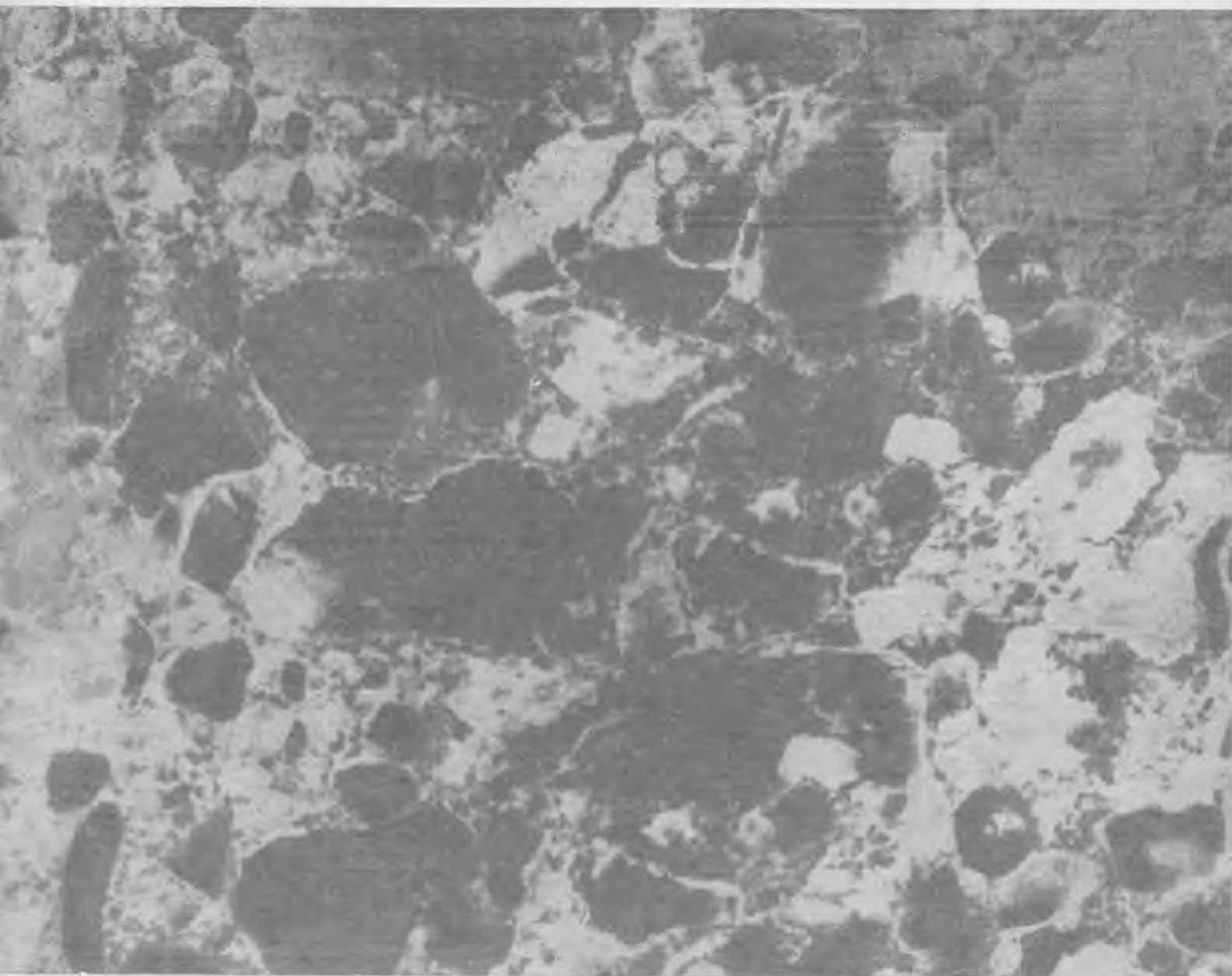


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН **4** 1985



Для индустриализации строительства

Сборные унифицированные железобетонные стеновые и перегородочные панели серии 3.902.1-10 предназначены для строительства подземных частей круглых канализационных насосных станций диаметром 6; 7,5; 9; 12; 15; 18; 21 и 24 м с подводщими коллекторами на отметках —5,5 и —7 м, что соответствует отметкам верха железобетонного днища —7,8 и —9 м.

Стеновые панели разработаны для двух грунтовых условий (суглинки) при одном из трех способов производства работ: в открытом котловане, опускным способом в тиксотропной рашашке, «стена в грунте».

Стеновые панели можно применять и для прямоугольных в плане подземных сооружений.

Размеры сборных стеновых панелей 1970×300×7800 (6600) мм, за исключением панелей для канализационных насосных станций диаметром до 15 м. Толщина этих панелей 200 мм.

Стеновые панели предусматривают два типа стыков — шпуночный и клиновидный (открытый). Стыки панелей равнопрочные.

Панели для опускного способа производства работ запроектированы с ножевой частью, для способа «стена в грунте» предусмотрена подрезка в панели для опирания днища, а для строительства в открытом котловане — без ножевой части и без подрезки. Все типы панелей по конфигурации для всех диаметров сооружений и заглублений бетонуются в одной универсальной стальной форме (с соответствующими вкладышами). Стальная форма разработана институтом Укрниипроектстальконструкция.

Комплексная механизация бетонных работ

Важнейшей задачей в области капитального строительства на текущую пятилетку является дальнейшее увеличение объемов и повышение качества строительства на новой технической основе. При этом должно быть обеспечено значительное сокращение затрат ручного труда за счет оснащения строительных организаций высокопроизводительной техникой, автотранспортом и средствами малой механизации, повышения индустриализации строительного производства, применения новых эффективных конструкций, материалов и более полного использования всех видов местных ресурсов.

Решение этих задач обеспечивается прежде всего ускоренным развитием индустрии по производству сборного железобетона. Наряду с этим продолжают увеличиваться выпуск и объемы применения монолитного бетона. Необходимость расширения его производства обусловлена рядом факторов, основными из которых являются возможность изготовления конструкций индивидуального типа и повышение их архитектурной выразительности, уменьшение числа стыков, а также снижение в ряде случаев транспортных расходов.

Применение монолитного бетона позволяет вести работы в условиях плохих дорог, в новых и труднодоступных районах, так как исключает необходимость привлечения бащеных кранов большой грузоподъемности, что способствует ускоренному развитию районов, где применение сборного железобетона затруднено из-за невозможности относительно быстрой организации строительства.

В последние годы в Минтрансстрое уделяется значительное внимание росту объемов строительных работ с использованием монолитного железобетона и прогрессивной технологии их выполнения. Одним из основных направлений индустриализации бетонных работ, обеспечивающих снижение трудоемкости и вытеснение тяжелого ручного труда, ускорения работ и роста темпов их выполнения, является внедрение комплексно-механизированной технологии, оснащение строительных организаций высокопроизводительной техникой, повышение степени использования машин и механизмов.

В Минтрансстрое объем монолитного бетона, укладываемого с помощью автобетононасосов и автобетоносмесителей,

Типовые сборные унифицированные железобетонные стеновые и перегородочные панели позволяют строить сооружения в полносборном исполнении. Более совершенные способы статического расчета стеновых панелей, а также применение антифрикционного покрытия наружной поверхности ножа (для панелей, монтируемых опускным способом) обеспечивают ежегодную экономию: бетона — 45 тыс. м³, цемента — 15,75 тыс. т, стали — 6,3 тыс. т, леса — 2,3 тыс. м³, трудозатрат — 67,5 тыс. чел.-дней. Экономический эффект от внедрения 58 тыс. панелей в год составляет 3,744 млн. р.

Серия 3.902.1-10 «Сборные унифицированные железобетонные стеновые панели для подземных частей круглых канализационных насосных станций» разработана впервые в СССР и аналога не имеет. Расчет сооружений с учетом их пространственной работы и применение антифрикционных покрытий позволило принять толщину панелей 300 мм для насосных станций диаметром до 24 м, что соответствует уровню, достигнутому в практике зарубежного строительства.

По неполным данным ЦИТПа Госстроя СССР, за 5 лет в нашей стране привязано 16 370 типовых проектов канализационных насосных станций, или 3274 сооружения в год. На каждое сооружение требуется в среднем 25 стеновых и перегородочных панелей. Следовательно, для строительства указанных сооружений в год используется примерно 58 тыс. панелей.

В настоящее время во всех типовых проектах канализационных насосных станций, разработанных и разрабатываемых Харьковским Водоканалпроектом, применяются панели серии 3.902.1-10.

Рабочие чертежи указанной серии выполнены институтом Укрводоканалпроект объединения Союзводоканалпроект Госстроя СССР (252100, Киев-100, проспект Освободителей, 1. Тел. 559-56-22) при участии ЦНИИпромзданий и НИИЖБ.

За получением копий с чертежей следует обращаться в ЦИТП Госстроя СССР по адресу: 125878, ГСП, Москва, А-445, ул. Смольная, 22.

ти этот объем до 500 тыс. м³, в том числе в промышленном и жилищно-гражданском строительстве — до 130 тыс. м³.

В транспортном строительстве основной объем монолитных бетонных работ приходится на возведение гидротехнических сооружений, мостов, тоннелей и метрополитенов. Специализированные строительные организации совместно с проектно-технологическими организациями совершенствуют порядок производства работ при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций.

Большую помощь в совершенствовании технологии строительства из монолитного бетона подрядным организациям министерства оказывает Всесоюзный проектно-технологический институт транспортного строительства. Им разработаны «Технологические схемы комплексной механизации бетонных работ с применением бетононасосных установок, автобетоносмесителей и автобетононасосов».

Эти схемы позволяют эффективно использовать высокопроизводительную технику при укладке бетона, современными методами выполнять арматурные работы, применять прогрессивные виды опалубки, инвентарь, механизмы, инструмент и приспособления. Экономический эффект от внедрения схем на 1 тыс. м³ уложенного в дело монолитного бетона составляет 2 тыс. р. при сокращении трудозатрат на 360 чел.-дней и экономит 10 т цемента. Схемы внедряются в тресте «Средазтрансстрой» на строительстве аэровокзального комплекса в Ашхабаде, где применение этих схем сократит затраты ручного труда на 5 тыс. чел.-дней и сэкономит 140 т цемента. Схемы находят применение и в других подразделениях Минтрансстроя.

Сочетание работы автобетононасосов с автобетоносмесителями, т. е. создание бетоноукладочных комплексов, осуществляется в ряде организаций министерства. Так, в управлении Тбилистоннельметрострой действуют два бетоноукладочных комплекса, каждый из которых состоит из автобетононасоса и 5—6 автобетоносмесителей. Один комплекс используется на строительстве третьей очереди тбилисского метрополитена при бетонировании тоннельной обделки, устройстве подземных вестибюлей и наклонных ходов, второй — на строительстве Рокского тоннеля. За одну смену укладывается более 100 м³ бетонной смеси.

При возведении объектов трест Казтрансстрой создал комплекс по производству бетонных работ. В него вошли бетононасосная установка СБ-75 и автобетоносмесители на базе КАЗ-257 К-1, распределитель бетонной смеси Д-375 и бетонообделочная машина Д-376. При помощи этого комплекса в полы завода цехов уложено 7 тыс. м³ бетона. В смену производится до 120 м³.

Содержание

40-летию Великой Победы — наш ударный труд!

Держат слово 2

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Использование вторичных материальных ресурсов в строительстве 4

Лукина Ф. Х., Миронов С. А., Иванова О. С. Использование отходов металлургического производства в качестве заполнителя бетонов 5

Попов Л. Н., Ипполитов Е. Н. Бетон с использованием отходов ГОКов 7

Зоцук Н. И. Отходы ГОКов — мелкие заполнители бетона 8

Пацееко А. А., Чистяков В. В., Дорошенко Ю. М. Улучшение физико-технических свойств бетона комплексной добавкой 10

Трибуна соревнующихся

Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования 12

Экономия ресурсов

Ферштер В. И. Экономия ресурсов на предприятиях крупнопанельного домостроения 12

Конструкции

Клименко Ф. Е., Барабаш В. М., Орловский Ю. И., Семченков А. С. Сталобетонные неразрезные ригели с внешним полосовым армированием 15

Бетоны

Иванов Ф. М., Янбых Н. Н., Миленина Е. В., Цветков В. С. Морозостойкие бетоны на мелких песках с химическими добавками 17

Заводское производство

Лившиц Б. З., Прокопович А. Д., Скорина В. В., Танич Н. И. Установка для изготовления арматурных каркасов железобетонных труб 19

Строительное производство

Острогольский В. И., Жадановский Б. В., Португальский Л. М. Механическая пластификация транспортируемых бетонных смесей и подбор их состава 21

Юдин Л. Н. Пластическая связь гибкого железобетонного покрытия 22

В помощь заводским лабораториям

Антонюк А. К. Усовершенствованный метод определения прочности бетона в конструкциях 25

Пшейничный Г. Н., Ганин В. П., Шкатуло Г. А. Пластометр пружинный 26

Теория

Барашиков А. Я., Шевченко Б. Н., Валовой А. И. Малоцикловая усталость бетона при сжатии 27

Стандарты и нормативные документы

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 28

Информация

Маркаров Н. А., Клименко Ф. Е. Сессия Национального комитета ФИП 29

Зарубежный опыт

Гусейнов Э. И., Ненахов С. В. Заводы по производству товарного бетона фирмы Лохья 30

4

[361]
апрель 1985



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА

© Стройиздат, 1985

ДЕРЖАТ СЛОВО

Напряженная производственная программа в этом году у коллективов ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1 Главмостроя. Встав на ударную вахту под девизом «40-летию Великой Победы — 40 ударных трудовых недель!», труженники комбината приняли дополнительные социалистические обязательства на 1985 г. Так, ко Дню Победы намечено ввести в эксплуатацию 256-квартирный жилой дом в Иванове. За все недели ударной вахты домостроители сдадут в эксплуатацию дополнительно жилых домов общей площадью более 100 тыс. м².

Об успехах труженников ДСК-1 свидетельствуют результаты работы в четвертом году одиннадцатой пятилетки. За достижение наиболее высоких и устойчивых показателей во Всесоюзном социалистическом соревновании, в выполнении Государственного плана экономического и социального развития СССР на 1984 г. и повышенных социалистических обязательств коллектив комбината награжден переходящим Красным знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ с занесением на Всесоюзную Доску почета на ВДНХ СССР.

В 1984 г. домостроителями комбината введены в эксплуатацию жилые дома общей площадью 929,4 тыс. м², в том числе 58,2 тыс. м² сверх плана. Объем строительно-монтажных работ, выполненных собственными силами, составил 117,3 млн. р. В Тынду и Нижневартовск отправлены сборные железобетонные конструкции и детали для жилых домов общей площадью 86 тыс. м².

В 1985 г. коллективы комбината обязались обеспечить досрочный ввод в эксплуатацию жилых домов общей площадью 958 тыс. м², сверх пятилетнего плана сдать 174 тыс. м² полезной площади. Заводские коллективы приняли обязательство повысить выпуск продукции высшей категории качества до 40%. На заводах ДСК-1 будет выпущено железобетонных конструкций и изделий для жилых домов в Тынде и Нижневартовске общей площадью 54 тыс. м². В целях успешной реализации Продовольственной программы СССР в подшефном совхозе «Кармановский» Волоколамского района намечено выполнить строительно-монтажных работ на сумму 250 тыс. р.

В развитие патриотической инициативы о создании на каждом предприятии комплексных лицевого счетов экономии труженники ДСК-1 обязались в 1985 г. оработать два дня на сэкономленных материально-технических и топливно-энергетических ресурсах, получить от внедрения рационализаторских предложений экономический эффект на сумму 605 тыс. р. В соответствии с социалистическими обязательствами намечено сэкономить 500 т металла, 3500 т цемента, 4200 Гкал теплоэнергии и 700 тыс. кВт·ч электроэнергии. Это будет достигнуто, прежде всего, за счет применения прогрессивных технологий при изготовлении железобетонных конструкций и изделий, внедрения эффективного высокопроизводительного оборудования и научной организации труда.

В настоящее время основной продукцией комбината являются жилые дома с улучшенной планировкой квартир серии П44/17 из унифицированных изделий Единого каталога. Продолжительность возведения одной секции этой серии составляет 18—19 дней. Отделочные работы начинаются после перекрытия девятого этажа. До начала возведения подземной части здания генеральным подрядчиком выполняются все подготовительные работы. Монтаж домов ведется с транспортных средств строго по часовым графикам. Следует отметить, что домостроители комбината обеспечивают высокие темпы строительства при одновременном улучшении его качества. Этому во многом способствует внедренная здесь комплексная система управления качеством строительства. Основная цель системы — четкая регламентация обязанностей и взаимоотношений всех подразделений для обеспечения своевременной комплектации объектов качественными изделиями и материалами. Система включает комплекс стандартов предприятий ДСК-1 на порядок материально-технического обеспечения строящихся объектов, на внедрение новой техники и технологических процессов, по организации социалистического соревнования и др. Улучше-

нию качества строительства способствуют также организационно-технические мероприятия, осуществляемые на заводах комбината. Это совершенствование конструкций и узлов, повышение заводской готовности изделий, внедрение эффективного оборудования, большая рационализаторская работа во всех подразделениях.

Начало нового 1985 г. труженники комбината ознаменовали значительной трудовой победой. В сжатые сроки без останков производства на Краснопресненском заводе ЖБК начат массовый выпуск эффективных трехслойных стеновых панелей на гибких связях. Коэффициент теплосопротивления в новых панелях увеличен в два раза, что обеспечивает экономно топливно-энергетических ресурсов. В 1985 г. предусмотрено выпустить 92,5 тыс. таких панелей.

Следует отметить, что в разработке панелей с повышенными теплоизоляционными свойствами наряду с заводчанами принимали участие специалисты НИИМосстроя и МНИИТЭП. Большая доля заслуг в деле внедрения и организации производства новых панелей принадлежит главному инженеру ДСК-1, участнику Великой Отечественной войны В. Ф. Киняпину.

Коллектив Краснопресненского завода ЖБК успешно выполнил плановое задание 1984 г. Сверх плана выпущено 47,5 тыс. м³ железобетонных конструкций, задание по росту производительности труда перевыполнено на 5,1%. Краснопресненцы обязались ко Дню Победы выполнить задание одиннадцатой пятилетки по выпуску и реализации товарной продукции. Поддерживая инициативу передовых предприятий столицы о развертывании социалистического соревнования за рациональное использование всех видов ресурсов, заводчане обязались сэкономить 1,1 тыс. т цемента, 188 т металла и 415 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Лучшими на Краснопресненском заводе ЖБК по итогам ударной вахты в честь 40-летия Великой Победы являются бригады формовщиков В. П. Блохина и Н. В. Ломакина, коллектив арматурного цеха (начальник А. А. Воронков). С начала соревнования под девизом «40-летию Великой Победы — 40 ударных трудовых недель!» стабильных результатов добиваются коллективы формовочного цеха № 2 (начальник М. С. Лапаев), и бетоносмесительного цеха (начальник Н. П. Шелпаков), выполняющие плановые недельные задания на 109—112%.

Одним из важных направлений совершенствования работы домостроительного конвейера является бригадный подряд. Показательно в этом отношении его внедрение и совершенствование на Хорошевском заводе ЖБК. В настоящее время здесь более 80% заводчан трудятся по этому прогрессивному методу.

Из 50 бригад на заводе 18 комплексных. Ведется работа по организации комплексных бригад с совмещением профессий. Так, в цехе санитарно-технических кабин № 1 успешно трудится комплексная бригада столяров и комплектовщиков. В арматурном цехе в одной бригаде объединены резчики металла. В цехе санитарно-технических кабин № 2 организована комплексная бригада конечной продукции, в которую включены маляры, столяры и монтажники оборудования.

В результате этих и других мероприятий на 4,7% были перевыполнены плановые задания и социалистические обязательства по росту производительности труда. Кроме того, в 1984 г. коллектив завода добился экономии 15 тыс. т гипсоцементно-пуццоланового вяжущего; 400 т металла, 700 тыс. кВт·ч электроэнергии. Внедрение и развитие бригадной формы организации труда на Хорошевском заводе ЖБИ позволило на 2,5% снизить себестоимость продукции. Дополнительно на строительные площадки было отправлено изделий на сумму более 1 млн. р.

В авангарде социалистического соревнования в честь 40-летия Великой Победы — бригады под руководством М. О. Радевича, В. А. Сорокина, В. А. Прокопьевой, В. И. Мацнева, В. В. Ворошкина и др. В ходе трудовой вахты образцы ударной работы показывает коллектив бригады формовщиков под руководством А. Я. Десятова. Так, за одну неделю вахты про-

изводительность труда в этом коллективе повысилась на 5%. Бригада электросварщиков О. Н. Петрунина из арматурного цеха при плановой выработке 0,91 т изготавливает в неделю более 1 т продукции. По итогам соревнования за 24 недели лидирует коллектив цеха № 2. Плановое задание здесь выполнено на 114,3%.

Досрочно завершили выполнение плановых заданий и социалистических обязательств 1984 г. бригады Ростокинского завода ЖБК. Лучших результатов добились бригада формовщиков А. В. Мытуса и бригада грузчиков С. С. Стойко, коллектив арматурного цеха (начальник В. И. Фоменок). Наивысших производственных показателей добился в 1984 г. формовщик В. Н. Карпушин.

В 1985 г. заводчане наметили выпустить более 320 тыс. м³ железобетонных конструкций и изделий. За счет улучшения организации труда, совершенствования технологических процессов и рационального использования материально-технических и топливно-энергетических ресурсов коллектив завода обязался перевыполнить на 1% плановое задание по росту производительности труда и снизить себестоимость продукции.

Для строительства жилых домов в Тынде, Нижнеартовске, Иванове и Ярославле намечено изготовить 130 тыс. м² железобетонных конструкций и изделий.

Значительных результатов в социалистическом соревновании в честь 40-летия Великой Победы добиваются комсомольско-молодежные бригады завода. Так, бригада формовщиков Н. Ф. Харланова из цеха № 2 за один квартал изготовила 3629 м³ железобетонных конструкций при плане 3475 м³. Высоких результатов в ходе ударной вахты добиваются коллективы бригад формовщиков А. Д. Союстова, электросварщиков арматурных сеток и каркасов Н. Н. Катальниковой и др. Эти коллективы трудятся по методу цехового бригадного подряда с применением КТУ.

Производственная деятельность на заводе строится на принципах научной организации труда, внедрения новейших научно-технических достижений, повышения степени заводской готовности и качества продукции. Большинству изделий завода присвоен государственный Знак качества.

Следует отметить, что на Ростокинском заводе впервые в практике крупнопанельного домостроения создан вертикальный отделочный конвейер для шпательки панелей внутренних стен, изготавливаемых по кассетной технологии. Это позволило более чем в 5 раз сократить затраты труда и повысить качество изделий.

