу с поперечной силой	№ 10, 33
Осинов В. К., Малиян Д. Р. Расчет трехслойных бесушних стеновых панелей с преднапряженной арматурой	№ 8, 39
Паньшин Л. Л. Диаграмма момент-кривизна при изгибе и внецентренном сжатии	№ 11, 18
Пересыпкина Е. Н., Пузанков Ю. И., Починков В. П. Метод построения диаграмм деформирования сжато-изгибаемых элементов	№ 5, 31
Рочняк О. А., Малиновский В. Н. Прочность балок с отогнутой стержневой арматурой при действии поперечных сил	№ 5, 33
Руденко В. В. Расчет сечений внецентренно сжатых элементов	№ 10, 29
Терин В. Д. Изгибаемые элементы с арматурой класса Ат-IIIС	№ 1, 31
Шахов И. И., Шербатов В. Н. Прочность балок по наклонным сечениям при нагреве	№ 3, 34
Шестаков Л. П., Крылов М. С. Расчет внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения	№ 1, 28

ТЕОРИЯ

Барашников А. Я., Шевченко Б. Н., Валовой А. И. Малоцикловая усталость бетона при сжатии	№ 4, 27
Гвоздев А. А., Залесов А. С. Новая трактовка расчета прочности наклонных сечений в СНиП 2.03.01-84	№ 10, 37
Зайцев Ю. В., Кондраченко В. И., Грекова Т. Л. Применение в технологических исследованиях структурно-имитационного моделирования процессов разрушения бетона	№ 11, 26
Карпенко Н. И. К построению условия прочности бетонов при неоднородных напряженных состояниях	№ 10, 35
Макаренко Л. П. Оценка деформаций бетонов с учетом нелинейной ползучести	№ 2, 25
Пак А. П. Исследование трещиностойкости бетона с позиций механики разрушения	№ 8, 41
Старов Г. Н., Руденко В. В., Федосеев А. А. Прочность и деформативность бетона при повторно-статических нагрузениях	№ 1, 33
Шевченко В. И. Энергетический подход к оценке вязкости разрушения цементного камня и бетона	№ 1, 35

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Воробьев Г. К., Фадеев А. В. Армопенбетонные плиты покрытия промзданий после длительной эксплуатации	№ 2, 27
Гузев Е. А., Сейланов Л. А. Кинетика развития трещин в циклически замораживаемых изгибаемых элементах	№ 3, 35
Иванова О. С., Ярлушкина С. Х., Миронов С. А. Морозостойкость бетона на высокоалюминатных портландцементных добавках	№ 11, 24
Сосипатрова Н. И., Сейланов Л. А. Морозостойкость изгибаемых элементов из бетона на шлакопортландцементе	№ 5, 43
Шестеркина Н. Ф., Супран Ю. А. Стойкость полимерсиликатных бетонов в средах производства сульфата аммония	№ 12, 24

СТАНДАРТЫ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Гвоздев А. А., Краковский М. Б., Бруссер М. И., Игошин В. Л., Дорф В. А. Связь статистического контроля прочности бетона с надежностью железобетонных конструкций	№ 3, 37
Гузев Е. А., Иванов Ф. М. Стандарты стран — членов СЭВ по защите от коррозии в строительстве	№ 5, 46
Гуща Ю. П., Бруссер М. И., Краковский М. Б., Серых Р. Л., Скубов В. М. О переходе от марок к классам бетона по прочности	№ 10, 39
Мизрохи Ю. Н., Довжик В. Г., Котляр С. Р., Зальцман А. С., Вайншток И. И., Дубцов О. В. Стандарт на ультразвуковой метод определения морозостойкости бетона	№ 4, 28
Савин В. И., Дробяченко И. М., Степанова В. Ф. Новый стандарт на арболит и изделия из него	№ 8, 43