На Тушинском заводе ЖБК многие бригады носят звание образцовых. В настоящее время на заводе широко внедряется бригадная форма организации и оплаты труда. По итогам социалистического соревнования в 1984 г. в числе лидеров бригада формовщиков-отделочников А. П. Березовского и бригада электросварщиков арматурных сеток и каркасов Н. И. Климова. Одним из первых на ДСК-1 встал на трудовую ударную вахту в честь 40-летия Великой Победы коллектив Тушинского завода. Высоких результатов в этом соревновании добивается коллектив арматурного цеха (начальник К. А. Пикунин). Успех работы цеха складывается из многих факторов. Прежде всего, это слаженность в работе, высокая трудовая и производственная дисциплина, освоение смежных специальностей и экономное расходование материалов. В дни ударной вахты самоотверженно трудятся формовщики бригады В. М. Бусурина. Плановое задание недели этот коллектив выполняет, как правило, на 115—120%. Успешно справляются с дополнительными социалистическими обязательствами в честь 40-летия Победы электросварщик В. А. Сидоров, моторист бетоносмесительной установки Ю. Ф. Филипов и др.

На ДСК-1 большое внимание уделяется широкому внедрению сквозного поточного бригадного подряда. Для этого осуществляются такие мероприятия, как координация работы всех звеньев строительного конвейера, организация социалистического соревнования по принципу «рабочей эстафеты», внедрение прогрессивной технологии производства работ и др. Как показывает практика, внедрение на ДСК-1 сквозного поточного бригадного подряда оказало существенное влияние на экономические показатели.

Постоянным стало перевыполнение плана по объему строительно-монтажных работ.

С отличными показателями закончили 1984 г. домостроители МУ-5 комбината, которые сдали в эксплуатацию более 180 тыс. м² общей площади жилых домов, внедрили 24 рационализаторских предложения с экономическим эффектом на сумму 16,3 тыс. р. Стремясь внести достойный вклад в дело выполнения и перевыполнения дополнительных социалистических обязательств, монтажные бригады управления обязались досрочно ввести в эксплуатацию в 1985 г. жилые дома общей площадью 180 тыс. м², выполнить собственными силами строительно-монтажных работ на сумму 23 млн. р. Лучших результатов в работе добиваются бригады В. Г. Борисова, А. А. Бондарева, А. А. Солодухина и М. А. Хорева.

Одним из лучших коллективов на ДСК-1 по праву является комплексная бригада, возглавляемая Героем Социалистического Труда, заслуженным строителем РСФСР В. А. Капустиним. Эта бригада наметила ко Дню Победы 9 мая 1985 г. выполнить план пяти месяцев. Будут выполнены строительно-монтажные работы на сумму 2250 тыс. р.

Ввести в эксплуатацию дополнительно ко Дню Победы 20 тыс. м² полезной площади обязались строители МУ-9 комбината. Коллектив управления трудится под девизом «Высокому качеству строительства рабочую гарантию», «Ни одного отстающего рядом», «Сдавать дома с первого предъявления с гарантийными паспортами».

Наставничество является примером подлинно коммунистического отношения к труду. В коллективах бригад строительных управлений комбината это движение приобрело широкий размах. На ДСК создан совет по наставничеству, который обобщает и распространяет опыт работы ветеранов и передовиков труда. Результатом активной работы наставников является освоение большинством монтажников нескольких строительных специальностей. Это способствует росту производительности труда, значительному улучшению качества работы. Большую и целенаправленную работу по наставничеству ведут на комбинате бригадир плотников-столяров Н. А. Головин (МУ-1), ударник коммунистического труда П. С. Алпатова (МУ-2), бригадир электромонтажников А. Н. Алексеев и многие другие передовики строительного производства.

Больших успехов в повышении эффективности и улучшения качества отделочных работ добился коллектив специализированного управления № 213 ДСК-1. В 1984 г. выработка на одного работающего в этом управлении составила более 15 тыс. р. Труженики управления отделали в прошлом году 395,4 тыс. м² полезной площади жилых домов, значительно перевыполнив плановое задание. Коллектив управления обязался в 1985 г. досрочно выполнить годовой план в объеме 7550 тыс. р., на 0,5% снизить трудовые затраты на 1 м² полезной площади, на 1% перевыполнить задание по росту производительности труда. Отделочники обязались внедрить в производство рационализаторские предложения с экономическим эффектом на сумму 20 тыс. р. Наставники управления наметили повысить квалификацию 86 отделочников, обучить новым специальностям 17 чел. Следует отметить, что многие бригады управления успешно выполняют дополнительные социалистические обязательства по достойной встрече 40-летия Великой Победы.

В 1984 г. на ДСК-1 была проведена большая политико-воспитательная и организационно-техническая работа по улучшению качества строительства. В настоящее время около 80% новых жилых домов сдаются в эксплуатацию с оценками «хорошо» и «отлично». Все домостроители комбината в дополнительных социалистических обязательствах по достойной встрече 40-летия Победы наметили приложить максимум усилий для перевыполнения плановых заданий по качеству сдаваемого в эксплуатацию жилья. Успешной реализации намеченного способствует высокий профессионализм строителей, постоянное совершенствование конструктивных элементов и узлов, внедрение прогрессивных технологий.

Среди активно включившихся в социалистическое соревнование в честь 40-летия Великой Победы немало участников войны. Это главный инженер комбината В. Ф. Киняпин, слесарь ремонтно-механического цеха Тушинского завода И. М. Писарев, З. Н. Андриянина, М. И. Крейнцин и другие. Вместе со всем коллективом комбината участники Великой Отечественной войны стремятся трудовыми успехами встретить знаменательную дату — 40-летие Великой Победы.

УДК 69.004.8

Использование вторичных материальных ресурсов в строительстве

Максимальное вовлечение вторичных материальных ресурсов в народнохозяйственный оборот является важнейшей неотъемлемой частью экономической политики, проводимой в нашей стране.

Экономия материальных ресурсов становится в современных условиях важным источником обеспечения роста производства. В декабре 1984 г. ЦК КПСС принял постановление «О серьезных недостатках в использовании вторичных материальных ресурсов в народном хозяйстве», в котором наметил кардинальные меры, направленные на широкое вовлечение в производство вторичного сырья.

Огромные объемы выработки отходов современной промышленностью связаны с большими капиталовложениями по организации и содержанию отвалов, которые занимают обширные площади ценных земель. Кроме того, такие отвалы, как правило, негативно влияют на окружающую природу и условия проживания населения.

Вначале придется использовать отходы в том виде, в каком они выпускаются теперь. Однако постепенно, для повышения эффективности применения вторичных материалов в народном хозяйстве, промышленность должна переходить на их выпуск с заданными физико-техническими свойствами.

Сегодня тепловые электростанции Советского Союза, работающие на твердом топливе, за год выбрасывают около 100 млн. т золы и шлаков в отвалы, где уже скопились огромные запасы этих материалов. Отечественные и зарубежные исследования, практический опыт убедительно доказали, что зола успешно заменяет часть песка и цемента в бетонах. Ее используют в производстве кирпича, цемента, пористого заполнителя для легкого бетона, применяют для устройства оснований под дороги различной категории.

Однако несмотря на такую широкую область возможного применения, в дело идет всего около 10% годового производства золы и шлаков. В то же время практика показывает, что там, где этой

важной народнохозяйственной проблеме уделяют должное внимание, достигнуты заметные успехи. Примером могут служить предприятия Украины.

Большие и еще мало используемые возможности по созданию мало- и безотходной технологий заложены в различных видах бетона — этого основного материала современного капитального строительства.

В настоящее время в стране ежегодно изготавливают и используют 250 млн. м³ бетона различных видов. В перспективе объем их производства будет систематически возрастать. Бетонные и железобетонные конструкции, изготовленные из бетона с добавкой золы или золошлакового заполнителя, можно применять в зданиях и сооружениях с нормальной, слабой и среднеагрессивной средой.

Накопленный опыт использования золы и шлаков в бетонах обобщен и изложен в рекомендациях, которые помогут строителям придать этому важному делу требуемую масштабность. Рекомендации содержат подробные данные о золе и шлаке раздельного удаления, золошлаковой смеси из гидротвалов тепловых электростанций, порядке отбора золы, разработке отвалов, применении золошлаковых материалов в бетоне. В них приведены способы подбора составов тяжелых, легких и жаростойких бетонов, особенности изготовления изделий, контроль их качества.

В перспективе на каждой крупной электростанции необходимо создать установки по отбору, переработке и поставке золы, шлаков и золошлаковых смесей потребителям в виде товарной продукции установленного качества. Значительную помощь в этом окажут государственные стандарты ГОСТ 25818—83 «Зола-унос тепловых электростанций для бетона» и ГОСТ 25592—83 «Смесь золошлаковая тепловых электростанций для бетона».

Большие перспективы заложены в использовании золы и шлаков в производстве пористых заполнителей для легких бетонов с широким диапазоном свойств

таких бетонов по плотности (200...1400 кг/м³) и по прочности на сжатие (0,5...60 МПа). В настоящее время общий объем выпуска подобных пористых заполнителей (зольного гравия, зольного аглопорита) невелик и не превышает 200 тыс. м³ в год. Однако намеченные планы научно-технического прогресса в строительстве предусматривают существенное увеличение объемов применения легких бетонов на базе использования золы и шлаков тепловых электростанций и металлургических заводов.

Известен многолетний положительный опыт применения золы электростанций, работающих на горючих сланцах Эстонии, при производстве изделий из ячеистых бетонов с получением значительной экономии цемента.

Металлургические заводы страны перерабатывают часть доменных шлаков на гранулированный шлак, шлаковую пемзу, заполнители для бетона. Неоднократно отмечалась положительная деятельность завода Азовсталь и Новолипецкого металлургического завода, на которых все шлаки идут в дело. На сегодня шлаковая пемза является самым дешевым искусственным пористым заполнителем в стране.

Считается, что металл, заложенный в железобетонные конструкции, безвозвратно теряется для повторного применения. Это положение, однако, теперь должно быть пересмотрено. Пущены в эксплуатацию первые установки по дроблению бетонных и железобетонных элементов при разборке зданий и сооружений, а также при некачественном изготовлении изделий. При переработке из бетона получается щебень, а освобождаемая при этом арматура сдаётся в металлолом. В перспективе такие установки должны быть созданы во всех районах сосредоточенного строительства. Прорабатывается вопрос об изготовлении на базе вторичного бетона низкоактивного вяжущего. Благодаря разработке жаростойкого бетона созданы благоприятные условия для вторичного использования дефицитных и дорогостоящих

огнеупорных материалов, бой которых образуется при ремонте футеровок тепловых агрегатов.

В качестве пластифицирующих добавок в бетонные смеси широко используют отходы целлюлозно-бумажной промышленности в виде сульфитно-дрожжевой бражки СДБ и мелассой упаренной последрождевой барды УПБ, различные отходы других производств. В результате повышается качества и долговечность бетона, достигается экономия материальных, трудовых и энергетических затрат. В настоящее время 40% всех бетонов в стране изготавливается с использованием различных химических добавок, в том числе получаемых из отходов промышленности.

К перечисленным примерам использования вторичных продуктов в бетонном производстве можно прибавить еще арболит, шламы различных производств и многое другое. Однако объемы применения вторичных продуктов в строитель-

ве еще невелики, в отдельных случаях применение носит разовый характер, что не дает должного эффекта народному хозяйству. Успеху дела сильно мешает ведомственная разобщенность, которая особо ярко проявилась в использовании зол и шлаков тепловых электростанций.

В указанном постановлении ЦК КПСС признано необходимым введение более жесткого планового начала в решении этой важной проблемы. Каждое министерство должно иметь конкретное задание по производству и применению вторичных продуктов, которое будет входить в перечень основных показателей плана. При разработке заданий на двенадцатую пятилетку и на перспективу Госплану СССР поручено предусмотреть увеличение использования вторичных ресурсов, снижение за счет этого материалоемкости и энергоемкости выпускаемой продукции. Предложено выделить соответствующие материальные ресурсы, капитальные вложения и лимиты под-

рядных работ на создание в отраслях мощностей по переработке вторичного сырья. Признано целесообразным, чтобы ГКНТ, Академия наук СССР, министерства и ведомства расширили тематику фундаментальных и прикладных исследований по замене первичного сырья вторичным; разработали программы утилизации конкретных видов вторичных ресурсов. Госнабу СССР надлежит эффективнее осуществлять межотраслевую координацию по обеспечению комплексной переработки отходов, повысить требовательность к министерствам за более полную утилизацию вторичного сырья.

Переход нашей промышленности на безотходное производство является важнейшей перспективной задачей народного хозяйства.

Поставленная партией задача полностью и масштабно использовать вторичные материальные ресурсы должна быть выполнена и в строительстве.

УДК 691.322.004.8

Ф. Х. ЛУКИНА, инж. (Норильский горно-металлургический комбинат);
С. А. МИРОНОВ, д-р техн. наук, О. С. ИВАНОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Использование отходов металлургического производства в качестве заполнителя бетонов

В Норильске при изготовлении сборных и монолитных железобетонных конструкций жилых и общественных зданий и сооружений в качестве инертных заполнителей применяется песок (отходы Большой обогатительной фабрики) и диабазовый щебень, выпускаемый местным заводом строительных материалов. Некоторые показатели этих материалов не удовлетворяют требованиям стандартов, хотя характеризуются рядом положительных свойств — отсутствием вредных примесей, постоянными объемной массой и влажностью.

Используемый в качестве крупного заполнителя щебень получают путем двухциклического дробления естественного камня фракции 0—40 мм с содержанием мелкой до 5 мм фракции до 17—20%. Мелкий заполнитель — песок-отходы Большой обогатительной фабрики

(отходы БОФ) — содержит до 32% пылевидных частиц (проходит через сито 0,14) и требует удаления этой пыли ($M_{кр} < 0,6$).

Большое содержание пылевидных частиц в крупном и мелком заполнителе увеличивает водопотребность бетонной смеси, расход цемента, снижает морозостойкость, водонепроницаемость бетона.

Увеличение расхода цемента не улучшает свойств бетонной смеси. Так, морозостойкость бетонов без химических добавок на указанных заполнителях составляет не более 150 циклов. Для получения бетона высокой морозостойкости и водонепроницаемости ежегодно ввозится до 20 тыс. м³ природных песков с $M_{кр} = 2,1...2,5$ из Красноярского края. Это сопряжено с трудностями навигационной поставки и значительными эко-

номическими затратами на транспортные расходы.

В настоящее время выявлена возможность замены природных песков и пылеватых песков (отходы БОФ) шлаковым песком фракции 0—5 мм, являющимся отходом основного производства металлургии, на который в 1983 г. утверждены ТУ 48-0401-9-83. Он изготавливается при грануляции шлаков никелевого производства. Плотность песка — 2,8 г/см³, коэффициент вариации $M_{кр} \leq 5\%$, $M_{кр} = 2,1...2,5$. Гранулометрический состав песка из гранулированного шлака приведен в табл. 1.

Содержание в шлаковом песке пылевидных частиц, определяемых отмучиванием, — не более 5% массы; наличие зерен размером свыше 5 мм не превышает 5% массы. Песок обладает устойчивой структурой. Химический состав гранулированных шлаков никелевого производства следующий: SiO₂ — 35,94; Al₂O₃ — 6,62; Fe₂O₃ — 42,5; CaO — 6,38; MgO — 5,02; Na₂O + K₂O — 0,85%.

При подборе составов бетонов с использованием гранулированных шлаков изготовили четыре серии образцов одного состава с аналогичным процентом содержания СДБ и СНВ.

В образцах 1н использовали отходы

Таблица 1

Размер отверстия контрольного сита, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Прошло через сито 0,14
Полные остатки на ситах, % по массе	0,2	0—15	40—50	75—90	90—97	

БОФ ($M_{кр} = 0,35$), серии 2н — природный песок Березовского карьера ($M_{кр} = 2,2$) серии 3н — гранулированный шлак. Во второй и третьей сериях расход цемента на 1 м^3 бетона был снижен на 50 кг (табл. 2).

Все образцы твердели в нормальных условиях, через 7 сут их прочность составила соответственно 30,9; 30,1 и 33,8 МПа. Следовательно, в образцах с песком из гранулированного шлака при равных условиях прочность оказалась на 10% выше, чем у образцов на природном песке Березовского карьера, принятых за эталон.

Образцы серии 9н-3 приготовлены с комплексной добавкой $\text{NaNO}_2 + \text{CaCl}_2$ в соотношении 1:1 и твердели при -3°C (температура вечномерзлого грунта). Контрольные образцы этой серии твердели при температуре $+20^\circ\text{C}$ в камере нормального хранения. При твердении при -3°C прочность образцов в возрасте 7 сут равнялась 23,6 МПа (табл. 3), при $+20^\circ\text{C}$ — 43,4 МПа. Следовательно, применение данной комплексной добавки не повлияло отрицательно на прочность бетона на граншлаке как при положительной, так и при отрицательной температурах.

Для выявления морозостойкости изготовили партии образцов, испытывавшиеся при -50°C по ускоренной методике (в термобароклаве). Образцы без видимых разрушений прошли 93 цикла, после чего были переданы в лабораторию физико-химических методов исследования НИИЖБ для определения характера пористости, степени гидратации цементного камня и новообразований, возникающих при применении гранулированного шлака.

Результаты исследований макро- и микроструктуры образцов показали, что в целом контакты цементного камня с зернами мелкого заполнителя всех видов плотные, сцепление с ними хорошее,

трещин по контактам нет. Подсчет суммарной макропористости показал, что пористость находится в пределах 1,7—4,3%. Наименее пористыми оказались образцы с гранулированным шлаком (1,7%); образцы серий 1н и 2н имели примерно одинаковую пористость 2,4 и 2,6% соответственно.

Степень гидратации цементного камня наиболее высокая у образцов серии 9н-3, у остальных она примерно одинакова — на 8—10% меньше.

Анализом установлено, что шлак имеет некоторую гидравлическую активность, чем можно объяснить увеличение прочности бетона при введении гранулированного шлака.

Ежегодно в норильском промышленном районе вводится до 200 тыс. м^2 жилья. Опыт использования с 1976 г. песка из гранулированных шлаков в технологии приготовления бетонов тонкостенных объемных конструкций — шахт лифтов, санитарно-технических кабин, вентиляционных блоков для крупнопанельных домов позволил расширить область применения отходов металлургического производства при выпуске сборного железобетона, а также товарных бетонов.

По разработанному центральной лабораторией Норильского горно-металлургического комбината составам тяжелых бетонов, в которых вместо хвостов БОФ используется песок из гранулированного шлака, выпускаются железобетонные перегородки, внутренние стены, плиты перекрытий, коллекторные блоки, железобетонные сваи и др. изделия общим объемом до 100 тыс. м^3 сборного железобетона в год. При этом на 1 м^3 бетона экономится от 50 до 80 кг цемента в зависимости от марки бетона. С января 1984 г. начат выпуск бетонных смесей с использованием гранулированных шлаков вместо песка отходов БОФ для различных монолитных

железобетонных конструкций. Такие бетоны отвечают требованиям по морозостойкости и водонепроницаемости. С начала года уже забетонированы рост-верки, колонны, перекрытия ряда жилых домов, школ, драматического театра, буронабивные сваи корпуса вторичного дробления песчаника и другие сооружения.

Таким образом, применение искусственного песка из гранулированного шлака позволяет получить бетон, основные качества которого удовлетворяют требованиям, предъявляемым к бетону сооружений этого региона. Показатели прочности такого бетона на 10% выше, чем у бетона на природном кварцевом песке Березовского карьера.

Замена песка отходы БОФ шлаковым позволяет сократить расход цемента на $50 \text{ кг}/\text{м}^3$, получить высокоморозостойкий бетон при циклическом замораживании при -50°C , что весьма важно для свайных фундаментов в районах с суровыми климатическими условиями.

Авторские свидетельства

№ 47*

№ 1130482. СибЗНИИЭП жилища. А. С. Матвеев. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1130483. НИПКИ по добыче полезных ископаемых открытым способом. В. П. Макаров и И. Б. Ильина. Кассетная форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1130484. Минский филиал КТБ Стройиндустрия. В. А. Валуевич, А. Д. Прокопович и Е. М. Тукай. Центрифуга для формирования тел вращения из бетонной смеси.

№ 1130485. Белорусский политехнический ин-т. С. М. Ицкович, И. А. Горячева и Г. Т. Широкий. Установка для приготовления бетонных смесей.

№ 1130515. Е. С. Гуменников. Устройство для шагового транспортирования бетонной смеси.

№ 1130548. ВНИИ транспортного строительства. М. Е. Рыжневский, И. В. Гиренко, В. М. Смоленский и др. Бетонная смесь.

№ 1130549. Завод-ВТУЗ при Карагандинском металлургическом комбинате. В. Р. Сердюк, А. П. Меркин и П. И. Кравцов. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.

№ 1130551. Минский филиал НПО Техэнергохимпром. М. И. Минкевич, К. К. Кохановский, В. И. Шонорев и др. Полимербетонная смесь.

№ 1130683. Куйбышевский филиал Всесоюзного института Оргэнергострой, П. В. Солдатов, Е. А. Лежень, Н. Р. Янусфин и др. Устройство для подачи бетона.

№ 1130692. Тбилисский филиал Всесоюзного института Оргэнергострой. Л. К. Шаматава, У. И. Годжиашвили, М. А. Цискаришвили и М. Н. Чаваява. Бетоноукладчик для бетонирования обделок тоннеля.

* См.: Открытия, изобретения, 1984.

Таблица 2

№ серии	Расход материалов на 1 м^3 , кг					Ц	В	О. К., см	У, кг/м ³
	Ц	П			От дробления щебня				
		Отходы БОФ	Природный	Гранулированный шлак					
1Н	500	240	—	—	260	1340	200	6	2510
2Н	450	—	560	—	200	1300	180	6	2500
3Н	450	—	—	400	170	1300	180	7	2620
9Н-3	450	—	—	400	170	1300	180	5	2610

Примечание. В образцы всех серий вводили добавки 0,2% СДБ + 0,015% С.ИВ; в образцы серии 9н-3 дополнительно вводили 1,5% NaNO_2 + 1,5% CaCl_2 массы цемента.

Таблица 3

№ серии	$R_{сж}$, МПа, в возрасте, сут		$R_{сж}$, МПа, после 50 циклов замораживания при 50°C и оттаивания	$R_{сж}$ в эквивалентном возрасте, МПа	Потеря прочности, %
	7	28			
1Н	30,9/—*	38,1/—	37,6	41,9	—10
2Н	30,1/—	38,1/—	51,9	43,1	+16
3Н	33,8/—	42,3/—	51,5	40,2	+22
9Н-3	43,4/23,6	54,1/33,6	54,1	59,7	—11

* Перед чертой — при твердении в нормальных условиях, после черты — при -3°C .

Бетон с использованием отходов ГОКов

Горнорудная промышленность СССР в процессе добычи и переработки железных руд ежегодно направляет в отвалы огромное количество отходов, которые можно использовать в промышленности строительных материалов.

Перспективным сырьем являются отходы ГОКов — хвосты обогащения железистых кварцитов, которые выделяются в виде шлама в количестве десятков миллионов тонн ежегодно.

Кроме того, на некоторых ГОКах по методу сухой магнитной сепарации из руды можно выделять безрудные частицы кварцита размером 5—30 мм и использовать их в качестве крупного заполнителя при изготовлении бетонов. Так, на Новокриворожском ГОКе действуют установки по производству песка и щебня из безрудных кварцитов [1]. Получаемые на месте заполнители имеют в 2 раза меньшую стоимость по сравнению с привозными. Их используют для изготовления железобетонных конструкций.

Большой объем щебня и песка можно ежегодно получать для предприятий железобетонных изделий из отходов ГОКов Курской магнитной аномалии. Заполнители из обогащенных отходов этих комбинатов несколько отличаются от природных материалов. Они имеют большую шероховатость и более высокую активность поверхности по сравнению с природными материалами. С увеличением крупности зерен в искусственном материале можно повышать содержание лещадных и игловидных частиц. Форма и характер поверхности этих заполнителей в отдельных случаях несколько ухудшают свойства бетонных смесей.

Во Всесоюзном заочном политехническом институте изучали возможность использования обогащенных отходов при изготовлении бетона. В качестве заполнителей для него использовались отходы обогащения руд Лебединского ГОКа и шахты им. Губкина в виде крупных частиц размером 2—10 мм и мелких частиц в виде песка с удельной поверхностью 800—1000 см²/г, а также кварцевый песок Лебединского карьера с $M_{кр} = 1,4$. Для изготовления контрольных образцов использовали гранитный щебень той же фракции и кварцевый пе-

сок. В качестве вяжущего использовали портландцемент марки М500. Состав бетонных смесей подбирали с учетом фактической водопотребности используемых заполнителей. Для получения бетонов заданных структур оптимизировали вяжущую, заполняющую и поровую части искусственного материала по методике [2].

Оптимальные составы зерновых смесей, полученные из трех компонентов: крупных зерен заполнителя из обогащенных отходов, мелкого кварцевого песка и микрозаполнителя, позволили значительно снизить пористость бетона. В результате оптимизации состава и структуры искусственного материала был получен бетон, который по сравнению с обычным тяжелым имел практически равную прочность и только деформации усадки и ползучести его были несколько больше.

Анализ экспериментальных данных показал, что введение в вяжущее минеральной добавки в виде дисперсных отходов обогащения руд интенсифицирует процессы структурообразования цементного камня. При этом увеличивалась критическая пластическая прочность цементного теста и сокращался период формирования его структуры. Измерение контракционного объема по методике [3] показало, что при замене части пор-

ландцемента минеральной добавкой контракция снижается, но количество химически связанной воды и объема новообразований увеличивается (рис. 1).

Изучение свойств бетонной смеси и мелкозернистого бетона с расходом вяжущего 300—600 кг/м³ на указанных заполнителях показало, что смеси, приготовленные на заполнителях оптимального зернового состава, имели наилучшую удобоукладываемость, а бетоны — наивысшие показатели физико-механических свойств. Оптимальное соотношение между крупным и мелким заполнителями составляло 60:40 по массе. При этом содержание дисперсных отходов в кварцевом песке равно 25% его объема. С увеличением количества дисперсного песка в смеси заполнителей удобоукладываемость бетонной смеси ухудшалась, а прочность бетона снижалась.

Закономерности в изменении свойств бетона изучали сначала на цементном камне, а затем на бетоне с количеством заполнителей по массе 25, 50 75 и 80%. Общие закономерности изменения прочностных показателей бетонов оптимальной структуры приведены на рис. 2.

С увеличением количества заполнителя в бетоне общий характер изменения прочностных показателей бетона выражался огибающей ниспадающей кривой с началом ее в вершине кривой цементного камня оптимальной структуры. Огибающие кривые прочностных показателей бетона оптимальных составов, построенные по экспериментальным данным, хорошо аппроксимировались гиперболическими зависимостями, предложенными в [3].

$$R = \frac{R'}{\left(\frac{B/\Omega}{B'/\Omega}\right)^n}$$

где R и R' — прочностные показатели

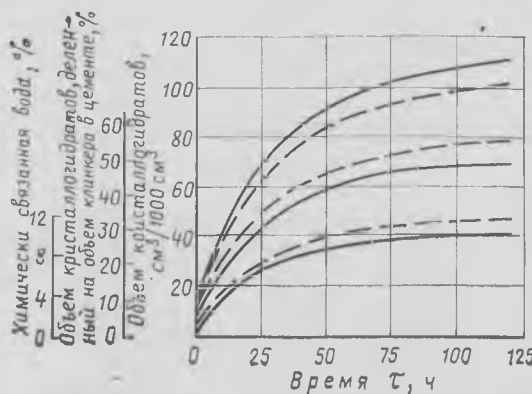


Рис. 1. Кинетика роста химически связанной воды и объема новообразований
Составы портландцементов: — — 100% клинкера (уд. пов. 3000 см²/г); — — — 80% клинкера +20% дисперсных отходов с уд. пов. 2200 см²/г

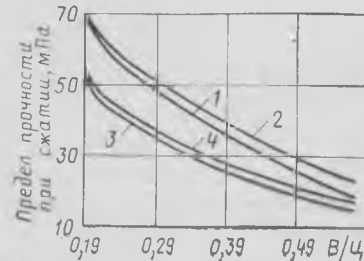


Рис. 2. Прочностные показатели бетонов оптимальной структуры
1 — кубиковая прочность бетона на гранитном щебне и кварцевом песке; 2 — то же, на щебне из отходов и смешанном песке; 3 — преименная прочность бетона на гранитном щебне и кварцевом песке; 4 — то же, на щебне из отходов и смешанном песке

соответственно бетона и цементного камня оптимальной структуры; В/Ц и В'/Ц — водоцементные отношения в бетоне и цементном камне оптимальной структуры; n — интегральные показатели, характеризующие вид и свойства заполнителей. Их значения приведены в табл. 1.

Полученные данные позволяют прогнозировать прочностные показатели бетона с различным количеством заполнителя при кратковременном нагружении.

Анализ экспериментальных данных объемных деформаций бетона при кратковременном нагружении показал, что внешний характер разрушения образцов бетона на гранитном щебне и щебне из отходов идентичен. Однако у бетона на щебне из отходов с оптимальной добавкой дисперсного песка в мелкий заполнитель условные нижняя и верхняя границы микротрещинообразования $R_T^0/R_{пр}$ и $R_T^V/R_{пр}$ были выше, чем у бетона на гранитном щебне и кварцевом песке. Условные границы микротрещинообразования, а также показатели физико-механических свойств бетона при В/Ц=0,55 приведены в табл. 2.

Влажностные деформации усадки мелкозернистого бетона изучали в течение 30 сут. К этому времени влагопотери и деформации усадки практически прекращались. Относительные деформации усадки бетонов на гранитном щебне и щебне из отходов ГОКов и кварцевом песке были практически равны. Замена 50% объема кварцевого песка песком из отходов ГОКов увеличивала влагопотери и усадку до $\epsilon=0,65$ мм/м. Однако этот прирост деформаций составлял всего 12%. Для изучения деформаций ползу-

Таблица 1

Вид крупного заполнителя	Пределы и среднее значение n для структуры	
	порфировой	контактной
Гранитный щебень	1,07(1,14—1,03)	0,97(1,03—0,91)
	1,41(1,61—1,21)	1,12(1,18—1,05)
Щебень из отходов	0,89(0,98—0,79)	0,83(0,92—0,74)
	1,25(1,38—1,12)	0,99(1,02—0,96)

Примечание. Над чертой для определения R , под чертой — $R_{пр}$.

Таблица 2

Показатели бетона	Гранитный щебень и кварцевый песок	Щебень из отходов, кварцевый песок и песок из отходов ГОКов
Кубиковая прочность, МПа	21,0	25,0
Применная прочность, МПа	16,0	18,7
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	4,5	5,6
Модуль упругости $E_{02} \cdot 10^3$, МПа	24,2	28,5
$R_T^V/R_{пр}$	0,69	0,75
$R_T^0/R_{пр}$	0,49	0,53
Усадка $\epsilon_y \cdot 10^{-6}$, мм/мм	59	57
Мера ползучести $C \times 10^{-6}$, 1/МПа	1,22	1,12

чести бетона образцы-призмы загружали в пружинных установках в возрасте 28 сут до напряжений, равных 0,4 $R_{пр}$. Наиболее интенсивно развивались деформации в первый месяц испытаний. Удельные деформации линейной ползучести бетона на щебне из отходов и кварцевом песке в возрасте года равнялись $C=1,12 \cdot 10^{-6}$ 1/МПа, а для бетона на гранитном щебне — $C=1,22 \cdot 10^{-5}$

1/МПа. Замена 50% объема мелкого заполнителя песком из отходов ГОКов увеличивала ползучесть примерно на 21%. Рассчитанные для сравнения по методике [4] деформации ползучести тяжелого бетона составляли $C=0,99 \cdot 10^{-5}$ 1/МПа. Деформации бетона на гранитном щебне и кварцевом песке были на 23% больше, чем у тяжелого, на щебне из отходов и смешанном песке — на 13%.

Бетон был опробован при изготовлении железобетонных изделий в виде балок, плит перекрытий и элементов фундаментов на строящихся промышленных предприятиях. Натурные испытания тонкостенных плит перекрытий из него показали, что абсолютные прогибы плит, изготовленных из отходов ГОКов, были приблизительно на 20% меньше, разрушались они аналогично плитам на гранитном заполнителе. Бетон рекомендуется для тонкостенных, густоармированных и других железобетонных изделий, а также для монолитных железобетонных конструкций. Внедрение такого бетона в практику строительства позволяет получать большой экономический эффект в 4—5 р. на 1 м³ бетона марки М200—М300.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стороженко Л. И., Шевченко Б. Н., Ильенко В. И. и др. Железобетонные конструкции из бетонов на отходах горнорудной и металлургической промышленности. — Киев: Будівельник, 1982
2. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. — М.: Высшая школа, 1978.
3. Методика определения характеристик структуры и пределов прочности бетона на основе измерения контракционного объема. — М.: Издательство стандартов, 1977.
4. Методические указания по расчету потерь предварительного напряжения, вызванных ползучестью и усадкой бетона в железобетонных конструкциях транспортных сооружений. — М.: ЦИИС Минтрансстроя, 1972.

УДК 691.33—691.322

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

Отходы ГОКов — мелкие заполнители бетона

На горно-обогатительных комбинатах ежегодно образуются сотни миллионов тонн отходов при магнитном обогащении железистых кварцитов. Часть из них получается или можно получить с крупностью, удовлетворяющей требованиям к мелкому заполнителю бетона. Использование отходов в этом качестве способствует сохранению невозобновляемых запасов природного песка и уменьшению отрицательных последствий их образо-

вания: изъятие земельных угодий для складирования отходов, загрязнение окружающей среды, ухудшение ландшафта за счет создания «мертвых озер» (захоронения отходов в хвостохранилищах под слоем воды), большие затраты на создание хранилищ отходов и в дальнейшем на рекультивацию их поверхности.

Однако недостаточная изученность влияния на свойства бетона специфических характеристик такого заполнителя

и наиболее эффективного использования его в технологии бетона значительно тормозит дальнейшее увеличение объемов использования отходов в качестве мелкого заполнителя.

По химическому составу отходы ГОКов можно разделить на три группы: кварцевые ($SiO_2 \geq 65\%$), силикатные ($SiO_2 < 65\%$, $Fe \leq 15\%$) и железистые ($Fe > 15\%$). Отходы последней группы получают при обогащении железистых

кварцитов низких степеней метаморфизма. Из-за высокой дисперсности и повышенной плотности (3000 кг/м^3) их нельзя рекомендовать в качестве заполнителя бетона. Кварцевые отходы образуются при обогащении железистых кварцитов средних, а силикатные — высоких степеней метаморфизма. Отходы этих групп не содержат глинистых минералов и имеют отличную от шарообразной форму зерен с шероховатой поверхностью, обладая достаточной прочностью и долговечностью. Рациональная область применения их в качестве заполнителя бетона определяется плотностью и гранулометрическим составом.

Согласно действующему ГОСТу на заполнители бетона магнетит (Fe_3O_4) и гематит (Fe_2O_3) относятся к потенциально реакционноспособным и возможность применения заполнителя с такими минералами должна быть установлена специальными исследованиями. Значение магнетита и гематита в заполнителях бетона усиливается тем, что в поверхностном слое зерен их содержание значительно больше, чем внутри. Прочность при растяжении магнетита и гематита значительно меньше, чем кварца, поэтому при измельчении железистых кварцитов в большей степени раскрываются железосодержащие прослойки.

Оксиды железа могут участвовать в реакциях взаимодействия с продуктами гидратации клинкерных зерен только после перехода их в гидроокислы железа. Было установлено, что в системе $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ образование аморфной гидроокиси железа невозможно. При $\text{pH} > 10$ растворенного в воде кислорода достаточно для образования $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в системе $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$, однако значение окислительного потенциала (E_h) очень мало ($0,0028 \text{ В}$ при $\text{pH} = 12$). В системе $\text{CaO} + \text{Fe}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ стабильными соединениями являются портландит и гетит. Аморфная гидроокись железа в присутствии гидроокиси кальция или дополнительного гипса может вступать с ними во взаимодействие, образуя соответственно гидроферриты или гидросульфферриты кальция. Параллельно со связыванием гидроокиси железа она превращается в менее активные разновидности. Так как двухвалентное железо не образует кальциевых гидратов, аморфная гидроксидная в таких же условиях подвержена лишь старению. Получить $\text{Fe}(\text{OH})_3$ из $\text{Fe}(\text{OH})_2$ или Fe_3O_4 можно, только по-

высив окислительный потенциал среды. Установленный факт использовали для увеличения прочности композиции магнетитовый порошок — портландцемент (1:2 по объему) на 17—28% при $\text{В/Т} = 0,182$ через 28 сут. нормального твердения путем обработки магнетитового порошка 0,1%-ным раствором окислителя (перекись водорода, бихромат калия, персульфат калия). Образующаяся в процессе твердения бетона в незначительно количестве аморфная гидроокись железа экранирует расположенные на поверхности заполнителей железосодержащие минералы, практически исключая их участие в дальнейшем синтезе новообразований. Об этом свидетельствует и отсутствие коррозионных явлений в конструкциях из бетона на заполнителях из железной руды, возведенных в Кривом Роге в 30-е годы. Исходя из этого магнетит и гематит нельзя считать потенциально реакционноспособными минералами.

Основным критерием при оценке качества мелкого заполнителя является его влияние на водопотребность смеси и прочность бетона. При одинаковом гранулометрическом составе водопотребность отходов несколько больше, чем природного песка. Это объясняется повышенной шероховатостью поверхности зерен отходов. Чем крупнее породообразующие зерна (выше степень метаморфизма породы), тем больше шероховатость поверхности и водопотребность крупных зерен песка. Однако с уменьшением размера зерен отходов до размера породообразующих зерен заполнители имеют в основном мономинеральный состав, форму породообразующих минералов и гладкую поверхность. Водопотребность их не выше, чем у аналогичных по размерам зерен природного песка, поэтому с уменьшением модуля крупности и увеличением содержания в природном песке глинистых и илистых примесей повышается целесообразность замены природного песка отходами одинакового гранулометрического состава.

Железосодержащие минералы улучшают адгезионные свойства поверхности заполнителей при нормальном твердении, поэтому использование отходов более эффективно в бетонах нормального твердения. В бетонах с крупным заполнителем адгезионные свойства мелкого заполнителя мало влияют на прочность бетона. В то же время с увеличением удельной поверхности мелкого заполни-

теля повышается водопотребность бетонной смеси и ухудшается сцепление раствора с крупным заполнителем. В связи с этим в бетонах с крупным заполнителем заменять местный природный песок отходами рекомендуется только при их меньшей водопотребности или при соответствующем экономическом обосновании.

При одинаковых исходных данных введение добавки СДБ более существенно улучшает удобоукладываемость мелкозернистой бетонной смеси на отходах, чем на природном песке. Однако при этом уменьшается и прочность бетона. В результате модификации поверхности железосодержащих минералов уменьшается водопотребность песка, но в то же время как бы блокируются их хорошие адгезионные свойства, поэтому при использовании отходов ГОКов в качестве мелкого заполнителя СДБ можно рекомендовать только для щебенистого бетона. Для песчаного бетона целесообразно использовать пластификаторы-разжижители цементного теста (С-3 и др.).

Особенно эффективно применение мелкозернистых отходов ГОКов в качестве заполнителя песчаного бетона нормального твердения. Предел прочности при сжатии, модуль упругости, сцепление с арматурой, водонепроницаемость и морозостойкость такого бетона выше, чем бетона на природном песке. При обеспечении надлежащего уплотнения смеси предел прочности при сжатии песчаного бетона на отходах ГОКов имеет прямую зависимость при $\text{Ц/В} = 1...3,5$. Однако использование отходов в качестве мелкого заполнителя увеличивает среднюю плотность песчаного бетона на $100\text{—}250 \text{ кг}$ и обычного — на $50\text{—}100 \text{ кг}$.

На основе проведенных исследований Белгородский филиал института Механобрчермет разработал технологию и проект установки для обогащения по гранулометрическому составу отходов Лебединского и Стойленского ГОКов. Из их отходов можно получить около 2 млн. м^3 мелкого заполнителя, что устранит дефицит Центрально-черноземного экономического района в этой продукции. Получение дешевого высококачественного мелкого заполнителя бетона из отходов облегчит выполнение сложных задач по возведению объектов агропромышленного комплекса, энергетического и других видов строительства. Общий экономический эффект может составить более 5 млн. р. в год.

А. А. ПАЩЕНКО, чл.-корр. АН УССР,
В. В. ЧИСТЯКОВ, канд. техн. наук (Киевский политехнический ин-т),
Ю. М. ДОРОШЕНКО, канд. техн. наук (Киевский автодорожный ин-т)

Улучшение физико-технических свойств бетона комплексной добавкой

Использование комплексных химических добавок для бетона более предпочтительно по сравнению с однокомпонентными [1] благодаря полифункциональности их действия. При этом можно усилить эффект по сравнению с отдельно применяемыми компонентами. При разработке новых химических добавок необходимо опираться на реальную базу химических производств, в том числе на неутрилизированные отходы и попутные продукты химической промышленности.

С этой целью исследовали комплексные добавки, состоящие из солей хлоридов и сульфатов, увеличивающих растворимость клинкерных минералов цемента соответственно по извести и кремнезему. Максимальный прирост прочности бетона был получен при использовании добавки хлорида калия+сульфата натрия. Компонент комплексной добавки Na_2SO_4 наиболее доступен [2]. Однако применение этой добавки со средними высокоалюминатными цементами не позволяет экономить цемент из-за недостаточного прироста прочности в возрасте 28 сут. Второй компонент добавки KCl в достаточном количестве выпускается промышленностью, а в отдельных производствах является побочным продуктом при переработке калийных руд (стоимость 15—30 р. за 1 т).

Оптимальные дозировки добавки зависят от В/Ц, вида и расхода цемента и составляют 0,3—0,8% KCl +0,6—1,5%

Na_2SO_4 массы вяжущего в пересчете на безводную соль. Стоимость добавки на 1 м^3 бетона — 8—15 к.

Введение комплексной добавки не ухудшает удобоукладываемость бетонной смеси, а при использовании некоторых цементов оказывает пластифицирующий эффект. Например, водопотребность бетонных смесей на основе портландцемента Акмянского завода при введении комплексной добавки снижалась на 2—3%. Составы с добавкой характеризуются более длительными сроками сохранения начальной подвижности смеси. Это объясняется тем, что совместное введение хлорида калия и сульфата натрия замедляет скорость гидратации цемента в течение часа после его затворения. В результате возрастает продолжительность формирования первичной коагуляционной структуры цементного теста. В этот период образуется более однородная и менее дефективная матрица, на основе которой в дальнейшем развивается структура цементного камня. Ускоряющий эффект добавки проявляется на стадии образования пространственного кристаллизационного каркаса цементного камня.

В таблице приводятся данные, показывающие эффективность добавки в бетонной смеси состава Ц : П : Ш = 1:2,06 : 3,13 с расходом Эдолбуновского портландцемента марки М400 350 кг/м^3 . Расход добавки — 0,6% KCl +1,2%

Na_2SO_4 массы цемента. Образцы пропаривали по режиму 1+3+3+2 ч при $t = 80^\circ\text{C}$.

Результаты испытаний показали, что комплексная добавка более существенно увеличивает прочность бетона по сравнению с однокомпонентной Na_2SO_4 и позволяет экономить до 15% цемента. С увеличением жесткости бетонной смеси эффектом от введения добавки сразу после пропаривания усиливается. Через 28 сут. прирост прочности в результате применения ускорителя твердения у составов с различным водосодержанием практически одинаков.

Пропаривание по различным режимам показало, что введение в бетон комплексной добавки сокращает продолжительность тепловлажностной обработки в зависимости от В/Ц и расхода цемента на 30—50%. При твердении составов с комплексной добавкой после тепловлажностной обработки соотношение между различными формами гидратов не меняется. У контрольного состава существенно увеличивается доля высокоосновных гидратов. Изменение соотношения между различными формами новообразований отрицательно сказывается на микроструктуре цементного камня. Введение добавки снижает интенсивность и длительность деструктивных процессов, обусловленных фазовыми превращениями гидратов.

Эффективность комплексной добавки проверяли в производственных условиях на цементах следующих заводов: Каменец-Подольского и Эдолбуновского (ДСК-1 Главкиевгорстроя, Киевский комбинат Стройиндустрии), Акмянского (Калининградский ДСК), Бахчисарайского (Укрмежколхозстрой), Брянского (Орловский завод ЖБИ). Исследовали также бетоны на портландцементах Николаевского, Новороссийского и Ямницкого заводов. При их использовании отмечались отклонения оптимальных концентраций компонентов добавки (± 30 —50%) по сравнению с дозировками для Эдолбуновского портландцемента, что связано с различным минералогическим соста-

№ состава	Вид добавки	Расход цемента, кг/м^3	В/Ц	Подвижность смеси, см (жесткость, с)	Предел прочности при сжатии после пропаривания через	
					4 ч	28 сут
1	—	350	0,40	(80)	21,5/100	39,2/100
2	1,5% Na_2SO_4	350	0,40	(80)	27,8/132	44,6/114
3	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	350	0,40	(80)	32,3/150	50,4/128
4	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	300	0,43	(80)	23,0/107	41,0/104
5	—	350	0,50	2—3	16,5/100	29,9/100
6	1,5% Na_2SO_4	350	0,50	2—3	19,8/121	34,0/113
7	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	350	0,50	2—3	23,1/140	39,0/130
8	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	300	0,53	2—3	17,8/108	31,6/105
9	—	350	0,60	10	10,8/100	22,9/100
10	1,5% Na_2SO_4	350	0,60	10	12,7/118	25,2/100
11	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	350	0,60	10	14,5/135	29,6/129
12	0,6% KCl + 1,2% Na_2SO_4	300	0,62	10	11,4/105	23,8/103

Примечание. Перед чертой — прочность в МПа, после черты — в % $R_{сж}$ эталона.