В ПОМОЩЬ СТРОИТЕЛЬНЫМ ЛАБОРАТОРИЯМ

Афанасьев Н. Ф. Определение удобоукладываемости разогретых бетонных смесей	№ 5, 41
Королев М. В., Стариков Б. П., Шевальдыкин В. Г. Портативный прибор для ультразвукового контроля прочности бетона	№ 6, 31

В ПОМОЩЬ ЗАВОДСКИМ ЛАБОРАТОРИЯМ

Антонов А. К. Усовершенствованный метод определения прочности бетона в конструкциях	№ 4, 25
Булгаков Э. Х. Электрохимический способ определения удельного сопротивления бетона	№ 8, 33
Красновский Б. М., Школьник И. Э., Юровский В. А., Фаиман В. Я., Варенцова Н. Б., Лаптев В. И. Ультразвуковой метод контроля высокопрочных бетонов	№ 6, 27
Марцинкевич В. Л., Бабицкий В. В. Номограмма для назначения режимов тепловлажностной обработки бетона	№ 5, 40
Пшеничный Г. Н., Ганин В. П., Шкатуло Г. А. Пластометр пружинный	№ 4, 26
Ройфе В. С., Тухарели К. Д. Неразрушающий контроль влажности бетона в изделиях с отделочным слоем	№ 11, 20

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА

Дикаревский В. С., Якубчик П. П., Продоус О. А., Смирнов Ю. А. Изменение параметров шероховатости внутренней поверхности напорных труб	№ 2, 28
--	---------

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Житкевич Р. К. Бетоны на отходах камнепиления с использованием золы	№ 12, 23
Иванов И. А., Калашников В. И., Кузнецов Ю. С., Ишева Н. И. Применение отходов производства антибиотиков в качестве пластифицирующих добавок для бетонов	№ 1, 38
Сеськин И. Е. Свойства виброгидропрессованного бетона на щебне из фосфорного шлака	№ 11, 22

ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ

Клебанов А. Я., Рабинович Р. И., Янкилевич Л. М. Оценка эффективности номенклатуры колонн многоэтажных зданий	№ 10, 40
Кривошеев П. И., Варченко Л. А. Трудоемкость узловых соединений каркасов многоэтажных зданий	№ 1, 37

В ГОССТРОЕ СССР

Богословский В. А. Об обеспечении заполнителями для производства бетона	№ 11, 28
Прозоровский Г. Н. Активнее внедрять эффективные разработки	№ 12, 26

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- Гусейнов Э. И., Ненахов С. В. Заводы по производству товарного бетона фирмы Лохья № 4, 30
Климанова А. Ф., Ариевич Э. М. О производстве деталей смотровых колодцев № 8, 46
Коллинс М. П., Ленкеи П. Расчет балок на действие поперечных сил по новым Канадским нормам № 8, 45
Михайлов К. В., Бердичевский Г. И., Волков Ю. С. Некоторые тенденции применения бетона и железобетона в мировой практике строительства № 10, 42
Трамбовецкий В. П. Новые тенденции в укрупненной сборке зданий и сооружений № 10, 44
Хямляйнен О. Бетонные работы в зимних условиях № 3, 46

НА ВДНХ СССР

- Автоматическое регулирование температуры в камерах периодического действия и термоформах № 11, 25
Бетоноукладчик СМЖ-526-01А № 8, 47
Бетоноукладчик СМЖ-528 (3099/1) № 8, 42
Индустриальная технология производства штампованных закладных деталей № 12, обл.
Использование шлама № 6, 18
Для индустриализации строительства № 4, обл.
Для монолитного строительства № 1, 38
Изменение конструкции закладной детали № 8, 28
Измерение длины арматурных сеток № 2, 9
Измерительный прибор № 4, 31
Измерительный прибор № 3, 36
Комплексная механизация бетонных работ № 4, обл.
Комплекты оборудования для изготовления железобетонных изделий № 7, обл.
Модернизация камер тепловой обработки железобетонных изделий № 12, 25
Монолитные полы «Бетосил» № 6, 23
Новое в технологии производства сборных изделий № 8, обл.
Новые конструкции стеновых панелей № 10, обл.
Новое оборудование для формирования железобетонных изделий № 11, обл.
Поясные блоки пониженной металлоемкости № 7, 35
Прибор Н-1 № 3, 33
Рамно-панельные железобетонные конструкции № 10, 26
Система автоматического регулирования температуры № 12, 21
Станок для гнутья петель № 6, 31
Теплые полы № 2, 23
Унификация бетонных блоков для сельского строительства № 8, 15
Унифицированный набор для сверления бетона № 10, 15