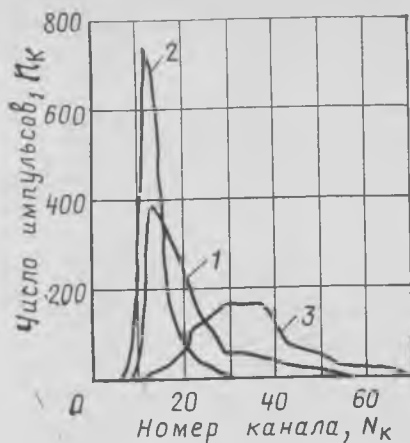
вом клинкеров. Во всех случаях комплексная добавка по эффекту увеличения прочности цемента превосходила однокомпонентную добавку сульфата натрия и позволяла экономить до 15% цемента.

При исследовании долговечности бетона образцы составов 5 и 6 испытывали на морозостойкость по ГОСТ 10060—76. На протяжении 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания прочность бетона с добавкой непрерывно возрастала, у эталона — снижалась после 200 циклов. Через 300 циклов часть образцов без добавки полностью разрушалась. Повышенная морозостойкость образцов с комплексом солей хорошо согласуется с результатами, полученными при определении водопоглощения и капиллярного подсоса бетона, которые при введении $KCl+Na_2SO_4$ были в 1,5—2 раза меньше, чем у эталона.

Особое внимание уделяли изучению состояния арматуры. Влияние добавки на арматуру изучали визуально, а также взвешиванием стальных стержней перед укладкой в образцы и после их разрушения через год после формования. Стальные стержни диаметром 5 мм (Ст 3), находившиеся в бетоне с добавкой, не корродировали и оставались в пассивном состоянии. Это объясняется малой дозировкой хлорида — 0,6% KCl , что в пересчете на агрессивные ионы хлора, эквивалентно 0,4% $CaCl_2$. Сохранность стальной арматуры обеспечивается также повышенной плотностью бетона.

Коррозионную стойкость бетона определяли на образцах-балочках размером $4 \times 4 \times 16$ см из цементно-песчаного раствора 1:3 с $V/C=0,5$. В качестве агрессивных растворов использовали 5% Na_2SO_4 , 5% $MgSO_4$ и 20% KCl . Параллельно проводили испытания в воде. Раствор хлорида калия был взят исходя из данных обследования предприятий по переработке калийных руд, где было отмечено разрушение бетонных конструкций. Образцы испытывали при периодическом погружении в агрессивную среду на 1 сут и высушивании в течение 1 сут при $t=20-30^\circ C$. По степени коррозионной агрессивности растворы представлены следующим рядом: 20% $KCl > 5\% MgSO_4 > 5\% Na_2SO_4$. Коэффициент стойкости в этих средах после 100 циклов испытаний бездобавочного состава составил соответственно 0,33, 0,68 и 0,73; при введении комплексной добавки — 0,71, 0,92, 0,97.

На гранях балочек без добавки, находившихся в растворе 20% KCl появилось большое число каверн и пор, обнажилась заполнитель. Таким образом,



Гистограммы распределения оптических плотностей прозрачных шлифов цементного камня

1 — без добавки; 2 — 0,6% $KCl+1,0\% Na_2SO_4$; 3 — 1,5% Na_2SO_4

раствор KCl способствовал растворению и вымыванию цементного камня. Большая стойкость состава с комплексной добавкой объясняется снижением градиента концентрации агрессивных ионов калия и хлора.

Механизм действия добавки изучали путем рентгенофазового и дериватографического анализа (ДТА, ДТГ, ТГ). Полученные данные свидетельствуют, что добавка избирательно влияет на степень гидратации клинкерных минералов цемента. Наиболее интенсивно ускоряется гидратация C_3S . Введение комплекса солей увеличивает количество низкоосновных гидросиликатов, главных носителей прочности.

Общие потери массы при нагреве образцов до $1000^\circ C$ практически не отличаются: 20,3% — у эталона и 20% — у препарата с добавкой. Таким образом, количество химически связанной воды не может быть однозначным критерием прочности образцов.

Изучали также особенности строения микроструктуры цементного камня. На установке «Протва-3» [3], работающей совместно с ЭВМ, были получены статистические характеристики структуры цементного камня. Исследования проводили на прозрачных шлифах. На участках размером 2500×1000 мкм с использованием зонда 10×10 мкм определяли оптическую плотность в 5120 точках. Было установлено, что введение комплексной добавки $KCl+Na_2SO_4$ повышает дисперсность продуктов новообразований, формирует более однородную упорядоченную и мелкокристаллическую структуру (ширина гистограммы наименьшая (см. рисунок). При использовании Na_2SO_4 образуется структура, характеризующаяся большим мор-

фологическим разнообразием (ширина гистограммы наибольшая), чем и объясняется меньшая эффективность однокомпонентной добавки. Морфологические особенности структуры цементного камня обусловлены кинетикой гидратации и структурообразования твердеющей системы. При введении комплексной добавки хлорида калия + сульфата натрия вяжущие свойства цемента используют наиболее полно. Это обусловлено большей степенью конгруэнтности растворения минералов цемента и сохранностью сформировавшейся дисперсной структуры из-за ослабления деструктивных процессов.

Предложенная добавка рекомендована для использования в строительстве. На основе опыта промышленного использования разработаны и утверждены «Временные рекомендации по применению комплексной химической добавки — ускорителя твердения при изготовлении железобетонных изделий и конструкций» (Киев, КиевЗНИИЭП, 1977). Область применения комплексной добавки определяется Руководством [2] как для добавок, содержащих хлориды, например $CaCl_2$ или NH_4Cl .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетон. — М.: Стройиздат, 1973.
2. Руководство по применению химических добавок в бетоне. — М.: Стройиздат, 1980.
3. Оптико-структурный машинный анализ. Под ред. К. А. Яновского. — М.: Машиностроение, 1984.

Авторские свидетельства

№ 48

№ 1131651. Ю. В. Сокольский, Н. Ф. Ефремов, Н. Н. Егоров и В. П. Волков. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1131652. КБ по железобетону им. А. А. Якушева, Л. А. Фурер, Л. Х. Койфман и С. Ш. Рабинович. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 1131658. ГПИ Ярославский Промстройпроект. В. Я. Морев, М. Е. Сердюков и Л. П. Морева. Бетонукладчик.

№ 1131616. Республиканское ПТПО Росоргтехстрой. О. М. Луниц, К. В. Дмитриев, Н. В. Зуб и Я. Б. Гейцер. Устройство для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 1131989. ПКТБ Узводприборавтоматика. В. М. Скрипник и Е. Б. Терехов. Устройство для закрепления напрягаемой арматуры.

№ 1131990. Ереванский политехнический ин-т. С. В. Карапетян и С. П. Петросян. Крупнопанельное здание.

Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования

В результате широко развернувшегося Всесоюзного социалистического соревнования коллективов научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР за успешное выполнение и перевыполнение заданий одиннадцатой пятилетки в 1984 г. многие организации добились высоких показателей в создании и внедрении новой техники, обеспечивающей получение большого экономического эффекта в народном хозяйстве, снижение трудозатрат, материалоемкости, в том числе металлоемкости, снижение себестоимости продукции, и при этом добились высоких показателей в выполнении плановых заданий и принятых социалистических обязательств.

Рассмотрев итоги Всесоюзного социалистического соревнования коллективов 16 научно-исследовательских организаций, коллегия Госстроя СССР и президиум ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов постановляют:

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

Научно-исследовательского института строительных конструкций Госстроя СССР, Киев;

Научно-исследовательского института автоматизированных систем планирования и управления в строительстве Госстроя Украинской ССР, Киев.

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

Литовского научно-исследовательского института строительства и архитектуры Госстроя Литовской ССР, Каунас;

Ордена Трудового Красного Знамени Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций

им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР, Москва.

3. Наградить вторыми денежными премиями коллективы:

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

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

Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии Госстроя СССР, Москва;

научно-исследовательского института строительства Госстроя ЭССР, Таллин;

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

Экономия ресурсов

В. И. ФЕРШТЕР, главный инженер МГОКД Главмосстроя

Экономия ресурсов на предприятиях крупнопанельного домостроения

XXVI съезд КПСС и последующие Пленумы ЦК КПСС поставили важные задачи по дальнейшему совершенствованию строительства, всемерной экономии трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов. Эти задачи применительно к технологии бетона и сборного железобетона требуют интенсификации производства, широкого применения последних достижений науки и техники, в том числе внедрения новых технологических приемов и более эф-

фективных материалов, а также использования всех резервов, в том числе вторичных продуктов промышленности.

С этой точки зрения, опыт работы Московского государственного объединения крупнопанельного домостроения (МГОКД) Главмосстроя по экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов представляет определенный интерес.

МГОКД — крупнейшая в стране строительная организация, имеющая в

своем составе промышленную базу. В МГОКД входят три домостроительных комбината с шестью заводами по производству железобетонных изделий для крупнопанельных жилых домов, четыре треста фундаментостроения, трест механизации, трест отделочных работ, специальное проектно-конструкторское и технологическое бюро — СПКТБ «Кас-сетдеталь».

Шесть заводов железобетонных изделий ежегодно выпускают 1600 тыс. м³

железобетонных изделий для жилых домов общей площадью более 2200 тыс. м², что эквивалентно 36 тыс. квартир в год. На заводах работают современные технологические линии: кассетные установки, конвейеры разных видов и назначений, вибропрокатные станы и др.

Большой объем производства, наличие различных технологических линий по изготовлению железобетонных изделий требуют особого внимания к вопросам экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов. Задача эта не простая, требующая решения ряда технических, организационных и социальных проблем, и ключ к ее решению — в системном подходе.

В соответствии с целевой комплексной программой Главмосстроя по экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов на каждом заводе объединения разработан план организационно-технических мероприятий, направленный на экономию цемента, металла и других материалов. Предусматривается обеспечить экономию материально-технических ресурсов путем совершенствования проектных решений, внедрения прогрессивной технологии производства железобетонных изделий, применения эффективных материалов и заменителей, улучшения складирования и хранения материалов и др.

Объединение из года в год выполняет установленные директивные задания по экономии основных материалов благодаря привлечению к решению этих задач ведущих проектных и научно-исследовательских институтов страны; постоянному совершенствованию нормативной базы; широкому внедрению на всех предприятиях бригадного подряда.

Мероприятия по экономии и рациональному использованию цемента предусматривают снижение его расхода при производстве железобетонных изделий путем совершенствования технологических процессов; введения химических добавок в бетонную смесь при изготовлении изделий; применения статистического метода контроля прочности бетона и цемента за счет исключения плюсовых допусков в изделиях; использования коэффициента 0,95 при расчетах прочности бетона; замены железобетонных сантехкабин и вентблоков на гипсовые; улучшения организации погрузки, разгрузки и хранения цемента; совершенствования проектных решений, корректировки производственных удельных норм расхода цемента и внедрение рационализаторских предложений.

Одной из серьезных задач, которую удалось решить в МГОКД с помощью МИСИ им. В. В. Куйбышева, является

замена цемента гипсоцементнопесчаным вяжущим (ГЦПВ) при изготовлении объемных санитарно-технических кабин, вентиляционных и специальных блоков. Это позволяет объединению ежегодно экономить 8 тыс. т цемента. Работы по использованию этого вяжущего для изготовления ряда изделий продолжаются.

Экономии цемента при изготовлении железобетонных изделий дает также упорядочение работы бетоносмесительных узлов. С этой целью в объединении по предложению Гипростроммаша несколько БСУ переведено на пневматическое управление, что дает экономию цемента от 1 до 1,5% по сравнению с традиционной электромеханической системой управления, значительно повышает культуру производства и эксплуатационную надежность.

Зарубежный и отечественный опыт свидетельствует о необходимости безотлагательного применения на БСУ систем автоматизированного управления дозированием и приготовлением бетонной смеси на базе ЭВМ. ВНИИжелезобетоном выполнены работы по применению ЭВМ для управления процессами и оптимизации составов бетонной смеси, созданы и внедрены в опытный порядок аналого-цифровые управляющие комплексы, однако их широкое внедрение задерживается из-за того, что Минприбор выпускает необходимое оборудование в крайне ограниченном количестве. Это же министерство недостаточно обеспечивает производителей целым рядом контрольно-измерительных приборов, которые дают возможность снижать расходы цемента при изготовлении бетонной смеси.

На Ростокинском заводе железобетонных изделий ДСК-1 по предложению НИИЖБ внедрена система верхней вибрации на кассетных машинах. Это позволило увеличить жесткость применяемой бетонной смеси, или сократить расход цемента на 2—3%, а также существенно улучшило качество изделий. Более значительных результатов можно достичь путем замены обычных электрических вибраторов пневматическими. Однако выпуск их (как, впрочем, и обычных вибраторов) крайне ограничен. В то же время применение пневмовибраторов кроме снижения расхода цемента и электроэнергии значительно улучшает условия труда, так как уменьшается в цехах уровень шума.

Созданная при МГОКД отраслевая лаборатория МИСИ им. В. В. Куйбышева проводит большую работу по внедрению неразрушающих методов контроля прочности бетона. На Востряковском заводе ДСК-3 разработан и внедрен стенд не-

разрушающего метода контроля с помощью ультразвука. Контроль сплошной — каждое изделие подвергается проверке до приема его ОТК.

Ультразвуковые методы контроля показали весьма большой разброс прочности бетона по телу панелей, что является следствием неустойчивого подбора состава бетонной смеси, приводящего к перерасходу цемента. Использование данных ультразвукового метода дает возможность ввести соответствующие коррективы в подбор составов и за счет этого экономить цемент. Дальнейшее совершенствование этого метода контроля позволит отказаться от традиционного определения прочности изделий с помощью кубиков. Однако, как показывает практика, одним из главных путей экономии цемента при одновременной интенсификации производства железобетонных изделий является применение комплексных химических добавок суперпластификаторов с ингибированными ускорителями твердения бетона. Выбор того или иного пластификатора зависит от технологии производства железобетонных изделий, качественного состава цемента и т. п. Поэтому на заводах объединения в свое время была проведена работа по отбору добавок. В результате многолетних экспериментальных исследований и промышленных испытаний для каждого завода был выбран тот или иной вид суперпластификатора.

Так, для Ростокинского завода был отобран суперпластификатор С-3, который дает устойчивую экономию цемента в конвейерном производстве. На этом же заводе прошла промышленную проверку добавка МБС, выпускаемая заводами микробиологической промышленности.

На Тушинском заводе ДСК-1 широкое применение в кассетном производстве нашла добавка ВРП-1, дающая экономию цемента до 5%. Необходимость применения различных добавок при одной и той же технологии обусловлена различиями свойств цементов, получаемыми заводами. Даже на одном заводе ЖБИ при изменении минералогического состава цемента, выпускаемого одним и тем же цементным заводом, густоты цементного теста применяемая добавка дает различный эффект. В этой связи возрастает требование к качеству цементов, выпускаемых заводами Минстройматериалов СССР. А это качество, как известно, оставляет желать много лучшего.

Существенным фактором экономии цемента является снижение количества брака, выпускаемого заводами объединения, прием, учет и хранение поступающего цемента, правильное хранение и складирование готовой продукции.

Мероприятиями по экономии металла предусматривается снижение его расхода при производстве железобетонных изделий путем рационального проектирования конструкций, совершенствования их армирования; внедрения безотходного раскроя арматурной стали; применения эффективных (высокомарочных) сталей; применения безпетлевого метода монтажа железобетонных изделий; использования отходов арматурной стали; снижения металлоемкости при проектировании форм и оснастки для заводов; правильного хранения и учета металла и т. д.

Рациональное проектирование конструкций позволило во всех сериях домов плиты перекрытия армировать по эпюре моментов, что дает экономию 1,2 кг металла на 1 м² общей площади.

Экономия металла в размере 1,05 кг/м² общей площади достигается также за счет применения для армирования изделий объемных арматурных каркасов. Для изготовления таких каркасов рационализаторами заводов создан целый ряд станков и механизмов.

Снижение расхода металла дает и применение высокомарочных сталей, которые пока выделяются в ограниченном количестве. Применение стали класса А-II-10ГТ вместо стали класса А-I для монтажных петель и проволоочной арматуры периодического профиля класса Вр-I взамен В-I только в 1984 г. позволило сэкономить более 600 т металла.

Есть резервы сокращения расхода стали, которые могут дать большую экономию. Речь идет прежде всего о широком использовании для армирования проволоки Ø 3 мм вместо Ø 4 мм. Расчеты показывают, что такая замена допустима. Однако практическое использование проволоки Ø 3 мм невозможно, так как наше сварочное оборудование не обеспечивает качественной сварки проволоки такого диаметра, допускает пережоги. Внедрение этого мероприятия только по объединению дало бы экономию до 500 т металла в год.

Известно, что во многих случаях армирование панелей перекрытий и других железобетонных изделий можно производить сетками с переменным шагом стержней, что снижает расход стали. Но это мероприятие не может быть реализовано по той причине, что имеющееся

сварочное оборудование не допускает возможности автоматической сварки стержней с переменным шагом.

Мы считаем, что Минстройдормаш и другие ведомства должны обеспечить заводы железобетонных изделий необходимым сварочным оборудованием.

Есть еще один резерв экономии металла. Известно, что на изготовление форм, поддон-вагонеток и оснастки для заводов железобетонных изделий ежегодно расходуются тысячи тонн металла, поэтому сокращение собственной массы этих форм имеет весьма важное значение. В объединении, по предложению НИИЖБ, разработаны и внедрены поддон-вагонетки с трехточечным опиранием взамен традиционных, с четырехточечным опиранием. Использование поддон-вагонеток такого типа дает экономию металла до 2,5 т на каждую единицу оборудования.

Конвейерная линия, оснащенная поддон-вагонетками с трехточечным опиранием, более трех лет надежно работает на Очаковском заводе ДСК-2. Начали функционировать конвейеры, оснащенные такими же вагонетками на Кишиневском заводе ЖБК.

Положительные результаты в деле экономии топливно-энергетических ресурсов достигаются путем совершенствования нормативной базы; строгого учета и контроля расходуемых ресурсов; использования вторичных энергоресурсов; совершенствования существующего оборудования и технологии и т. д.

До недавнего времени на заводах объединения отсутствовали единые научно обоснованные нормы расхода топливно-энергетических ресурсов по изготовлению железобетонных изделий.

Мосгазниипроект в настоящее время закончил разработку таких нормативов для всех заводов, по каждому виду изделий. Это дало возможность планировать месячные задания по экономии топливно-энергетических ресурсов по всем технологическим линиям, цехам в зависимости от номенклатурных планов и объема потребления ресурсов. Одновременно с этим на многих технологических линиях установлены приборы учета, регистрирующие фактический расход пара и электроэнергии. На Ростокинском и Востряковском заводах железобетонных изделий в течение многих лет успешно применялся предварительный разогрев

бетонных смесей. На Очаковском заводе работают скоростные водоподогреватели за камерами термообработки, а на Тушинском заводе тепло горячего конденсата используется для подогрева инертных материалов. На всех заводах действует оборотное водоснабжение.

Организация контроля и учета расхода энергии, постоянный и своевременный ремонт изоляции нагреваемых поверхностей, изыскание и применение эффективных видов изоляции, работа на оптимальных режимах нагрузки котельных, наглядная агитация, организация социалистического соревнования по экономии энергоресурсов, материальное и моральное стимулирование рабочих и служащих за высокие достижения в экономии дают возможность предприятиям объединения выполнять установленные задания по экономии топливно-энергетических ресурсов.

Как показывает опыт работы МГОКД, существует еще один эффективный рычаг экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов. Это организационно-технологическая подготовка производства (ОТПП), под которой мы понимаем совокупность организационных, технических, технологических мероприятий, направленных на обеспечение выпуска заводами железобетонных изделий продукции с заданным уровнем качества, с минимальными затратами труда, материальных и топливно-энергетических ресурсов. Значение ОТПП возрастает с каждым годом, так как практически на всех предприятиях крупнопанельного домостроения страны происходит замена устаревших серий жилых домов новыми. Это связано с проектированием новых серий, проведением реконструкции предприятий. Поэтому первостепенное значение приобретает обеспечение уже в процессе проектирования домов таких решений, которые бы обеспечивали минимальные расходы цемента, металла и топливно-энергетических ресурсов для их изготовления. Это может быть достигнуто в том случае, когда вместе с проектировщиками над проектами работают заводские технологи.

Все перечисленное выше отнюдь не исчерпывает резервов экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов, которые имеются на наших предприятиях и над проведением в действие которых проводится постоянная работа.

УДК 69.024.81

Ф. Е. КЛИМЕНКО, д-р техн. наук, проф., В. М. БАРАБАШ, инж. (Львовский политехнический ин-т); Ю. И. ОРЛОВСКИЙ, канд. техн. наук (Львовский филиал НИИСМИ); А. С. СЕМЧЕНКОВ, канд. техн. наук (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов)

Сталобетонные неразрезные ригели с внешним полосовым армированием

В зданиях различного назначения с укрупненными пролетами по функциональным, экономическим и эстетическим соображениям поперечное сечение ригелей часто необходимо принимать минимальным. Однако при их конструировании традиционным способом оказывается невозможным размещение стержневой арматуры в пределах такого сечения.

Одним из способов расширения возможностей применения железобетонных конструкций является использование внешнего полосового армирования [1]. Положительный эффект достигается вынесением арматуры на наиболее напряженную грань несущего элемента, что позволяет увеличить рабочую высоту сечения, повышая прочность и жесткость или уменьшая высоту сечения при обеспечении прочности и жесткости элемента. Применение внешнего армирования дает возможность применить для различных сеток колонн единую высоту балок и ригелей, создав унифицированную каркасную систему, позволяющую сочетать укрупненные и типовые сетки колонн при минимальном числе типоразмеров конструкций.

Во Львовском политехническом институте исследованы модели неразрезных трехпролетных сталобетонных балок с внешним полосовым армированием монолитного и сборного вариантов сечением 80×200 мм, пролетом 2 м. Внешнее

армирование позволяет применить в сборном варианте сухой стык, без замоноличивания (рис. 1). При изготовлении опытных балок использовали полосовую сталь — гладкого и периодического профиля при варьировании марки бетона от М400 до М800. При испытании балок измеряли опорные реакции — кольцевыми динамометрами, углы поворотов сечения — клинометрами; прогибы — индикаторами часового типа. Испытательный стенд и размещение приборов показаны на рис. 2.

Проведенные исследования подтвердили ранее выдвинутые предложения [2, 3] о возможности использования существующей методики расчета железобетонных конструкций армированных стержневой арматурой, исключая расчет ширины раскрытия трещин. В ходе ис-

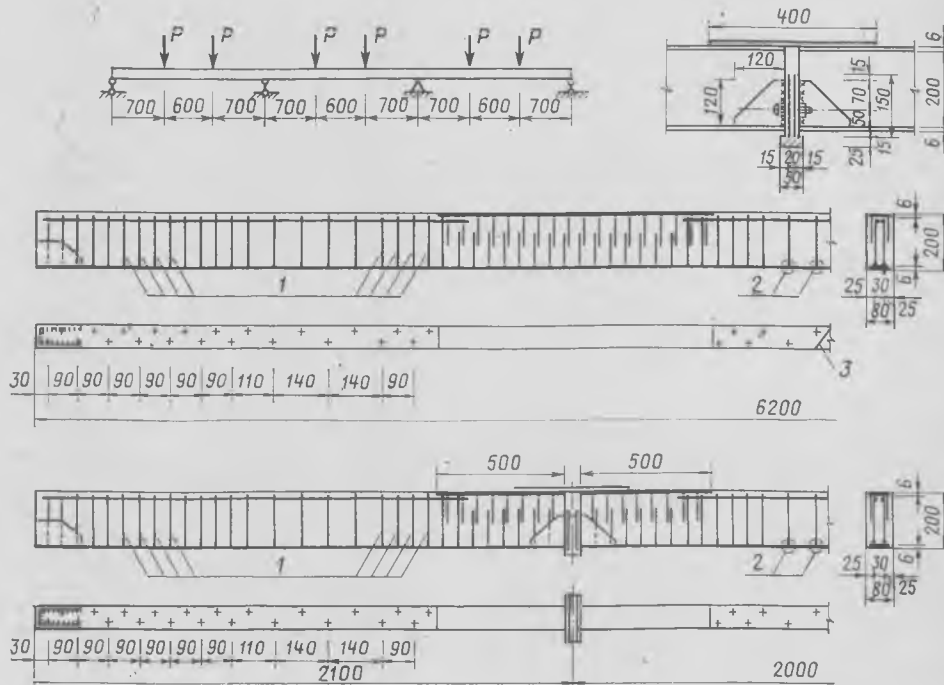


Рис. 1. Конструкция неразрезных трехпролетных сталобетонных балок с внешним армированием и схема испытания
1 — хомуты-анкеры; 2 — сварка под флюсом; 3 — стык листов

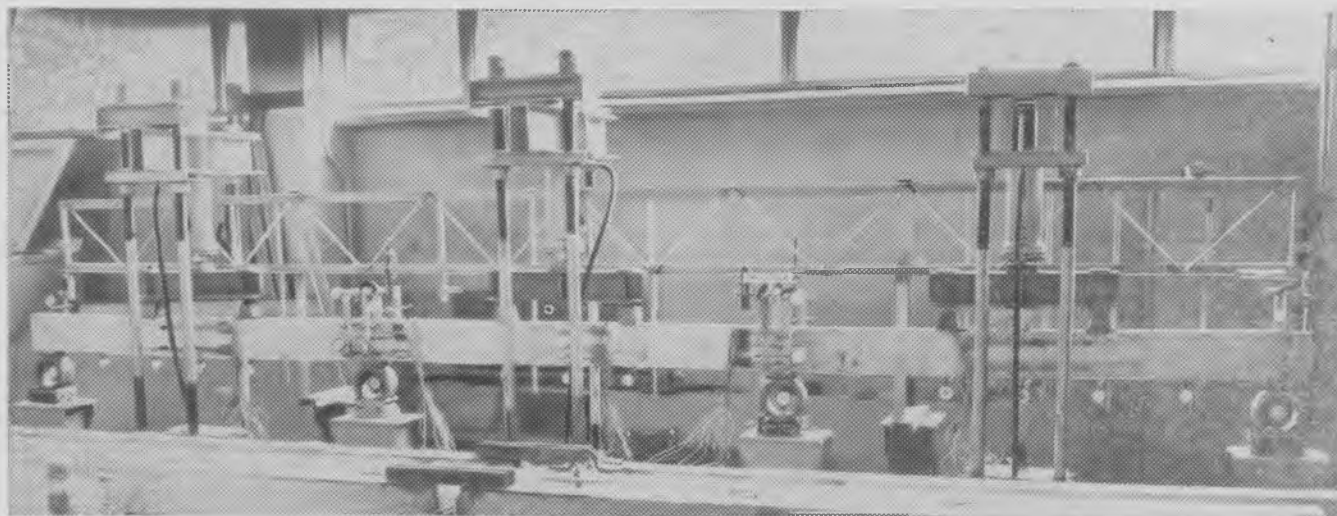


Рис. 2. Испытательный стенд и размещение приборов

Ригель	Расчетная нагрузка, кН/м	Рабочая высота h_0 , см	Площадь рабочей арматуры на опоре, см ²	Площадь рабочей арматуры в пролете, см ²	Масса ригеля, т	Марка бетона	Объем бетона, м ³	Нормативное сопротивление арматуры, МПа	Расход стали, кг
Сер. 1.420-6	110	65,0	61,07	40,72	9,15	M400	3,56	A-Шв 550	1299,4
Б 32-4 Сталебетонный	110	79,6	61,07	25,6	9,15	M400	3,56	C 70/60 600	1104,8

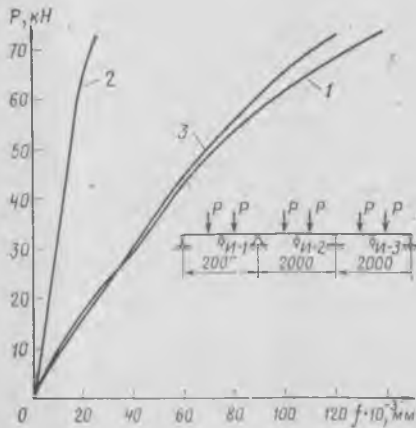


Рис. 3. График прогибов опытных балок
1 — f_1 ; 2 — f_2 ; 3 — f_3

пытаний установлено, что неразрезные сталебетонные балки, имеющие высокие проценты армирования при напряжениях в арматуре, близких к $0,7 \sigma_T$, работали с незначительными пластическими деформациями. Интенсивное перераспределение изгибающих моментов наблюдалось лишь при нагрузках, вызывающих в надопорной листовой арматуре напряжения, близкие к σ_T в результате образования пластических шарниров в

пролете и нарушения статической неизменяемости конструкции. В этом случае по характеру работы неразрезные сталебетонные балки близки к металлическим.

Как следует из результатов испытаний, приращение деформаций и прогибов по всем характерным сечениям балок пропорционально приращению нагрузки вплоть до напряжений в арматуре ($0,8—0,9$) σ_T . Полные прогибы балок, замеренные индикаторами, оказались ниже прогибов, вычисленных по опытным кривизнам. Это объясняется влиянием деформаций приопорных участков и раскрытием наклонных трещин при воздействии перерезывающих сил, которые не учитывались при определении прогибов по кривизне. Полные прогибы испытанных балок оказались меньше расчетных в среднем на 15%. Характерный график прогибов по середине пролетов балок приведен на рис. 3. Применение внешнего полосового армирования увеличило опытный момент трещинообразования, который оказался на 10—15% выше расчетного.

Для строительства экспериментального здания во Львове ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов при участии ПИ-3, Львовского филиала НИИСМИ и Львовского политехнического института разрабатывает рамный каркас с сеткой колонн 12×12 м, основными элементами которого являются панели перекрытия 2Т, ригели с внешним

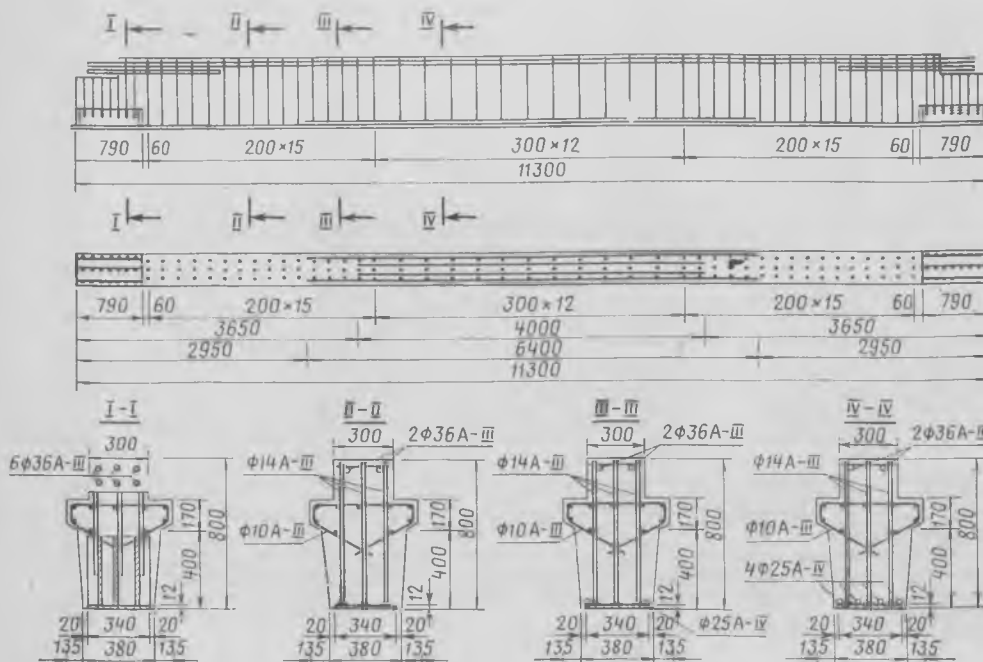


Рис. 4. Армирование ригеля и стык ригеля с колонной

полосовым армированием пролетом 12 м и колонны сечением 40×60 см.

На основании проведенных исследований запроектирован преднапряженный неразрезной сталебетонный ригель с внешним полосовым армированием, расчет которого выполнен без статического расчета рамы здания, в связи с чем опорные моменты условно приняты по соотношению жесткости колонн и ригеля. Пролетные моменты ригеля вычислены исходя из загрузки ригеля равномерно распределенной суммарной нагрузкой интенсивностью 180 кН/м без учета собственной массы. Опалубочные размеры ригеля и стык ригеля с колонной оставлены аналогичными серии 1.420-6 (рис. 4).

В преднапряженных железобетонных ригелях, армированных стержневой арматурой, изменение площади сечения рабочей арматуры по длине конструкции с целью экономии стали выполняется редко в связи со сложностью напряжения оборванных стержней. Значительный экономический эффект достигается при использовании полосовой арматуры в комбинации со стержневой, т.е. напряженного пакета. При этом можно подобрать рациональное сечение пакета и обеспечить более надежную анкеровку полосовой арматуры вследствие того, что один из элементов пакета — стержни, приваренные к полосе, будут находиться в бетоне изделия. С учетом этого нижнюю часть ригеля армировали пакетом, что дало возможность часть арматуры не доводить до опоры. В связи с переменным сечением пакета по длине элемента максимальное натяжение σ_0 в сечении непостоянно. Так в приопорных участках, где сечение листовой арматуры уменьшено, величина наибольшего напряжения была принята $0,95 R_d^H$, в то время как в зоне максимального момента ($0,4—0,65$) R_d^H .

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что балки со смешанным армированием обладают большей трещиностойкостью по сравнению с армированными только полосовой арматурой.

Арматурный пакет в конструкции ригеля запроектирован из листовой гладкой стали 12×340 мм марки 12Г2СМФ с расчетным сопротивлением 515 МПа и четырех стержней периодического профиля $\varnothing 20$ мм А-IV с расчетным сопротивлением 520 МПа.

Монолитность сталебетонного сечения обеспечивается в основном анкерами-стержнями и жесткими упорами в торце полосового арматурного элемента. Размеры торцевых упоров рассчитаны на передачу 75% усилия преднапряжения. Конструкция торцевого упора, имеющая две площадки смятия, исключает раскалывание бетона. Гибкие стержневые анкера расположены в три ряда и крепятся к полосовой арматуре электродуговой сваркой под слоем флюса.

Опорный момент воспринимается шестью стержнями $\varnothing 26$ мм А-III, из которых два идут по длине ригеля, остальные обрываются в пролете. Возможно также применение на приопорных участках для восприятия опорного момента полосовой арматуры.

В настоящее время на многих заводах ЖБИ имеются полуавтоматические стан-

ки для выполнения приварки стержней к листу под слоем флюса. Их использование снижает трудоемкость изготовления каркасов с листовой сталью.

Экономичность конструкции не определяется только удачным решением сечения. Не менее важным являются технологичность изготовления, удобство монтажа и низкие эксплуатационные расходы. Сталебетонные конструкции по сравнению с железобетонными проще в изготовлении. Применение внешнего армирования исключает многорядное расположение стержней и облегчает процесс бетонирования. Выпуск пространственного каркаса для сталебетонных конструкций не увеличивает трудоемкость изготовления обычных пространственных каркасов. По удобству монтажа сталебетонные элементы также превосходят железобетонные. Наличие на гранях конструкции листовой арматуры позволяет отказаться от устройства специальных закладных деталей для крепления элементов каркаса здания, ограждающих конструкций, а также технологически необходимых коммуникаций.

Недостатки сталебетонных конструкций с внешним полосовым армированием заключаются в низкой огнестойкости и коррозии внешней арматуры. Для их устранения Львовским филиалом НИИ-СМИ совместно с НИИЖБ изучена огнестойкость конструкций различного назначения с использованием вспучивающихся огнезащитных покрытий, составы которых разработаны Львовским филиалом НИИ-СМИ. Проведенные испытания показали высокую эффективность покрытий, их технологичность и низкую стоимость. Одновременно покрытия выполняют антикоррозионные защитные функции.

В таблице приведены показатели производственной себестоимости и трудоемкости ригелей. Расчет себестоимости и трудоемкости произведен согласно Руководству [4]. Установлено, что замена железобетонного ригеля сталебетонным с внешним полосовым армированием позволяет получить экономию стали 15%, снизить трудоемкость изготовления на 22,3% и расчетную себестоимость на 38,95 р.

В 1984 г. запланировано изготовить и испытать фрагмент из 12-метрового ригеля под нагрузку 180 кН/м и обрезков колонн, что позволит проверить технологичность изготовления натурной конструкции с напрягаемым пакетом, изучить особенности ее работы и соответствующие расчетным предпосылкам, полученным при исследовании моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименко Ф. Е., Гайдаш Н. Я. Экспериментальные исследования сталебетонных балок с армированием растянутой и сжатой зон листовой сталью. — Львов: изд-во Львовского университета, 1973.
2. Клименко Ф. Е., Шеховцов А. Д. Прочность, деформативность преднапряженных сталебетонных балок и их опытное применение. — Бетон и железобетон, 1974, № 6.
3. Клименко Ф. Е., Барабаш В. М. Прочность, деформативность и экономические возможности преднапряженных сталебетонных балок с внешней листовой арматурой периодического профиля. — Бетон и железобетон, 1978, № 5.
4. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования. Конструкции промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1976.

Бетоны

УДК 691.327:666.972.53

Ф. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ),
Н. Н. ЯНБЫХ, Е. В. МИЛЕНИНА, инженеры,
В. С. ЦВЕТКОВ, канд. техн. наук (СКТБ Главбамстроя)

Морозостойкие бетоны на мелких песках с химическими добавками

Высокая морозостойкость бетона на мелких песках может быть достигнута при использовании жестких бетонных смесей [1].

В СКТБ Главбамстроя проводили исследование бетонов марки М300 и морозостойкости Мрз 300 на мелких и очень мелких песках при подвижности бетонной смеси 1—3 см. Для улучшения этих свойств изучали эффективность введения в состав бетона некоторых добавок и замены части песка отсевом камнедробления.

Прочность и морозостойкость бетонов определяли на образцах-кубах трех серий с ребром 10 см, изготовленных на разных цементах (табл. 1).

Таблица 1

№ серии	Нормальная густота, %	Активность по ГОСТ 310.4—76 в возрасте 23 сут, МПа, при		Завод-изготовитель цемента
		изгибе	сжатии	
1	27	7,8	44,6	Белгородский
2	26,25	6,7	34,8	То же
3	27,5	7,3	41,2	Темлюйский

В качестве крупного заполнителя в образцах первых двух серий использовали щебень крупностью 5—25 мм Игнатопольского карьера объемной массой 1,44 г/см³, плотностью 2,73 г/см³; в третьей — гранитный щебень крупностью 5—25 мм карьера 291 км трассы БАМа объемной массой 1,53 г/см³, плотностью 2,76 см³.

В качестве мелкого заполнителя использовали мелкие пески шести проб и отсева камнедробления (табл. 2). Последние добавляли в очень мелкие пески в количестве 35%, в мелкие — 25%. Для улучшения свойств бетонной смеси и бетона применяли комплексную добавку 0,2% СДБ+0,01% СНВ и суперпластификатор 0,4—1,2% С-3.

Рассчитывали и подбирали составы бетонов марки М200 и М300 на мелких песках с укрупняющей добавкой и химическими добавками (табл. 3). Бетонные смеси готовили в смесительной принуди-

тельного перемешивания. Подвижность их определяли по ГОСТ 10181—81. Образцы формовали на стандартном вибростоле в течение 45—60 с. До испытания их хранили в ваннах с гидравлическим затвором. На прочность образцы испытывали в возрасте 28 сут по ГОСТ 10180—78, на морозостойкость — по ГОСТ 10060—76.

Результаты испытаний бетонов марки М300, подобранных на мелких и очень мелких песках с укрупняющей добавкой (отсевами камнедробления) и химическими добавками (табл. 3 и 4) свидетельствуют о высокой их морозостойкости. Подавляющая часть образцов выдержала 300 циклов замораживания-оттаивания. Образцы практически не имели повреждений. У образцов только двух серий снизилась прочность более чем на 15% (16 и 24%), у остальных это снижение не превышало 11%. Данные по бетону марки М200 аналогичны.

При введении в бетон добавки СДБ+СНВ (см. табл. 3) резко повышается морозостойкость. На мелких песках при одинаковой подвижности смеси, расходе цемента 342—391 кг/м³ и В/Ц=0,51—0,52 на мелких песках с $M_{кр} = 1,56—1,89$ подмосковных карьеров морозостойкость Мрз 300 не достигается. Введение комплексной добавки СДБ+СНВ позволяет получить требуемую марку по морозостойкости, в том числе при пониженном на 8—10% расходе цемента и В/Ц, сниженном до 0,47—0,48. Худшие результаты получены на природном мелком песке Люберецкого карьера с $M_{кр} = 1,18$.

Введение отсева, получаемого при дроблении гранита, повышает морозостойкость бетонов на песках № 2 и № 3 до 0,92 и 0,82 соответственно. В то же время на мелком песке Люберецкого карьера (№ 1) морозостойкость осталась низкой и образцы не выдержали испытания на 300 циклов. Образцы с добавкой гранитного отсева и СДБ+СНВ имеют коэффициент морозостойкости свыше 0,90.

Таблица 2

№ пробы пещка	Название карьера	M _{кр}	Плотность, г/см ³	Плотность насыпная, г/см ³	Содержание пылевидных, глинистых и илстых частей, %	Водопоглощение, %	Частные остатки на ситах, %					Пройдет через сито 0,14%
							Полные остатки на ситах, %					
							2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
1	Люберецкий	1,18	2,64	1,39	0,80	13,0	—	—	0,1	26,9	66,8	6,2
2	Домодедовский*	1,56	2,62	1,41	0,85	11,0	—	—	—	60,2	34,2	5,6
3	Купавинский*	1,62	2,62	1,40	1,79	10,5	—	—	—	60,2	94,4	4,8
4	Дмитровский*	1,89	2,63	1,56	1,60	9,5	—	—	16,0	59,0	24,0	1,0
5	305 км трассы БАМа непромытый	0,93	2,71	1,57	21,50	13,5	1,5	3,8	3,8	15,2	28,3	47,4
6	То же, промытый	1,11	2,65	1,51	3,10	12,8	1,5	5,3	9,1	24,3	52,6	35,9
7	Отсевы камнедробления карьера 291 км трассы БАМа	3,30	2,78	1,59	4,76	—	3,7	3,9	4,0	12,6	39,9	10,0
							29,6	24,0	18,0	14,6	3,8	
							29,6	53,6	71,6	86,2	90,0	

* Пески получены путем отсева крупных фракций.

Таблица 3

Цемент	№ пробы песка	Расход цемента, кг/м ³	В/Ц	R ₂₈ , МПа	K _{мрз} после 300 циклов
Белгородский М500	№ 1	391/355	0,51/0,51	34,4/38,7	Образцы разрушались/0,985
	№ 1+35% № 7	361/324	0,525/0,49	37,1/35,0	То же/0,85
	№ 2	369/337	0,52/0,475	32,6/29,3	0,45/0,92
	№ 2+25% № 7	342/310	0,515/0,475	32,8/30,0	0,91/0,85
	№ 3	353/322	0,52/0,47	38,0/36,6	0,39/0,94
Темлюйский М400	№ 3+25% № 7	325/295	0,535/0,465	36,9/30,0	0,82/0,855
	№ 4	368/337	0,525/0,485	33,1/35,1	0,255/0,88
	№ 5	343/—	0,61/—	31,5/—	0,21/—
	№ 5	416/—	0,51/—	40,7/—	0,59/—
	№ 6	416/377	0,48/0,51	35,9/34,1	0,44/1,0
	№ 6+35% № 7	383/344	0,54/0,465	37,0/31,0	0,45/0,85

Примечания: 1. Подвижность бетонной смеси 1—3 см. Содержание песка в составах бетона 545—355 кг/м³, щебня 1245—1325 кг/м³. 2. Перед чертой для бетонов без добавки, после черты — с добавкой 0,2% СДБ+0,1 СНВ

Таблица 4

№ пробы песка	Содержание добавки, %	Расход цемента, кг/м ³	В/Ц	R ₂₈ , МПа	K _{мрз} после 300 циклов
№ 1	0,9	391/313	0,50/0,575	32,7/32,8	0,44/0,855
№ 1	0,6	—/332	—/0,535	—/30,3	—/0,87
№ 2	0,6	369/295	0,52/0,53	33,6/30,2	0,65/0,85
№ 3	0,6	343/282	0,475/0,48	31,6/29,8	0,43/1,00
№ 4	0,4	345/293	0,535/0,545	30,1/32,2	0,72/0,885
№ 6	0,75	395/315	0,46/0,475	34,9/41,3	0,45/0,855
№ 6	1,2	—/288	—/0,52	—/40,8	—/0,89

Примечание. Перед чертой для бетонов без добавки, после черты — с добавкой С-3.

Особый интерес представляют данные, полученные для бетонов на заполнителях с трассы БАМа. Бетон на непромытом мелкозернистом песке (проба № 5) показал низкую морозостойкость. Промывка песка несколько повысила морозостойкость бетона, однако марка Мрз 300 не достигается. Не дает нужного эффекта и повышение расхода

цемента до 416 кг/м³. При уменьшенном на 10% расходе цемента высокая морозостойкость получена при введении в состав бетона на этом песке комплексной добавки СДБ+СНВ.

Введение в бетонную смесь суперпластификатора С-3 (см. табл. 4) позволяет сократить расход цемента на 20% и получить заданную марку бето-

на по морозостойкости Мрз 300. Особенно снижается расход цемента (на 27%) при введении в состав бетона 1,2% С-3. Известно [2, 3], что эта добавка может или повышать морозостойкость, или не влиять на нее. Это зависит от воздухововлечения в бетон нестабильного для отдельных партий суперпластификатора. Повышение морозостойкости бетона, отмеченное в испытаниях при практически неизменном В/Ц, объясняется упорядочением структуры цементного камня, увеличивающим непроницаемость бетона [4], а также уменьшением общего объема цементного камня. Это повышает стойкость структуры бетона к многократному попеременному замораживанию и оттаиванию [5].