- Усиление несущих стен бетоносмесительного узла № 9, 14
Установка для изготовления перфорированных железобетонных плит № 10, 17
Установка для изготовления перфорированных плит № 2, 13
Устройство полов методом вакуумирования № 10, 34
Эффективная заводская технология № 8, 44

ИНФОРМАЦИЯ

- В секции строительной механики железобетона Научного совета АН СССР № 10, 47
Довжик В. Г., Савин В. И. Пути развития производства и применения легких бетонов и конструкций № 11, 29
Зайцев Л. Н., Маляев Л. Р., Герасимова Г. Н. Совещание по проблемам расчета и проектирования статически неопределимых систем № 10, 45
Исаченко В. Г., Шипов В. В. Передовой опыт ленинградцев № 3, 45
Квирикадзе О. П. Международный симпозиум РИЛЕМ № 3, 44
Крылов С. М., Погорелая А. П. Работа бетона и железобетона при кратковременном и длительном нагружении № 3, 45
Маркаров Н. А., Клименко Ф. Е. Сессия Национального комитета ФИП № 4, 29
Митник Г. С. Формы для производства сборного железобетона № 10, 46
Михайлов К. В., Крамарь В. Г. Симпозиумы ФИП 1984 года № 3, 42
Симонов М. Э. Читательская конференция в Ереване № 11, 31
Читательская конференция № 2, 6
Читательская конференция в Риге № 7, 47
Экономно использовать ресурсы № 2, 31

БИБЛИОГРАФИЯ

- Бабушкин В. И. Своевременная книга № 10, 47
Шапиро Г. А. Книга о конструкциях каркасных зданий из легких бетонов № 9, 30
Шубенкин П. Ф. Об использовании отходов в строительстве № 12, 27

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- К 75-летию А. М. Горшкова № 3, 40

ХРОНИКА

- Бердичевский Г. И., Клевцов В. А. Инженер, ученый, педагог № 3, 41
К 80-летию со дня рождения Б. Г. Скрамтаева № 2, 30

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 624.012.4«313»

Долгинин — Е. А. Перспективы применения монолитного бетона и железобетона. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 4—5.
Анализируется современное развитие применения монолитного бетона и железобетона в СССР. Рассматриваются основные причины, сдерживающие его более широкое использование в различных областях строительства. Поставлены основные задачи технологии, механизации и организации бетонных работ на ближайшие годы.

УДК 624.012.4:693.542.4

Крылов Б. А., Кузьмин А. В. Электропроводящие свойства бетона с пластифицирующими добавками. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 6—7.
Рассматривается влияние добавок-электролитов в комплексе с пластифицирующими добавками на электропроводность бетона. Объясняются причины изменения кинетики электропроводности в зависимости от насыщения жидкой фазы ионами электролитов. Рекомендуются вводить комплексные добавки для повышения токопроводящих свойств бетона. Ил. 3, табл. 11, список лит.: 3 назв.

УДК 624.012.4.006.015.2

Топчий В. Д. Унификация инвентарной опалубки и арматурных изделий для монолитных бетонных конструкций. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 7—8.
Рассматриваются проблемы унификации монолитных конструкций, инвентарных опалубок и арматурных изделий как основа индустриализации бетонных работ в строительстве. Приводятся технико-экономические исследования по эффективности внедрения унифицированных конструкций и опалубок на крупных объектах строительства. Табл. 2.