Выводы

На мелких и очень мелких песках можно получать бетоны марки М300 с морозостойкостью Мрз 300 без перерасхода цемента путем введения добавок СДБ+СНВ или С-3+СНВ, а также обогащения песка отходами дробления. Введение добавок повышает морозостойкость бетонов на этих песках в 2—3 раза.

Промывка мелкого песка, содержащего значительное количество примесей, повышает морозостойкость бетона, однако введение добавок эффективнее.

В результате использования мелких песков для приготовления бетонов марки М300 при морозостойкости Мрз 300 получен экономический эффект только в результате снижения расхода цемента до 3 р. на 1 м³ бетона. Дополнительный эффект достигается при увеличении сроков службы таких бетонов в суровых условиях трассы БАМа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Крекшин В. Е. Морозостойкость бетона на очень мелких песках при введении суперпластификатора С-1 и смолы нейтральной воздухововлекающей (СНВ). — В кн.: Бетоны с эффективными суперпластификаторами. — М.: НИИЖБ, 1979.
- Гладков В. С., Виноградова Э. А. Высокопрочные бетоны с добавками суперпластификаторов для морских гидротехнических сооружений. — В кн.: Бетоны с эффективными суперпластификаторами. — М.: НИИЖБ, 1979.
- Зинина Е. А. Коррозионная стойкость бетонов с суперпластификатором. — В кн.: Исследования и применение бетонов с суперпластификаторами. — М.: НИИЖБ, 1982.
- Долгополов Н. Н., Комодский В. Н., Чумаков Ю. М. и др. Модифицирующее воздействие суперпластификаторов «10-03» и «30-03» на строительно-технические свойства бетона. — В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Повышение качества и эффективности изготовления бетонных и железобетонных конструкций за счет химических добавок». — М.: НТО стройиндустрии, 1981.
- Горчаков Г. И., Орендлихер Л. П., Савин В. И. и др. Состав, структура и свойства цементных бетонов. М.: Стройиздат, 1976.

УДК 691.87-427:666.9-462

Б. З. ЛИВШИЦ, А. Д. ПРОКОПОВИЧ, В. В. СКОРИНА, Н. И. ТАНИЧ
(Минский филиал КТБ Стройиндустрия)

Установка для изготовления арматурных каркасов железобетонных труб

Установка предназначена для изготовления арматурных каркасов железобетонных безнапорных труб типов РТ, РТП, РТПБ, РТПС, ФТ и ФТП диаметрами 1000, 1200, 1400, 1600 и 2000 мм с полезной длиной до 5 м по ГОСТ 6482.0—79 и 6482.1—79.

Типы изготавливаемых каркасов, их основные размеры, время изготовления одного каркаса и производительность установки приведены в таблице.

Установка (рис. 1) разработана на базе машины 736/1, спроектированной КБ по железобетону Госстроя РСФСР. Проведенная модернизация машины позволила увеличить производительность на 8—10%, снизить массу установки на 500 кг и массу одной единицы (сварочного барабана или тянущей планшайбы) комплекта сменной оснастки в среднем на 30 кг; уменьшить габариты установки по длине на 0,5 м,

ширине — на 0,94 м, высоте — на 0,97 м; улучшить условия эксплуатации путем обеспечения свободного доступа в зону сварочного барабана при зарядке установки продольными стержнями.

В установке по аналогии с машиной 736/1 применен принцип поступательно-вращательного движения продольных стержней каркаса, заранее заготовленных на требуемую длину, с одновременной навивкой на них с заданным шагом спиралей и автоматической точечной сваркой пересечений проволоки.

В нее внесены некоторые конструктивные улучшения. В приводной планшайбе уменьшено расстояние от опорной плоскости до оси вращения сварочного барабана, что значительно уменьшает размеры рамы планшайбы и ее массу. Уменьшение высоты установки до удобного для обслуживания уровня позволило также отказаться от специальных площадок для оператора в местах управления установкой и заправки ее продольной арматурой. Кроме того, в приводах планшайбы и тянущей тележки применены более устойчивые в работе многоскоростные асинхронные двигатели вместо двигателей постоянного тока с тиристорным управлением, требующих высокой квалификации обслуживающего персонала. Для повышения надежности работы привода планшайбы введена ременная передача, увеличен диаметр поверхности качения опорных катков.

Анализ технологии изготовления армокаркасов труб на некоторых заводах страны показал, что частоту вращения сварочного барабана, а следовательно, и машинное время, можно увеличить в среднем на 25%. За счет этого выбраны более рациональные режимы работы установки.

В тележке перекомпонован привод. Ведущей выполнена задняя ось, что позволило укоротить на 1,7 м верхние направляющие пути тележки со стороны сварочного барабана и тем самым обеспечить свободный доступ в его зону. В результате улучшились условия для зарядки стержней в приводную планшайбу.

Значительно упрощена конструкция сварочного агрегата. Исключен продольный суппорт, изменены конструкции сварочной головки, привода электрода для сварки растробной части каркаса, рамы агрегата, крепления электродов, датчика.

В сварочной головке литой корпус заменен сварным. Электрод на электродержателе можно быстро заменить. Охлаждается электрод водой,

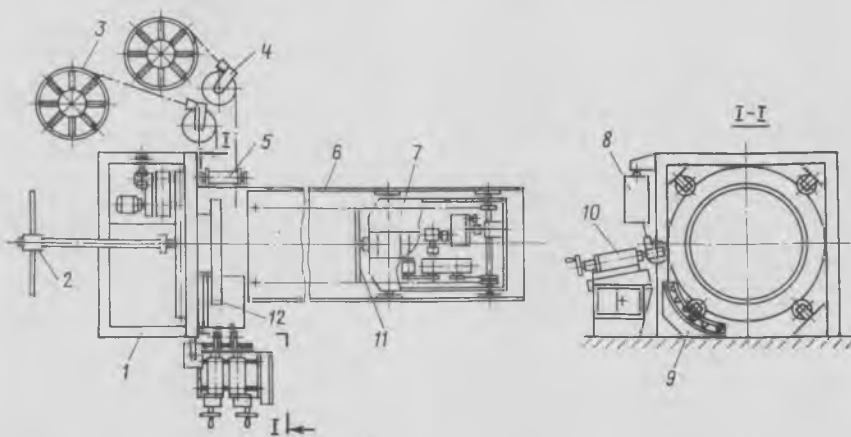


Рис. 1. Установка для изготовления арматурных каркасов

1 — приводная планшайба; 2 — поддерживающее устройство; 3 — бухтодержатель; 4 — отклоняющее устройство; 5 — отклоняющие ролики; 6 — направляющая для тележки; 7 — тележка; 8 — трансформатор; 9 — направляющее устройство; 10 — сварочный агрегат; 11 — тянущая планшайба; 12 — сварочный барабан

Диаметр условного прохода трубы, мм	Тип трубы	Диаметр раструбовой части каркаса, мм	Диаметр цилиндрической части каркаса, мм	Шаг спирали, мм	Машинное время, мин	Время изготовления одного каркаса, мин	Производительность установки в смену
1000	РТ, РТП РТПБ, РТПС	1390	—	70/90	7,4/6,4	16/14	30/33
1000	ФТ, ФТП	—	1140	70/90	5,8/4,6	13/11	38/43
1000	Внутренний	—	1036	70/90	5,8/4,6	13/11	38/43
1200	РТ, РТП РТПБ, РТПС	1628	—	75/125	9,5/6,5	20/15	24/29
1200	ФТ, ФТП	—	1358	75/125	8,0/5,0	17/14	29/35
1200	Внутренний	—	1250	75/125	8,0/5,0	17/14	29/35
1400	РТ, РТП, РТПБ, РТПС	1828	—	60/90	11,2/8,0	23/19	21/24
1400	ФТ, ФТП	—	1558	60/90	9,9/7,0	20/17	24/27
1400	Внутренний	—	1450	60/90	9,9/7,0	20/17	24/27
1600	РТ, РТП, РТПБ, РТПС	2068	—	50/80	15,8/12,8	27/22	18/21
1600	ФТ, ФТП	—	1778	50/80	15,8/12,8	27/22	18/21
1600	Внутренний	—	1650	50/80	15,8/12,8	27/22	18/21
2000	РТ, РТП, РТПБ, РТПС	2514	—	55	13,0	26	19
2000	ФТ, ФТП	—	2194	55	13,0	26	19
2000	Внутренний	—	2066	55	13,0	26	19

которая собирается в лотке, расположенном под электродом и закрепленном на электродержателе. С лотка она отводится в систему оборотного водоснабжения. Вертикальное расположение кронштейна для крепления направляющей втулки для подвода проволоки под электрод заменено горизонтальным. Кроме того, кронштейн регулируется в осевом направлении.

Обе сварочные головки выполнены подвижными в направлении оси изготовляемого каркаса. Привод одного электрода, положение которого изменяется только при переналадке установки на изготовление каркаса с другим шагом спирали,— ручной, а привод другого для сварки раструбной части каркаса — механический.

Датчик для подачи сигналов на включение сварки выполнен с главным подводом рычага, взаимодействующего с конечным выключателем, к втулкам сварочного барабана. Подвод осуществлен ременной передачей. Рычаг установлен на поворотной вокруг горизонтальной оси рейке, что позволяет плавно регулировать момент подачи сигнала на включение сварки.

Легкость заправки проволоки для спиральной арматуры в установку обеспечивается изменением конструкции устройств для подвода проволоки под электроды, а также тормозными устройствами бухтодержателей.

Более рациональный и удобный пульт управления для безопасности вынесен из зоны сварки, а элементы управления приводами установки, используемые только для переналадки, вынесены на панель двери шкафа управления. Введены также дополнительные посты управления приводом планшайбы в местах заправки установки продольными стержнями.

В состав комплекта сменных частей входят сварочные барабаны и тянущие планшайбы. Для каждого диаметра изготовляемого каркаса предусмотрены сварочный барабан и тянущая планшайба. Всего в комплекте 10 сварочных барабанов и 19 тянущих планшайб.

В процессе отладки на Краснодарском опытно-механическом заводе Мехпромстрой в конструкцию установки внесены некоторые изменения. Так, зажим стержней в тянущей планшайбе непосредственно канатом от винтового механизма заменен сложным, но более надежным зажимом рычагами, проводимыми в действие канатом от пневмоцилиндра, расположенного на планшайбе.

В ручной привод для перемещения электродов введена зубчатая передача, снижающая усилие на ручке маховика до регламентированной стандартом. Частично изменена конструкция сварочного электрода, контакта, лотка для сбора охлаждающей воды, кронштейна для направляющей втулки и других деталей агрегата. Эти доработки повысили надежность работы установки, качество сварки и улучшили условия для ее эксплуатации.

Работа установки предусмотрена в наладочном режиме, режиме прихватки и автоматическом. В наладочном режиме предусмотрено ручное управление механизмами. В режиме прихватки производится точечная приварка концов проволоки к продольному стержню в

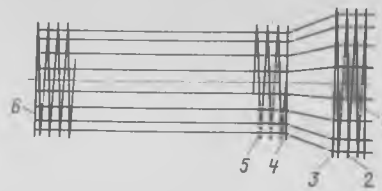


Рис. 2. Раструбный каркас

1 — первое кольцо раструба; 2 — основные витки спирали раструба; 3 — замыкающее кольцо раструба; 4 — первое кольцо цилиндра каркаса; 5 — основные витки спирали цилиндра каркаса; 6 — замыкающее кольцо цилиндра каркаса

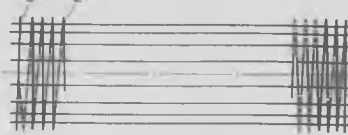


Рис. 3. Безраструбный каркас

1 — первое кольцо цилиндра каркаса; 2 — основные витки спирали каркаса; 3 — замыкающее кольцо цилиндра каркаса

начале сварки. В автоматическом режиме электродом сваривается раструб каркаса, а затем остальная (цилиндрическая) часть.

При изготовлении раструба сваривается первое кольцо (рис. 2), основные витки спирали, замыкающее кольцо, электрод переводится на повышенной скорости в положение начала сварки первого кольца цилиндра каркаса. При автоматическом режиме начальное кольцо цилиндра сваривается одним электродом, основные спирали каркаса — двумя, и замыкающее кольцо — одним.

При изготовлении безраструбного каркаса (рис. 3) в автоматическом режиме первое кольцо цилиндра сваривается одним электродом, основные спирали каркаса — двумя, замыкающее кольцо — одним.

Установка работает следующим образом. С бухтодержателей вручную снимают крышки и краном устанавливают бухты проволоки для спиральной арматуры, после чего крышки вновь надевают и фиксируют. Концы проволоки заводят в отклоняющее и направляющее устройства, затем вставляют в направляющие втулки, расположенные под электродами, и фиксируют в них. Во втулки сварочного барабана поочередно вставляют мерной длины стержни для каркаса со стороны тележки. При этом сварочный барабан периодически приворачивают на требуемый для загрузки угол нажатием кнопки, расположенной на кронштейне. Прямые стержни можно вставлять в сварочный барабан со стороны поддерживающего устройства. Проворот сварочного барабана производится в этом случае нажатием на кнопку, расположенную на задней стороне рамы приводной планшайбы. Затем стержни поочередно вставляют в отверстия тянущей планшайбы и концы их подводят под концы рычагов, которыми они прижимаются к планшайбе. Рычаги зажимают пневмоцилиндром. Поддерживающее устройство вручную отодвигают в край-

нее левое положение, а тележка перемещается в положение начала сварки.

При изготовлении раструбного каркаса под электрод для сварки раструба подводится проволока и прижимается к сварочному барабану тянущей планшайбы. Второй электрод без проволоки прижимается к сварочному барабану приводной планшайбы и в режиме прихватки конец проволоки для спиральной арматуры приваривается к продольному стержню. Далее в автоматическом режиме одним электродом сваривается раструб и электрод переводится в положение начала сварки цилиндра каркаса. Затем электрод, которым сваривалась раструбная часть каркаса, вручную прижимают к сварочному барабану, установленному на приводной планшайбе, и сваривают первое кольцо цилиндра. После этого проволоку подводят под второй электрод, прижимают к сварочному барабану и приваривают к продольному стержню. В дальнейшем в автоматическом режиме сваривают каркас двумя электродами, замыкающее кольцо — одним и обрезают проволоку.

После изготовления каркас движением тележки стягивают со сварочного барабана, зачищают краном или другим грузоподъемным механизмом, освобождают в тянущей планшайбе, снимают с нее и транспортируют на пост сборки.

Наружные и внутренние каркасы фальцевых труб изготовляют аналогично цилиндрической части каркасов с раструбами.

Техническая документация на установку разработана Минским филиалом КТБ Стройиндустрия. Краснодарский опытно-механический завод изготовил и отправил на заводы первые установки.

Для обеспечения высоких технико-экономических показателей установок Минский филиал КТБ Стройиндустрия занимается совершенствованием технологии изготовления каркасов труб большого диаметра и созданием нового оборудования. Предусматривается комплектация производственного участка двумя установками для сварки каркасов, устройством для гибки продольных стержней, стендом для сборки каркасов и оборудованием для их складирования.

Новые книги Стройиздата

Бондаренко С. В. Теория сопротивления строительных конструкций режимным нагрузениям. — М.: Стройиздат, 1984.

Баженов Ю. М., Комар А. Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. Учеб. для вузов. — М.: Стройиздат, 1984.

Использование показателя нормативной чистой продукции в планировании деятельности промышленности предприятий строительной индустрии / А. Д. Деминов и др. — М.: Стройиздат, 1984.

В. И. ОСТРОМОГОЛЬСКИЙ, Б. В. ЖАДАНОВСКИЙ, кандидаты техн. наук (ЦНИИОМТП); Л. М. ПОРТУГАЛЬСКИЙ, инж. (Славянский 3-д строительных машин)

Механическая пластификация транспортируемых бетонных смесей и подбор их состава

При производстве монолитных бетонных работ смеси перевозят автотранспортом на значительные расстояния, иногда до 100 км [1]. Для этого служат автобетоносмесители, транспортирующие сухую смесь. Однако из-за высокой стоимости, необходимости высушивания заполнителей и невозможности обеспечения сухого барабана автобетоносмесителя после очередного рейса данный способ применяется редко. Кроме того, СНиП III-15-76 ограничивает время транспортировки сухих смесей в автобетоносмесителях 30 мин. Поэтому обычно автобетоносмесители перевозят готовую смесь, постоянно перемешивая ее для сохранения однородности. Проведенные ЦНИИОМТП испытания, а также обширная мировая практика свидетельствуют о том, что при этом существенно снижается подвижность бетонных и растворов смесей. В связи с этим в нашей стране и за рубежом были проведены эксперименты с добавлением воды или специальных пластификаторов. Эти способы требуют применения высокопрочной дозирующей аппаратуры и в некоторых случаях отрицательно сказываются на свойствах приготовленных смесей и бетонов [2].

В связи с этим появилась необходимость разработки способа доставки готовых смесей, позволяющего механически пластифицировать их без введения каких-либо дополнительных ингредиентов.

Пластификация предполагалась достигнуть благодаря кратковременному высокоскоростному периодическому перемешиванию, значительно повышающему градиент относительного сдвига слоев бетонной смеси и снижающему эффективную вязкость смеси. Одновременно необходимо было установить влияние различных способов доставки

бетонных смесей с перемешиванием на подвижность и прочность приготовляемых бетонов и керамзитобетонов.

Исследования осуществляли в три стадии. На первой определяли режимы перемешивания, необходимые для восстановления однородности бетонной смеси, перевозимой в течение 2 ч без перемешивания, на второй — влияние на свойства однократного перемешивания. На третьей проводили оптимизацию режимов доставки с периодическим перемешиванием.

Редуктор вращения барабана С-1036 серийного автобетоносмесителя доукноплектовали съемной шестерней с 36 зубьями, что вместе с штатной шестерней позволило довести диапазон скоростей вращения барабана ω до 2—24 об/мин. Для исследований использовали смеси марок М100—М400 подвижностью 6—12 см, содержавшие нормально, быстро и медленно схватывающиеся цементы.

Установлено, что время, необходимое для восстановления однородности транспортируемых готовых тяжелых бетонных смесей, равно 5 мин, керамзитобетонных смесей — 1 мин. При этом среднеквадратические отклонения показателей подвижности смесей, содержания в них заполнителей, предела прочности при сжатии и плотности изготовленного из них бетона оказались минимальными. Результаты экспериментов по определению динамики подвижности тяжелых бетонных смесей представлены на рис. 1.

Экспериментально установлено, что доставка смесей с постоянным перемешиванием со скоростью 4,12 и 24 об/мин снижает подвижность по сравнению с перевозкой без перемешивания в среднем на 10—30, 25—50 и 40—80%, что сокращает допустимое время транспортировки на 8—10, 15—17 и 25—45%.

При перевозке же смесей с периодическим перемешиванием происходит их пластификация, прямопропорциональная скорости вращения барабана автобетоносмесителя. При этом отмечалось, что большая степень пластификации достигается в том случае, когда время перевозки до очередного n -го цикла перемешивания T_n соответствует времени снижения исходной подвижности аналогичной выдерживаемой «на бойке» смеси примерно в 2^n раза ($T_{O.K.2-n}$).

Дальнейшие исследования показали, что если 1, 2, 3, 4 и т. д. циклы перемешивания T_n не постоянны, а составляют для тяжелых смесей 5, 7, 9, 11 и т. д. мин, а для керамзитобетонных 7, 9, 11 и 13 мин, то эффект пластификации может увеличиться еще на 10—20% (рис. 2).

Получение бетонных смесей, обладающих максимальной пластичностью, возможно при вращении смесительного барабана со скоростью не менее 16—18 об/мин. При скорости 10—16 об/мин целесообразно использовать режимы, близкие к режимам с максимальной пластификацией.

Условие доставки смеси с максимальной пластификацией

$$\left. \begin{aligned} T_n &= T_{O.K.2-n}; \\ T'_n &= 3,85 \alpha (1,3 \dots 1,35)^n; \\ 24 &\geq \omega \geq 18, \end{aligned} \right\} (1)$$

где $\alpha=1$ для тяжелых бетонных смесей; $\alpha=1,35$ для керамзитобетонных смесей.

Условие доставки тяжелой смеси в близком к оптимальному режиму

$$\left. \begin{aligned} T_n &= T_{O.K.2-n}; \\ T_n &= 5; \\ 24 &\geq \omega \geq 16. \end{aligned} \right\} (2)$$

При доставке керамзитобетонных смесей $T_n = 7$ мин.

Результаты испытаний бетонных образцов, изготовленных из транспортированных с перемешиванием смесей, свидетельствуют о том, что предел прочности полученных из них бетонов выше, чем у бетонов из неперевоженных смесей.

Использование эффекта пластификации снижает расход цемента на 10—15 для обычных и на 20—30 кг для жирных смесей на каждый перевозимый м³ и повышает длительность транспортирования по сравнению с перевозками

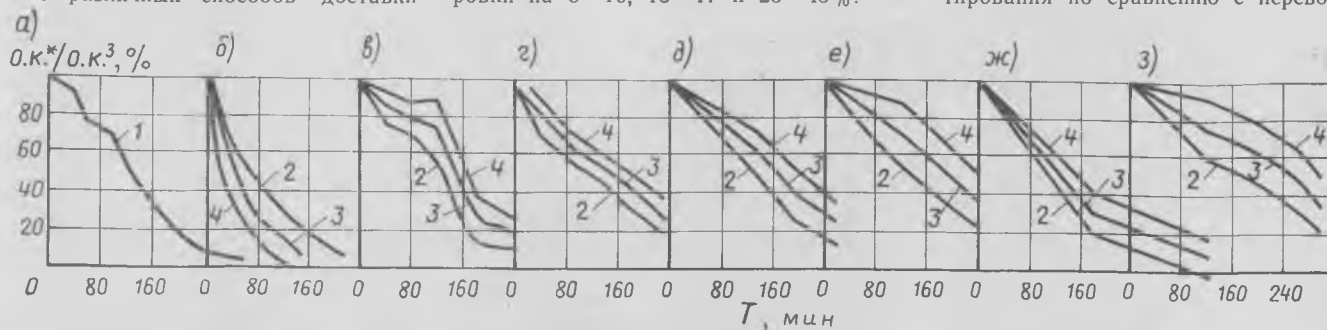


Рис. 1. Относительное изменение подвижности доставляемой тяжелой бетонной смеси
 а — выдерживание «на бойке»; б — постоянное перемешивание при транспортировании; в — однократное перемешивание в конце доставки; г — периодическое 5-минутное перемешивание, длительность каждого периода доставки без перемешивания $T_0=20$ мин; д — то же, $T_0=60$ мин; е — то же, $T_0=120$ мин; ж — то же, $T_0=180$ мин; з — то же, T_0 — переменное, $T=T_{O.K.2-n}$
 1 — кинетика изменения подвижности смеси, выдерживаемой «на бойке» без перемешивания; скорость вращения барабана автобетоносмесителя: 2—4; 3—12; 4—24 об/мин

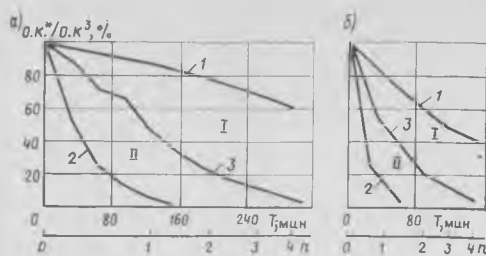


Рис. 2. Сравнительное изменение подвижности тяжелых бетонных (а) и керамзитобетонных смесей (б) доставляемых:

1 — с периодическим перемешиванием в оптимальном режиме; 2 — с постоянным перемешиванием $\omega = 24$ об/мин; 3 — при выдерживании «на бойке» без перемешивания. Зоны: I — пластификации смеси, $\Psi > 1$; II — интенсификации снижения подвижности смеси, $\Psi < 1$.

без перемешивания в 2—6 раз, а по сравнению с доставкой с постоянным перемешиванием в 5—10 раз. Благодаря пластификации смеси можно сэкономить $0,5\text{—}2,5$ р/м³.

Параметры, необходимые для пластификации смесей при транспортировке, учитывают при разработке серийно выпускаемых автобетоносмесителей СБ-127, СБ-159, АМ6ФН, а также бетоносмесителей-перегрузателей [3].

Для характеристики указанного эффекта вводится коэффициент пластификации Ψ , который является отношением подвижности смеси, доставляемой на объект с перемешиванием ($O.K.*$), к подвижности смеси, выдерживаемой в течение этого же времени «на бойке» или доставляемой в автобетоновозах ($O.K.^{\circ}$)

$$\Psi = \frac{O.K.*}{O.K.^{\circ}} \quad (3)$$

При оптимальных режимах доставки $\Psi = 6..9$; при однократном перемешивании в конце пути, реализуемой в бето-

носмесителях-перегрузателях, Ψ — до 3,5; при доставке с постоянным перемешиванием $\Psi < 1$.

Учитывая, что при перевозке бетонной смеси без перемешивания, в термоизолируемых автобетоновозах и автобетоносмесителях кинетика изменения ее подвижности ($O.K.^{\circ}$) примерно совпадает с кинетикой смеси, выдерживаемой «на бойке», т. е. $O.K.^{\circ} \approx O.K.^{\circ}$, формула (3) примет вид

$$\Psi = \frac{O.K.*}{O.K.^{\circ}} \quad (4)$$

Эффект пластификации необходимо учитывать при подборе состава транспортируемой с перемешиванием бетонной смеси. При этом первоначально определяют исходную заводскую подвижность ($O.K.^{\circ}$), а затем стандартными методами состав бетонной смеси.

Исходную подвижность устанавливают по разработанной ранее методике для смесей доставляемых без перемешивания [4] на основе формулы

$$O.K.^{\circ} = \frac{O.K.^{\circ}}{\eta \mu} \quad (5)$$

где η — функция потери подвижности, зависящая от длительности транспортирования; μ — коэффициент потери подвижности, зависящий от температуры среды.

Однако для расчета исходной подвижности смеси, доставляемой с перемешиванием, вместо $O.K.^{\circ}$ в формулу (5) подставляют модификацию зависимости (4)

$$O.K.^{\circ} = \frac{O.K.*}{\Psi} \quad (6)$$

Окончательное уравнение исходной подвижности смеси, доставляемой с перемешиванием,

$$O.K.^{\circ} = \frac{O.K.*}{\eta \mu \Psi} \quad (7)$$

Выводы

Процесс перемешивания доставляемой

бетонной смеси является радикальным средством воздействия на ее структуру и управление подвижностью. При этом может происходить как пластификация, так и загустевание бетонной смеси. Результат эффектов перемешивания обусловлен сочетанием тиксотропного разжижения смесей и повышения скорости диспергирования содержащихся в них частиц цемента, вызывающего интенсификацию гелеобразования.

Процесс управления подвижностью бетонных смесей может быть эффективно применен при транспортировке в автобетоносмесителях, повышает допустимую продолжительность доставки, снижает расход цемента и трудозатраты на бетонных работах. Периодическое перемешивание приводит к существенной пластификации смесей, прямо пропорциональной скорости вращения барабана автобетоносмесителя, а постоянное непропорциональному скорости вращения барабана загустеванию. Разработан способ оптимальной пластификации смеси в процессе транспортировки.

Создано оборудование, параметры которого позволяют механически существенно пластифицировать бетонные смеси в процессе транспортирования и после него.

Предложен метод определения исходных составов, доставляемых с перемешиванием бетонных смесей, и оценка изменения подвижности введением коэффициента пластификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Осипов А. Д. Транспортирование бетонной смеси на большие расстояния. — М.: Энергия, 1980.
- Ravina D. Retempering of prolonged-mixed concrete with admixtures in hot weather. — Journal American Concrete Institute, 1975, vol 72, № 6.
- Остромогольский В. Доставка бетонных смесей с пластифицирующим перемешиванием. — Строитель, 1982, № 4.
- Руководство по производству бетонных работ. — М.: Стройиздат, 1975.

УДК 624.073.7

Л. Н. ЮДИН, инж. (ВНИИ транспортного строительства)

Пластическая связь гибкого железобетонного покрытия

Для защиты по индустриальной технологии грунтовых откосов гидротехнических и транспортных сооружений от разрушения течением и волнами служат железобетонные покрытия из крупноразмерных сборных элементов. Изгибающие моменты, возникающие при технологических операциях и эксплуатации, снимаются линейными шарнирами с шагом $C = 0,3..0,75$ м в виде разрезки бетонного полотна на мелкие элементы. Автором предложены гибкие плитные и

решетчатые покрытия*, в линейных шарнирах которых расположены сталеполномерные пластические связи (рис. 1). Обычно это стальная арматура $\varnothing 5$ В-1 по ГОСТ 6727—80 покрытия, заключенная на участке 115 мм в оболочку толщиной 2 мм из термофотостабилизиро-

* А. с. № 251463. Л. Н. Юдин, И. Р. Петрашень, Г. З. Эленсон. Железобетонное покрытие откосов. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1969, № 27.

ванного полиэтилена высокой плотности базовых марок 207 и 208 по ГОСТ 16338—77. При отсутствии в период эксплуатации больших нагрузок в арматуре применяют полиэтилен низкой плотности по ГОСТ 16337—77. Оболочки образованы методом термопрессования. В них сталь обладает повышенной работоспособностью вследствие расширенной области пластических деформаций, уменьшенной кривизны при изгибе, защищенности от коррозии [1].

В предложенных гибких покрытиях применяют бетон марок М 300—М 400. Расход на 1 м² полиэтилена составляет 0,07 кг, а стали 1,3—3 кг, т. е. в несколько раз меньше, чем в аналогичных конструкциях.

Гибкие плиты толщиной 5—15 см на заводе ЖБК изготавливают площадью 12—20 м², монтируя затем из них карты покрытия необходимых размеров. На 1481 км трассы БАМа откосы на р. Нюкже укрепляли гибкими плитами толщиной 15 см, площадью 13,5 м² (рис. 2), максимальные деформации в которых возникали на транспортных операциях при изгибе по радиусу 2,5 м [2].

При защите подводного склона у причала в порту Рени на р. Дунай из плит толщиной 5 см площадью 20 м² собирали карту покрытия площадью более 300 м², наматывали ее на барабан диаметром 3 м и плавучим краном раскатывали под водой на глубину до 20 м (рис. 3). Гибкие решетчатые покрытия с глубиной ячеек 5—20 см монтируют из блоков площадью 10—20 м² с последующим заполнением ячеек щебнем, камнем. Блоки собирают, создавая плетеную неизменяемую структуру, из гибких гирлянд длиной 3—4,5 м, сечением 5×5...12×20 см, изготовленных на заводе ЖБК пакетным способом. На откосах подходящих насыпей к мосту через р. Днепр близ Херсона блоки площадью 20,25 м² (рис. 4) собирали из 12 гирлянд длиной 4,5 м сечением 7,5×20 см [3].

Четыре критерия работоспособности сталеполимерной пластической связи гибкого покрытия определяют его надежность в эксплуатационный период и при технологических операциях — усталостные разрушения, прорезание полиэтиленовой оболочки стальным стержнем, коррозионная стойкость стали в оболочке, морозостойкость бетона в зоне связи. Критерии изучали экспериментально на образцах-фрагментах конструкции в натуральную величину.

При свободной длине связи в линейном шарнире около 1—2 мм ее многократный изгиб на угол $\varphi=57,3 C/R$, максимальное значение которого не превышает 12°, сопровождается пластическими деформациями, усталостными явлениями в стали и полиэтилене. Снижение прочности стали от P_0 до P_n и трещинообразование в полиэтилене от числа циклов изгиба n в диапазоне температур $t=(20...-40)^\circ\text{C}$ характеризует работоспособность связи прежде всего при технологических операциях. Обычно суммарное число циклов изгиба с максимальными деформациями при угле $\varphi=12^\circ$ на всей технологической цепочке не превышает 30. Изучали три вида образцов — «голая» сталь, сталь в полиэтиленовой оболочке, бетонные фрагменты линейного шарнира размером 5×10×50 см со сталеполимерной связью. В автоматизированном устройстве, расположенном в морозильной камере, образцы подвергали изгибу с углами $\varphi=5...18^\circ$. Для образцов каждого вида при различных температурах и углах предельное число циклов изгиба n_p устанавливали по полному разрушению образца. Промежуточные значения прочности P_n от числа циклов n определяли на разрывной машине для стали и визуально для полиэтилена.

По результатам исследований более 800 образцов связей установлено:

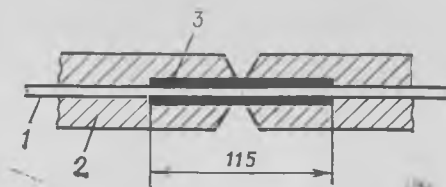


Рис. 1. Линейный шарнир с пластической сталеполимерной связью
1 — стальная арматура; 2 — бетон покрытия; 3 — полиэтиленовая оболочка

связь теряет прочность до $P_n=0,9 P_0$ (рис. 5) на первых циклах изгиба $n=(0,05...0,07)n_p$, прочность остается постоянной на этом уровне до $n=(0,6...0,8)n_p$ и затем резко падает с полным разрушением $P_n=0$ при n_p . Для арматуры диаметром 5 мм при $\varphi=18^\circ$ абсолютное значение числа циклов разрушения $n_p=650...700$ при $t=20^\circ\text{C}$;

для бетонного фрагмента линейного шарнира со связью в виде «голого» арматурного стержня число циклов разрушения n_p примерно в 2,5 раза меньше, чем для фрагмента со сталеполимерной связью;

в диапазоне изменения положительных температур от 20 до 0°С работоспособность n_p^+ сталеполимерной связи изменяется незначительно, являясь практически постоянной. При отрицательных температурах ($-20...-40)^\circ\text{C}$ работоспособность связей снижается соответственно до $n_p^{-20}=0,25 n_p^+$ и $n_p^{-40}=0,5 n_p^+$;

в полиэтилене на участке наибольшей относительной деформации поверхностная трещина вначале появляется на $1/5$ длины окружности оболочки, развиваясь до $4/5$ ее длины и $3/4$ толщины к моменту разрушения стального стержня. При температурах 20, 0, $-20, -40^\circ\text{C}$ начало появления трещин соответствует 300, 280, 100 и 50 циклам изгиба. При $\varphi=12^\circ$ трещины не образовывались.

При расположении гибкого покрытия на криволинейной выпуклой поверхности

грунта и наличии растягивающего (например, анкерного) усилия в связях, возникающая в них поперечная сила создает условия для прорезания стальным стержнем полиэтиленовой заделанной в бетон оболочки. В период эксплуатации существование таких условий длительное время может вызвать прорезание упруго-пластичного полиэтилена до предельного значения, равного толщине оболочки 2 мм, и в значительной степени снизить коррозионную защиту стали. Это явление рассматривали в ходе многолетних лабораторных экспериментов с образцами-фрагментами линейного шарнира, сталеполимерные связи которых растягивали с усилиями 2—5 кН на установках, задающих образцам изгиб по радиусу 1,5 м. Усилия соответствовали анкерным при опускании карты покрытия массой 150—200 кг/м² в разрыв глубиной до 4 м. Поперечные смещения стального стержня в полиэтиленовой оболочке бетоном измеряли часовыми мессурами относительно бетона.

За 18 лет напряженного состояния перемещения стальных стержней диаметром 5 мм в основном развивались в первые 2 года загрузки и достигали максимальных значений 0,1 мм. В последующие годы деформации практически стабилизировались, не превышая 0,01 мм в год. Можно предполагать, что за период эксплуатации (50 лет) даже в случае постоянного нагружения конструкции суммарные деформации не превысят 0,5 мм.

У полиэтилена — материала, содержащего парафин, — адгезия к бетону и стали незначительна. Пластическая связь, будучи заделанной концами в бетоне, может создавать при неплотном прилегании поверхностей условия для миграции влаги по контуру полиэтилен — бетон, приводящей к коррозии арматуры в самом бетоне и под полиэтиленовой оболочкой. Для исследования этого процесса во ВНИИ транспортного строительства с 1966 г. по настоящее время образцы сталеполимерной связи и бетонные фрагменты размером 5×5×50 см



Рис. 2. Изгиб плиты по цепной линии $R_{\text{мин}}=2,5$ м на строительстве БАМа



Рис. 3. Укладка покрытия под воду с барабана на р. Дунай



Рис. 4. Блок гибкой решетки подается на откос насыпи моста через р. Днепр в Херсоне

линейного шарнира подвергают воздействию водопроводной водой и 6%-ным раствором NaCl.

В этих средах две партии образцов выдерживали в режимах постоянного увлажнения и циклическом, при котором образцы сутки замачивали и 3 сут сушили на воздухе при $t=18^{\circ}\text{C}$. За 18 лет образцы были постоянно увлажнены 6,5 тыс. сут и подвергнуты переменному увлажнению в 1,6 тыс. циклах. Состояние стальных стержней оценивали по образованию каверн, а бетона — по карбонизации при обработке фенолфталеином. Для этого периодически с интервалом 1—3 года бетон очередной партии образцов раскалывали вдоль арматуры и срезали с нее полиэтиленовую оболочку.

Многолетними исследованиями установлено:

в агрессивной среде в циклическом режиме «голый» стержень полностью разрушается коррозией на 3-м году; в бетонных образцах сталь начала корродировать отдельными очагами глубиной 0,2 мм на 5-м году, и на отдельных участках полностью разрушена при образовании трещин в бетоне и очаговой коррозии бетона к 15-му году; стальной стержень в пределах полиэтиленовой оболочки за 18 лет не имеет следов коррозии, поверхность матовая, черная в результате диффузии углерода из полиэтилена; бетон на контакте с полиэтиленовой оболочкой не имеет следов коррозии, что указывает на отсутствие миграции раствора по этому контуру;

в агрессивной среде при постоянном увлажнении поверхность «голового» стального стержня к 15-ти годам плотно кальматирована продуктами окисления, диаметр стержня уменьшился до 3 мм, отмечались каверны глубиной до 0,5 мм, разрушение происходило с торцов с интенсивностью до 0,5 мм/год; в бетонных образцах сталь к 10—15-ти годам поражена очагами коррозии глубиной 0,2—0,5 мм; по контакту полиэтилен — бетон следов коррозии бетона не обнаружено;

в водопроводной воде при постоянном и циклическом увлажнении за 18 лет отсутствуют следы коррозии на арматуре в бетоне, а также в бетоне по контуру с полиэтиленом.

Полиэтилен по сравнению с бетоном обладает более высоким температурным коэффициентом объемной деформации и более низким модулем упругости.

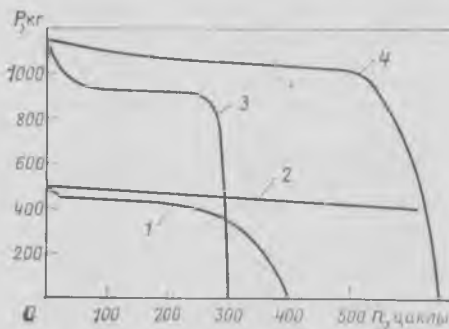


Рис. 5. Потеря прочности связью линейного шарнира от числа циклов изгиба
— Ø3 мм, --- Ø5 мм; 1, 3 — сталь без оболочки; 2, 4 — сталеполимерная связь

Пленочная вода, проникающая по контуру полиэтилен — бетон при замораживании, создает напряженное состояние, последствия которого оцениваются по испытаниям на морозостойкость. Морозостойкость изучали на 50 бетонных образцах-фрагментах линейного шарнира размером $5 \times 5 \times 10$ см с включенной в него сталеполимерной связью и 50 бетонных стандартных кубиках с ребром 10 см. Для образцов использовали бетон с добавками ССБ и СНВ в количествах 0,1 и 0,2% от массы цемента. Испытания вели по ускоренной методике ГОСТ 10180—80 при температуре замораживания -50°C , последовательно определяя прочность контрольных групп и образцов, прошедших замораживание-оттаивание, с интервалом 100 циклов. Морозостойкость бетона стандартных кубиков определяли по прочности на сжатие по ГОСТ 10060—76, а фрагментов линейного шарнира раскалыванием по ГОСТ 10180—80. Опытами установлено, что в методе раскалывания плоскость разрушения проходит непосредственно в зоне пластической связи и изменение прочности бетона в этой зоне определяется более точно.

Проведенные испытания показали, что используемый бетон имел марку по морозостойкости Мрз 600...700. Снижение прочности в образцах со сталеполимерной связью, определенной по методу раскалывания для 600 циклов составило 0,7. По контакту с полиэтиленом на поверхности бетона никаких изменений не

обнаружено. На гранях образцов непосредственно в месте входа полиэтилена в бетон после 250 циклов появились паутинные трещины, которые через 1000 циклов вызвали выколы глубиной до 5 мм.

Выводы

Многолетние лабораторные исследования критериев работоспособности пластической связи позволяют предполагать достаточную надежность предложенной конструкции гибкого покрытия при технологических операциях и многолетней эксплуатации. Опытно-промышленное и массовое строительство, начатое в 1967 г., и последующие обследования состояния конструкции подтверждают этот прогноз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Юдин Л. Н., Малютин Г. А., Высокский А. Ф. Опыт применения гибкого железобетонного покрытия. Экспресс-информация Оргтрансстрой. М., 1974.
- Юдин Л. Н. Гибкие железобетонные покрытия ЦНИИС на БАМе. — Транспортное строительство, 1980, № 7.
- Юдин Л. Н. Защита дна от размыва решеткой ЦНИИС. — Транспортное строительство, 1981, № 5.

Новые книги Стройиздата

Стандартизация в строительстве / В. И. Сычев и др. — М., Стройиздат, 1984.
Граник Ю. Г. Заводское производство элементов полнообъемных домов. — М., Стройиздат, 1984.

Соломатов В. И. Технология полимербетонов и армоцементных изделий. — М., Стройиздат, 1984.

Спектор В. А. Интенсификация материально-технического обеспечения строительства. — М., Стройиздат, 1984.
Строительная механика: Динамика и устойчивость сооружений. Учеб. для вузов / А. Ф. Смирнов и др. — М., Стройиздат, 1984.

УДК 691.327:539.4:542.2

Усовершенствованный метод определения прочности бетона в конструкциях

Установленный ГОСТ 22690.1—77 метод пластических деформаций заключается в том, что фактическую прочность бетона в месте испытания определяют по диаметру отпечатка индентора (обычно сферического) на поверхности бетона, используя заранее построенную градуировочную зависимость диаметр отпечатка — прочность бетона. При этом процедура измерения диаметра отпечатка на бетоне весьма трудоемка.

В 1985 г. Хмельницким заводом тракторных агрегатов небольшой серией будет изготовлен прибор А-10 (рис. 1). В нем использован ударно-спусковой механизм прибора А-8*, обеспечивающий стабильную энергию удара при испытаниях. Отличительной особенностью прибора А-10 является наличие устройства, исключающего влияние на отсчет по индикатору часового типа случайной деформации бетона под опорными выступами, что позволяет с высокой точностью измерять глубину отпечатка. Использование показателя «глубина отпечатка» вместо традиционного «диаметр отпечатка» снижает трудоемкость испытаний почти вдвое.

Экспериментально установлено, что одновременно уменьшается погрешность градуировочной зависимости. На рис. 2 приведены опытные данные испытаний и построенные по ним в соответствии с ГОСТ 22690.0—77 градуировочные зависимости диаметр отпечатка — прочность и глубина отпечатка — прочность. Отпечатки на гранях кубов наносили прибором А-10, одновременно измеряя их глубину, а затем линейкой с угловым масштабом — диаметр нанесенных отпечатков. Среднеквадратическая погрешность градуировочной зависимости глубина отпечатка — прочность оказалась в 1,35 раза меньше, чем для зависимости диаметр отпечатка — прочность. Это свидетельствует о том, что в методе пластических деформаций ощутимая погрешность возникает из-за несовершенства измерений диаметра отпечатка.

Использование прибора А-10 по показателю глубина отпечатка для контроля прочности бетона в заводских условиях снизит трудоемкость и повысит точность испытаний.

Кроме того, перспективно совместное использование двух показателей отпечатка: глубины и диаметра. При



Рис. 1. Прибор А-10

этом диаметр отпечатка d характеризует полную деформацию, а глубина отпечатка $h_{\text{п}}$ — пластическую деформацию бетона под сферическим штампом при приложении кратковременной (ударной) нагрузки (рис. 3).

Считая штамп абсолютно жестким, из чисто геометрических соображений можно получить зависимость между полной деформацией h и диаметром отпечатка d в следующем виде:

$$h = \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}),$$

где D — диаметр штампа.
По этой зависимости и результатам

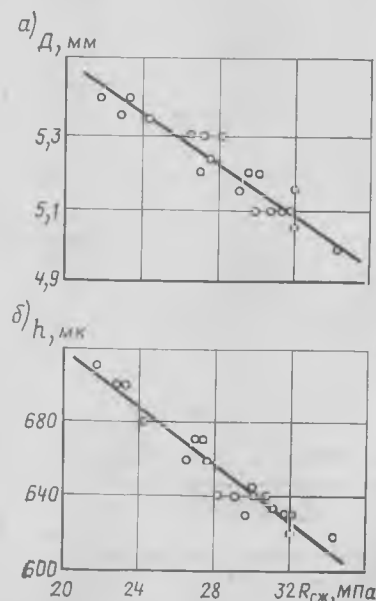


Рис. 2. Опытные данные и полученные по ним градуировочные зависимости
а — диаметр отпечатка — прочность;
б — глубина отпечатка — прочность

измерения традиционным способом диаметра отпечатка d можно вычислять характеристику полной деформации h . Прибором А-10 можно измерить глубину отпечатка $h_{\text{п}}$. Тогда упругая часть деформации определится разностью между полной и пластической деформациями: $h_{\text{у}} = h - h_{\text{п}}$.