УДК 624.012.4:693.54

Чирков Ю. Б. Безвибрационные методы бетонирования монолитных конструкций и сооружений. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 9—10.
Рассматривается эффективная технология, механизация и организация бетонных работ с использованием безвибрационных методов бетонирования монолитных конструкций. Приведены результаты исследовательских и производственных работ, даются технико-экономические показатели внедрения прогрессивных технологий возведения монолитных конструкций. Ил. 2.

УДК 624.012.4:693.54.002.5

Жадановский Б. В., Новицкий Н. В. Техническое оснащение бетоносмесительного хозяйства. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 10—11.
Освещаются вопросы современного уровня приготовления бетонной смеси в строительном производстве и направления совершенствования технического оснащения отечественных бетоносмесительных заводов и установок на ближайшую перспективу.

УДК 624.072.2/3:539.384.2

Меламут Л. Ш. Расчет прогибов изгибаемых элементов постоянного сечения по приведенной жесткости. — Бетон и железобетон, 1985, № 12, с. 21—23.
Предложен простой, удобный для практических целей способ расчета прогибов железобетонных элементов по приведенной (осредненной по длине элемента) жесткости $B_{пр}$, позволяющий получить результаты почти такие же как и при расчете по способу интегрирования кривизн $1/\rho$, что подтверждается многочисленными примерами. Ил. 2, Табл. 1, список лит.: 5 назв.

CONTENTS

- Dolginin E. A.* Application perspectives of cast-in-situ concrete and reinforced concrete
- Krylov B. A., Kuzmin A. V.* Electroconductive properties of concrete with water reducing admixtures
- Topchij V. D.* Standartization of inventory form and reinforcement units for cast-in-situ concrete structures
- Chirkov Yu. B.* Non-vibrating methods for concreting cast-in-situ structures and constructions
- Zhadanovsky B. V., Novitskiy N. V.* Technical equipment of concrete mixing facilities
- Golovnev S. G., Alabugin A. N., Yunusov N. V.* Early loading of concrete placed in winter time
- Kharchenko A. V., Rymar Yu. I.* Study of contact strength in precast and cast-in-situ structures under action of repeated load
- Gabrusenko V. V., Grishanov L. D., Yakushin V. A., Khramtsov A. I., Napolkov V. V.* Bow lattice beams 18m. in span
- Makeeva L. A., Istomin A. S.* Strength and deformability of structural keramsite-perlite concrete
- Krasnoshchekov Yu. V.* Resistance of tensile reinforcement with mixed reinforcing
- Melamut L. Sh.* Calculation of deflections in flexural members with constant cross-sections under a given rigidity
- Zhitkevich R. K.* Concrete with waste materials of stone sawing with use of ash
- Shesterkina N. F., Suran Yu. A.* Resistance of polymer silicate concretes in aggressive media under production of ammonia sulphate

CONTENU

- Dolghine E. A.* Les perspectives d'application du béton et du béton armé coulés en place
- Krylov B. A., Kouzmine A. V.* Les propriétés de conductibilité électrique du béton avec des adjuvants plastifiants
- Toptchij V. D.* L'unification du coffrage d'inventaire et des produits de renforcement pour les structures en béton coulé en place
- Tchirkov Yu. B.* Les méthodes non-vibratoires du bétonnage des structures et des ouvrages monolithes
- Zhadanovsky B. V., Novitskiy N. V.* L'état technique de l'équipement pour le malaxage du béton
- Golovnev S. G., Alaboughine A. N., Yunusov N. V.* Le chargement premier du béton placé en hiver
- Kharchenko A. V., Rymar Yu. I.* L'étude de solidité du contact des structures préfabriquées-monolithes sous l'action des charges multi-répétées
- Gabroussenko V. V., Grichanov L. D., Yakouchine V. A., Khramtsov A. I., Napolkov V. V.* Les poutres d'arc en treillis avec la portée de 18 m
- Makeeva L. A., Istomine A. S.* La résistance et la déformabilité de këramsito-perlito-béton de construction
- Krasnostcheukov Yu. V.* La résistance des armatures tendues sous le renforcement mélangé
- Melamout L. Ch.* Le calcul des flechissements des éléments sollicités en flexion avec une section constante d'après rigidité réduite
- Zhitkevitch R. K.* Les bétons sur les déchets de sciage des pierres avec l'utilisation des cendres
- Chesteurkina N. Ph., Soupran Yu. A.* La résistance des polymère-silicate-bétons dans les milieux de production de sulfate d'ammonium

INHALTSVERZEICHNIS

- Dolginin Je. A.* Anwendungsperspektiven des monolithischen Betons und Stahlbetons
- Krylow B. A., Kusjmin A. W.* Elektroleitende Betoneigenschaften mit Plastifikatoren
- Toptschij W. D.* Vereinheitlichung der wiederverwendbaren Schalung und Bewehrungsteile für monolithische Betonkonstruktionen
- Tschirkow Ju. B.* Vibrationslose Betonierungsmethoden von monolithischen Konstruktionen und Bauwerken
- Shadanowski B. W., Nowizki N. W.* Technische Ausrüstung der Betonmischwirtschaft
- Golownjow S. G., Alabugin A. N., Yunusow N. W.* Frühbelastung des im Winter eingebrachten Betons
- Chartschenko A. W., Rymar Ju. I.* Festigkeitsprüfung des Kontakts in Montageverbundkonstruktionen unter Einwirkung von mehrfach wiederholten Belastungen
- Gabrusenko W. W., Grischanow L. D., Jakuschin W. A., Chramzow A. I., Napolkow W. W.* Bogengitterträger mit Feld von 18 m
- Makejewa L. A., Istomin A. S.* Festigkeit und Verformbarkeit des Konstruktionskeramsitperlithbetons
- Krasnostschjokow Ju. W.* Zugbewehrungswiderstand bei gemischtem Bewehren
- Melamut L. Sch.* Berechnung der Durchbiegungen von auf Biegung beanspruchten Bauelementen mit konstantem Querschnitt gemäss reduzierter Steifigkeit
- Shitkevitsch R. K.* Betone unter Anwendung von Rückständen des Steinsägens mit Aschenverwertung
- Schestjorkina N. F., Supran Ju. A.* Beständigkeit von Polymersilikatbetonen in Produktionsmedien des Ammoniumsulfats.

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *Т. Г. Бросалина*

Сдано в набор 14.10.85.

Подписано в печать 27.11.85.

Т-20879

Формат 60×90/16.

Печать высокая.

Усл. печ. л. 4,0

Усл. кр.-отт. 4,75

Уч.-изд. л. 6,73

Тираж 14300 экз.

Зак. 434

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Авторские свидетельства

№ 25*

№ 1165730. Среднеазиатское отделение Гидропроекта. В. Ф. Илюшин. **Шпонка для уплотнения швов бетонного сооружения.**

№ 1165738. СКБ Мосгидросталь. А. Р. Фрейшист. **Способ предварительного обетонирования стальных облицовок.**
№ 1165739. КТБ Стройиндустрия. А. Ф. Туников, А. В. Андрейченко, С. С. Вдовин и В. Е. Голиков. **Железобетонная панель.**

№ 1165761. Трест Казцветметремонт. Е. П. Козлов, Л. Е. Мильтер, Н. Д. Соклаков и Б. А. Кириллов. **Устройство для натяжения арматуры.**
№ 1165791. Гипрогражданпромстрой и НИИСП. И. А. Власенко, А. Л. Деревянченко и А. А. Прокудин. **Способ приготовления и подачи бетонной смеси и устройство для его осуществления.**

№ 26

№ 1167018. В. Н. Власов, Ж. Г. Мухин, К. А. Занадворов и др. **Виброударное устройство для уплотнения строительных смесей в форме.**

№ 1167019. ПИ № 3 Минпромстроя СССР, М. Л. Сорженко, Г. Л. Гойхман, И. В. Голенко и др. **Стропплощадка.**

№ 1167166. ЦНИИОМТП. Б. В. Жадаповский, А. Г. Фуников, Е. Д. Козлов и др. **Шлакобетонная смесь для изготовления массивных конструкций.**

№ 1167259. Ленинградское отделение Гидропроекта и ВНИИГ. В. М. Боярский, Г. А. Игольников, Н. В. Касаткин и др. **Устройство для повышения устойчивости бетонных плотин.**

№ 1167286. Белорусский НИИ организации и управления строительством. В. И. Гришин и Г. И. Холодинский. **Щитовая опалубка.**

№ 27

№ 1168408. КТБ Стройиндустрия и ПО Прикарпатжелезобетон. В. Д. Досюк, А. В. Андрейченко, Б. В. Гусев и др. **Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1168409. НИПИСиликатбетон. В. Б. Кремерман, Ю. Я. Новиков, А. В. Домбровский и др. **Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1168410. Днепропетровский ИСИ. Ю. К. Ионов, В. М. Гене, А. С. Шипилов и В. К. Тимошенко. **Виброплощадка для уплотнения бетонной смеси.**

№ 1168412. ЛИСИ. А. В. Болотный, В. П. Птичников, Е. Ф. Ушаков и др. **Устройство для формирования изделий из бетонной смеси.**

№ 1168534. Новокузнецкое отделение УралНИИстрома. **Способ приготовления полимербетонной смеси.**

№ 1168537. Дагестанский политехнический ин-т и МИСИ. Б. Д. Тотурбиев, Ю. П. Горлов, Г. С. Щербаков и др. **Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетона.**

№ 1168648. ВНИИГ. Р. Н. Шманцарь и А. В. Швецов. **Способ бетонирования массивных бетонных сооружений.**

№ 1168657. Сибирский филиал ВНИИГ. С. П. Фетисов и Н. А. Елисеев. **Противокавитационное покрытие бетонного водоспада.**

№ 1168687. СКБ НПО Прокатдеталь Главмостроя. В. Л. Климов, Э. Д. Роев, М. В. Стеллин и др. **Устройство для монтажа стеновой панели сооружения.**

№ 1168721. Днепропетровский ин-т инженеров железнодорожного транспорта и СКБ Ин-та геотехнической механики. В. Т. Глушко, А. И. Матюшин, А. В. Штепа и др. **Установка для набрызг-бетона и тампонажа.**

№ 28

№ 1169812. Б. Г. Котляров и А. А. Гальперин. **Способ изготовления железобетонных шпал.**

№ 1169815. СКБ объединения Промстройкомплект Главташкентстроя. В. П. Бочаров, С. С. Спивак и Г. В. Батанин. **Устройство для перемещения форм строительных изделий.**

№ 1169817. ЮжЗНИИЭПсельстрой. Ю. П. Трифионов, Н. З. Юрченко, В. В. Литвинов и др. **Установка для изготовления объемных блоков комнат.**

№ 1169818. СКБ Стройиндустрия. Н. Н. Доброхвалов, В. В. Цыро и Ю. М. Мухин. **Установка для вертикального формирования бетонных и железобетонных изделий.**

№ 1169819. ВНПО Союзжелезобетон. И. М. Резников, А. А. Макеев, А. А. Гальперин и др. **Пустообразователь каналов в железобетонных шпалах.**

№ 1169821. НИЛ ФХММ и ТП. Х. С. Воробьев, В. Н. Россовский, Т. Д. Семенова и др. **Бункер бетоноукладчика для подачи бетонной смеси в форму.**

№ 1169822. Республиканское ПТПО Росоргтехстрой. О. М. Лунин, Н. В. Зуб и Я. Б. Гейцер. **Устройство для формирования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1169823. КТБ с опытным производством при ИСиА Госстроя БССР. А. Т. Радченко, А. В. Матвеев, Н. И. Комолов. **Устройство для формирования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1169824. ПКБ с опытным производством Минпромстроя БССР. А. Ю. Драневич. **Центрифуга для формирования тел вращения из бетонных смесей.**

№ 1169825. НИИ строительства угольных и горнорудных предприятий. В. К. Шутов, Е. Д. Бельдяев, В. М. Романов и В. А. Ганчук. **Бетоносмеситель.**

№ 1169954. Минский НИИСМ, Белорусский ин-т, НИИ физико-химических проблем Белорусского ин-та и ДСК № 3. В. Ф. Жигалкович, А. М. Ананьев, В. П. Мардыкин и др. **Бетонная смесь.**

№ 1169956. УралпромстройНИИпроект. Л. Г. Бородавкина, И. С. Чернявский, С. Н. Данилова и Е. Б. Владимирова. **Способ приготовления газобетонной смеси.**

№ 1169964. ПТТ Оргдорстрой. А. В. Зыскин. **Электрод для термообработки бетонных изделий.**

№ 1170088. В. А. Казаков и А. Г. Марцинкевич. **Бетоносмесительная установка.**

№ 1170089. ТбилЗНИИЭПжилища. Н. А. Шаишмелашвили. **Покрытие здания.**

№ 1170092. Белорусский политехнический ин-т. Н. С. Заровкина, Т. М. Пецольт, А. В. Токарев и др. **Центрифугированная железобетонная колонка.**

№ 1170097. Волгоградский ИСИ. И. Ф. Буш и Б. А. Гарагаш. **Устройство для усиления железобетонной балки.**
№ 1170155. С. Н. Крылова и Ф. И. Гуртовник. **Железобетонная обделка гидротехнического тоннеля.**

№ 29

№ 1171313. Завод сборного железобетона № 5 треста «Железобетон». С. П. Лактунькин, Б. Н. Никитин и А. А. Шлотгауэр. **Кантователь для укладки крупноразмерного ячеисто-бетонного утеплителя на плиту покрытия.**
№ 1171398. В. А. Мишутин, Р. В. Яковлева, А. Г. Языков и В. Ф. Колодежный. **Способ изготовления железобетонных конструкций.**

№ 30

№ 1172718. ЭКБ ЦНИИСК. В. В. Горячев, Н. П. Шабакин, Г. М. Кулаков и А. К. Караковский. **Установка для уплотнения бетонных смесей в форме.**

№ 1172719. МИСИ. К. В. Чаус, В. В. Царев и В. С. Миков. **Установка для формирования строительных изделий.**

№ 1172721. Гипростроммаш. А. И. Семенов и В. Г. Яковлевский. **Виброфрмуемый узел.**

№ 1172723. Гипростроммаш. В. А. Ли, К. А. Барбер и В. Г. Яковлевский. **Установка для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1172725. Харьковский ДСК № 1, А. М. Сташук, А. И. Малько, В. А. Ильин и А. Н. Плагин. **Кассетная форма.**

№ 1172729. НИИЖБ. К. П. Муромский, Б. П. Филиппов, Д. Г. Кривоногов и др. **Способ изготовления предварительно напряженной железобетонной конструкции.**

№ 1172730. Ярославский политехнический ин-т. А. И. Зайцев, В. А. Васильев, В. И. Иванов и др. **Смеситель непрерывного действия.**

№ 1172731. Московское НПО ВНИИстройдормаш. Б. И. Ушаков и В. Д. Носов. **Лопастный смеситель.**

№ 1172899. Алма-Атинский НИИПИ строительных материалов. С. Т. Сулейманов, А. А. Родионова, А. П. Нелина и др. **Гипсобетонная смесь.**

№ 1172901. Ташкентский ин-т инженеров железнодорожного транспорта. М. К. Тахиров, М. В. Усов, Р. Т. Абдукалимов и др. **Бетонная смесь.**
№ 1172902. МИИТ. О. Е. Шейкин и Л. М. Добшиц. **Бетонная смесь.**

* См.: Открытия. Изобретения, 1985.