Опытами установлено, что более устойчивая зависимость между прочностью бетона и деформацией наблюдается при использовании в качестве показателя поверхностной твердости суммы пластической и половины упругой деформации, чему соответствует зависимость

$$R_{\text{сж}} = f \left(\frac{h + h_{\text{п}}}{2} \right).$$

На рис. 4 приведены опытные данные испытания кубов в возрасте 28 сут, изготовленных на заводе железобетонных изделий и строительных конструкций комбината Хмельницкпромстрой в порядке технологического контроля прочности бетонов. Независимо от того, что бетон в кубах отличается Ц/В, расходом и активностью цемента, прослеживается устойчивая зависимость между прочностью бетона и предложенным показателем. Аналогичные ре-

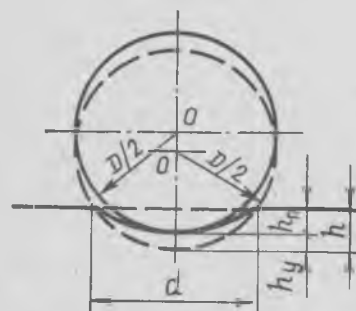


Рис. 3. Схема деформаций бетона под сферическим штампом

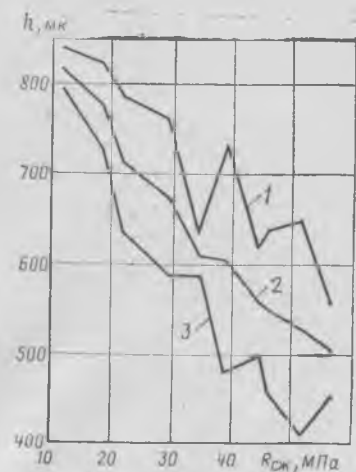


Рис. 4. Результаты испытания кубов по показателю поверхностной твердости
1 — глубина отпечатка; 2 — расчетная глубина отпечатка, соответствующая полной деформации; 3 — усредненное значение полной и остаточной деформаций $\left(\frac{h + h_{\text{п}}}{2} \right)$

* А. с. № 716003. Прибор ударного действия для определения прочности бетона. А. К. Антонюк. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № 6.

№ серий кубов	Марка цемента	Расход цемента, кг/м ³	О-К, см	Ж, см	$R_{сж}^*$ (ГОСТ 10180-78), МПа	d, мм	h, мм	h _п , мм	$\frac{h+h_p}{2}$ мм
1	500	370	—	30	38,8	4,80	610	570	590
2	500	405	3	—	41,3	4,95	650	510	580
3	500	450	10	—	39,7	5,20	730	480	605
4	400	420	—	30	39,0	4,90	640	560	600
5	400	495	5	—	40,4	5,11	700	480	590

зультаты были получены при испытании кубов пяти серий с проектной маркой бетона М 400 и различными технологическими параметрами (см. таблицу).

Эффект от совместного рассмотрения показателей поверхностной твердости (диаметра и глубины отпечатка) еще не изучен полностью, однако можно

отметить, что использование показателя поверхностной твердости бетона $\frac{h+h_p}{2}$ позволяет уменьшить погрешность градуировочной зависимости. При этом для ее построения можно использовать образцы бетона, изготовленные из материалов, принятых для бетона конструкций, отличающихся соотношением компонентов.

А. К. АНТОНЮК, инж.
(Хмельницкий филиал ин-та
Гипрогражданпроектстрой)

УДК 620.18.002.5

Пластометр пружинный

Для исследования процесса структурообразования вяжущих материалов применяются конусные пластометры системы МГУ. Десова-Рембиндера, конструкции ИФХ АН СССР и др. Однако наряду с достоинствами — простотой, несложностью эксплуатации, эти приборы имеют существенные недостатки. К ним относятся, например, неравномерность приложения нагрузки и погружения конуса в исследуемый материал, сложность фиксации заданной глубины погружения, длительность замера пластической прочности, что затрудняет оперативное снятие нескольких показателей для математической обработки, вносит элемент субъективности в проведение исследовательских работ.

Большого внимания заслуживают малоинерционные конические пластометры конструкции РИСИ, Калининского политехнического института и автоматические пластометры КП-1, КП-2 («Ресет-5») Таллинского политехнического института, которые выгодно отличаются от вышеназванных приборов. К сожалению, эти пластометры существуют в единичных экземплярах, серийно не выпускаются, а изготовить их в условиях исследовательских и заводских лабораторий достаточно сложно.

Авторами предлагается конструктивно простой пластометр (см. рисунок), обеспечивающий равномерное погружение конуса в материал, автоматическую его фиксацию при достижении требуемой глубины погружения. Прибор позволяет в течение нескольких минут снять 3—6 показателей прочности.

Пластометр состоит из площадки, на которой смонтированы прогибомер, струбины, втулка направляющая с прижимной гайкой. В последние впрессованы фторопластовые втулки, в которых свободно перемещается шток с конусом. В качестве силового органа используется тарированная пружина, закрепленная гайкой в специальной проточке направляющей втулки.

Принцип работы пластометра заключается в следующем. Прибор струбинами крепится к стойкам пресса ПСУ-

10 (ПСЦ-50). Форму с исследуемым материалом устанавливают на нижнюю плиту пресса. Конуса погружают в материал при включении пресса и подъеме формы. При достижении заданной глубины погружения h контакт замыкается и посредством электрорелейного блока отключает электродвигатель пресса. Нагрузка на конус характеризуется сжатием пружины, величина его через зубчатую пару регистрируется прогибомером. Пластическая прочность определяется по переводному графику «нагрузка (МПа) — сжатие пружины (мм)». Для проведения очередного замера площадку с формой опускают, форму перемещают, конус пластометра очищают, включают пресс. Для предотвращения смятия прибора (в случае приобретения материалом прочности, пре-

пятствующей погружению конуса на требуемую глубину при конкретной жесткости пружины) предусмотрен конечный выключатель.

В результате исследований установлены некоторые оптимальные параметры пластометра и методики проведения работы. В частности, угол при вершине конуса должен составлять 30—45°, длина пружины l должна быть не менее 100—105 мм (в противном случае снижается точность показаний прибора). Для определения начального (в течение первых 2—5 ч) структурообразования целесообразно использовать пружину с предельным сжатием при напряжении 0,55—0,6 МПа. Глубина погружения конуса должна быть не менее 5—8 мм (в наших опытах $h=10$ мм). Скорость подъема формы, равная 1,5—2,5 мм/с, устанавливается перед испытанием и поддерживается постоянной на всем протяжении опыта. Период замера прочности составляет 10—20 мин. Для предотвращения обезвоживания в промежутках между замерами поверхность образца необходимо укрывать влагонепроницаемым материалом, например полиэтиленовой пленкой. Высота формы должна быть не менее 30 мм, размер в плане — из расчета снятия полной кривой структурообразования с замером не менее трех раз. Расстояние между точками погружения конуса около 20—25 мм.

Пластометр пружинный уже несколько лет эксплуатируется в лаборатории технологии облегченных конструкций Южгипронисельстрой. Его используют для исследования особенностей твердения различных видов цемента, влияния на процесс химических добавок, обоснования режимов виброактивации бетона и пр. Прибор показал достаточно высокую надежность и воспроизводимость результатов. Его погрешность, обусловленная преимущественно инерционностью пресса, составляет 1,5—2%, средняя дисперсия показателей пластической прочности приготовленных стандартным методом цементных систем составляет 0,071 МПа², коэффициент вариации — 4,6%.

Г. Н. ПШЕНИЧНЫЙ, В. П. ГАНИН,
кандидаты техн. наук
Г. А. ШКАТУЛО, инж.
(Южгипронисельстрой)

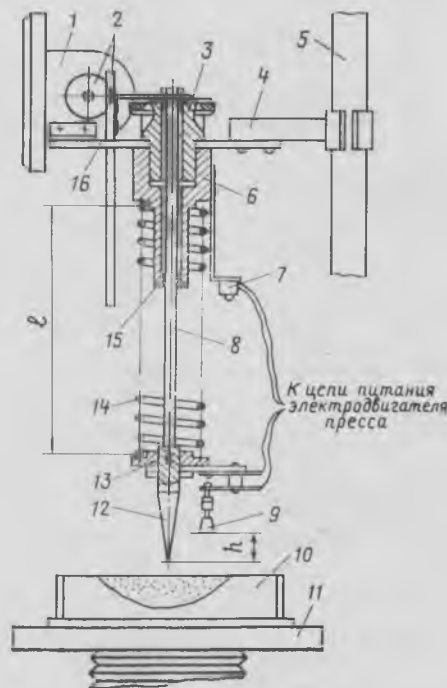


Схема пластометра пружинного

1 — прогибомер ПМ-3; 2 — зубчатая пара; 3 — гайка прижимная; 4 — струбина; 5 — стойка пресса; 6 — втулка направляющая; 7 — выключатель конечный; 8 — шток; 9 — контакт-ограничитель; 10 — форма с материалом; 11 — плита пресса; 12 — конус; 13 — гайка; 14 — пружина; 15 — втулка фторопластовая; 16 — площадка

УДК 624.042:539.434

А. Я. БАРАШИКОВ, д-р техн. наук (КИСИ), Б. Н. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, А. И. ВАЛОВОЙ, инж. (Криворожский горнорудный ин-т)

Малоцикловая усталость бетона при сжатии

В последние годы область применения бетона и железобетона значительно расширилась, увеличились уровни силовых нагрузжений, режимы эксплуатации конструкций становятся более ответственными и сложными. Одновременно существенно увеличилась средняя прочность используемых материалов — бетона и арматуры, что дает возможность уменьшить сечения конструктивных элементов. Таким образом, появилась насущная необходимость всестороннего исследования поведения материалов, особенно при сложных, нестандартных режимах нагружения.

Теория прочности бетона при монотонном и динамическом, кратковременном и длительном нагружении разработана достаточно полно и широко освещена в литературе [1]. Вместе с тем обоснование прочности высоконагруженных элементов конструкций при малоцикловом нагружении практически не проводилось. В то же время широкий класс сооружений современного строительства в реальных условиях эксплуатации испытывает малоцикловые нагрузки высокого уровня (типа сейсмических, волновых, термомеханических и т. п.).

Решения проблемы малоцикловой усталости в значительной степени связано со сложностью анализа напряженного состояния и критериев разрушения в элементах конструкций при возникновении упругопластических деформаций, особенно учитывая отсутствие экспериментальных данных по циклической пластичности бетона.

Широкому накоплению опытных данных препятствует большая сложность и трудоемкость при постановке эксперимента на малоцикловые нагружения высокого уровня. Основные затруднения связаны с большим естественным разбросом прочностных и деформативных характеристик бетона, а также с необходимостью производства высокоточных измерений напряжений и деформаций бетонного сечения, обладающего существенной неоднородностью.

Под малоцикловой усталостью принято понимать наступление предельного состояния (разрушение сплошности) при циклическом изменении пластической деформации. Энергия деформирования при циклическом нагружении, определяемая площадью петли гистерезиса, непрерывно изменяется, а затем может стабилизироваться. В случае если после определенного числа циклов $N=N_p$ наступает разрушение, такое число циклов называют предельным.

Особенности упругопластического деформирования и разрушения при стати-

№ серий	Напряжения, МПа	Уровень нагрузки	Максимальные деформации бетона, $\epsilon_R \times 10^{-3}$	Опытное число циклов до разрушения, N_p	Теоретическое значение, N_p
1	25,3	1	1,14	0	0
2	24,8	0,98	1,19	4	2
3	24,3	0,97	1,23	5	2
4	22,8	0,9	1,31	11	3
5	20,7	0,82	1,37	18	18
6	20,2	0,8	1,385	21	22
7	19,7	0,78	1,40	30	28
8	19,5	0,77	1,41	33	32
9	19,0	0,75	1,415	Призма не разрушилась после 120 циклов	∞

ческом и малоцикловом нагружении исследовали в лаборатории кафедры строительных конструкций Криворожского горнорудного института. Бетонные призмы размером $100 \times 100 \times 400$ мм и кубы с ребром 150 мм из бетона проектной марки М500 состава 1:2,22:89 с добавлением 1% ССБ от массы цемента и при В/Ц=0,32 были испытаны кратковременной циклической нагрузкой высокого уровня. Для приготовления бетона использовался портландцемент марки 500 Николаевского завода. В качестве крупного заполнителя применялся гранитный щебень крупностью до 20 мм. Мелким заполнителем служили отходы Новокриворожского горнообогатительного комбината. Приготовление бетона осуществлялось в бетономешалке емкостью 180 л, бетон уплотнялся глубинным вибратором в металлических опалубках и твердел в естественных условиях. Образцы распалубливали на третьи сутки после бетонирования.

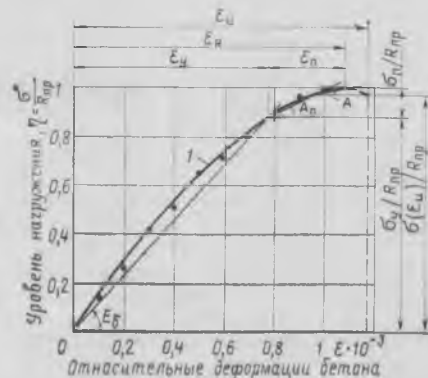


Рис. 1. Зависимость между напряжениями и деформациями при статическом нагружении:

1 — теоретическая кривая по формуле (1)

Кубиковую прочность бетона \bar{R} , призматическую прочность $R_{пр}$ и начальный модуль упругости $\bar{E}_б$ определяли в соответствии с ГОСТ 10180—78 [2]. Опытные данные получены в старом возрасте по результатам испытаний 6 кубов с ребром 150 и 100 мм и 4 призм размерами $100 \times 100 \times 400$. После вычисления средних прочностных и деформативных характеристик бетона, полученных при монотонном нагружении, были проведены исследования 9 серий призм на воздействие циклической сжимающей нагрузки с максимальным уровнем напряжений в пределах 0,75...1 от призматической прочности: Все образцы были испытаны в режиме мягкого нагружения (т. е. при заданной амплитуде напряжений), что в строительных конструкциях имеет место в большинстве практических случаев.

Испытания были проведены по следующей схеме. После центрирования образца в соответствии с рекомендациями, изложенными в [2], режимные призмы подвергались ступенчатому воздействию повторных нагрузок. Нагрузка прикладывалась ступенями, равными 0,1 от ожидаемой разрушающей, с выдержкой после каждой ступени в пределах 2—3 мин для снятия показаний приборов. Аналогичным образом производилась разгрузка до нуля. Деформации бетона фиксировались с помощью индикаторов с ценой деления 0,001 мм, установленных с четырех сторон призмы на базе 200 мм и системы тензорезисторов, наклеенных в продольном и поперечном направлениях.

Результаты испытаний на малоцикловую усталость приведены в таблице.

Испытания бетонных призм монотонной нагрузкой показали следующие результаты: $\bar{R}_{пр} = 25,3$ МПа, $\bar{E}_б = 3,9 \times 10^4$ МПа, $\epsilon_R = 1,14 \cdot 10^{-3}$. Как видно, используемый бетон имел повышенный модуль упругости и весьма низкое значение максимальных деформаций, что характерно вообще для бетонов на отходах ГОК [3].

По данным статических испытаний построена диаграмма $\sigma \sim \epsilon$ (рис. 1), которая аппроксимирована с помощью соотношения, предложенного в работе [4]

$$\sigma = R_{пр} [1 - (1 - \epsilon/\epsilon_R)^\alpha], \quad (1)$$

где $\alpha = E_b \epsilon_R / R_{пр} = \frac{1}{\nu}$, ν — коэффициент упругости.

Количество циклов до разрушения может быть определено известной формулой Коффина — Мэнсона [5]

$$\sigma_a N^\delta = \left[\frac{W^* (1 + \alpha)}{2A} \right]^\delta, \quad (2)$$

где σ_a — амплитуда напряжений; A, α — постоянные материала, определяемые для пластической области деформирования по формуле $\sigma = A \epsilon_n^\alpha$; W^* — значение полной энергии разрушения при монотонном однократном нагружении;

$$\delta = \frac{\alpha}{1 + \alpha}, \quad (3)$$

Если предположить, что исчерпание прочности наступает в том случае, когда

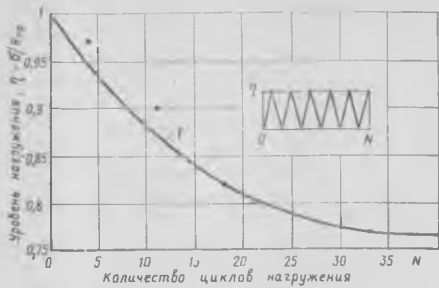


Рис. 2. Зависимость уровня напряжений от числа циклов до разрушения
1 — теоретическая кривая по формуле (8)

полная энергия разрушения при монотонном нагружении W^* равна критическому значению суммарной энергии циклической прочности бетона, тогда с учетом соотношения (1) получим

$$W^* = \int_0^{\varepsilon_R} R_{np} \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \right)^\alpha \right] d\varepsilon = R_{np} \varepsilon_R \left(1 - \frac{1}{1+\alpha} \right) \quad (4)$$

Сложнее обстоит дело с определением коэффициента A . Учитывая, что значение его связано с областью существенно нелинейных деформаций бетона, его можно рассматривать как модуль упруго-

ности в упругопластической области ($0 \leq A \leq E_0$). Принимая приближенно начальное $A_0 = E_0 \varepsilon_R$ [5] и после соответствующих преобразований, получим значение коэффициента A в момент разрушения.

$$\sigma = A_0 \varepsilon_n^\alpha = A_0 (\varepsilon_R - \varepsilon_y)^\alpha = E_0' \varepsilon_R (\varepsilon_R - \varepsilon_y)^\alpha \quad (5)$$

При $\sigma \rightarrow R_{np} - \sigma (\varepsilon_n) \varepsilon \rightarrow \varepsilon_R$ (см. рис. 1), учитывая, что $E_0' = \nu E_0$,

получим

$$R_{np} - \sigma (\varepsilon_n) = \nu E_0 \varepsilon_R \varepsilon_R^\alpha \left(1 - \frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_R} \right)^\alpha \quad (6)$$

откуда

$$A = \nu E_0 \varepsilon_R^{\alpha+1} = \frac{1}{\alpha} E_0 \varepsilon_R^{\alpha+1} \quad (7)$$

Теперь формула (2) после преобразований принимает вид

$$N = \frac{W^* (1+\alpha) \alpha}{2 E_0 \varepsilon_R^{\alpha+1}} \sigma_a^{-\frac{1}{\delta}} = \frac{R_{np} \delta (1+\alpha)}{2 E_0 \varepsilon_R^\alpha} \sigma_a^{-\frac{1}{\delta}} \quad (8)$$

Исследования различных материалов [5] показывают, что W^* в действительности превосходит величину энергии разрушения при монотонном испытании. Кроме того, величина W^* возрастает с уменьшением σ_a .

Испытания подтвердили эти положения

и для бетона. Это показывает и таблица, откуда видно, что максимальные деформации бетона ε_R при малоцикловом нагружении увеличиваются с уменьшением уровня нагрузки. Из (4) видно, что полная энергия возрастает с увеличением ε_R .

Сопоставление экспериментальных и теоретических результатов представлено на рис. 2 и в таблице. Отсюда следует, что опытные и расчетные величины достаточно близки между собой.

Выводы

Предлагается способ определения малоциклового усталости бетона при сжатии с помощью энергетических критериев прочности. Показано, что предельное состояние возникает, когда суммарная энергия пластического гистерезиса достигает полной энергии разрушения. При этом для определения W^* при различных амплитудах напряжений учитывается увеличение максимальных деформаций ε_R , полученных опытным путем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко В. М., Бондаренко С. В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. — М.: Стройиздат, 1982.
2. ГОСТ 10180—78. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. — М.: Изд-во стандартов, 1980.
3. Железобетонные конструкции из бетонов на отходах горнорудной и металлургической промышленности / Л. И. Стороженко, Б. Н. Шевченко и др. — К.: Будівельник, 1982.
4. Красновский Р. О., Кроль И. С., Тихомиров С. А. Аналитическое описание диаграммы деформирования бетонов при кратковременном статическом сжатии. — В кн.: Исследования в области измерений механических свойств материалов. Труды ВНИИФТРИ, 1976.
5. Москвитин В. В. Циклическое нагружение элементов конструкций. — М.: Наука, 1981.

Стандарты и нормативные документы

Ю. Н. МИЗРОХИ, В. Г. ДОВЖИК, С. Р. КОТЛЯР, кандидаты техн. наук,
А. С. ЗАЛЬЦМАН, инж. (ВНИИжелезобетон);
И. И. ВАЙНШТОК, канд. техн. наук (Оргэнергострой)

Стандарт на ультразвуковой метод определения морозостойкости бетона

Способ определения морозостойкости бетона, одной из основных характеристик его долговечности, отличается чрезвычайно низкой статистической достоверностью, большой трудоемкостью и длительностью (ГОСТ 10060—76 или 7025—78). Разработанные ускоренные методы определения морозостойкости позволяют сократить сроки испытаний в десятки раз. Однако невозможность надежной оценки погрешности экспрессных методов препятствует их широкому внедрению.

В связи с этим несомненный интерес представляет ультразвуковой метод определения морозостойкости, регламентируемый новым ГОСТ 26134—84 «Бе-

тоны. Ультразвуковой метод определения морозостойкости», который вводится в действие с 1 июля 1985 г. Стандарт разработан при участии ВНИИжелезобетона, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева и Оргэнергостроя. Его отличительной особенностью является повышение достоверности определения морозостойкости бетона, обеспечение единства измерений и сокращение сроков испытаний.

Стандарт распространяется на тяжелые и легкие бетоны, кроме испытываемых на морозостойкость в минерализованной воде или солевых растворах и устанавливает ультразвуковой метод определения морозостойкости бетона

при его циклическом замораживании и оттаивании. Морозостойкость бетона определяется по результатам периодического измерения времени распространения ультразвука в бетонных образцах через определенное число циклов замораживания-оттаивания.

Морозостойкость бетона определяют по критическому числу циклов замораживания и оттаивания, с которого резко увеличивается время распространения ультразвука в контролируемом образце, соответствующее началу интенсивного разрушения материала. Марку бетона по морозостойкости определяют сравнением полученного критического числа циклов замораживания и оттаи-

вания с его контрольным значением, установленным в стандарте.

Предлагаемый в стандарте критерий морозостойкости бетона отличается от других, стандартизованных в СССР и за рубежом. В них морозостойкость оценивается числом циклов замораживания и оттаивания, после которого снижается какой-либо параметр, характеризующий морозостойкость бетона, на нормируемую величину. В СССР такими параметрами являются прочность, остаточные деформации, в США — динамический модуль упругости, в Италии — масса, остаточные деформации и т. д. Преимущество предлагаемого критерия заключается в его четкой физической обоснованности, в то время как по изменению перечисленных характеристик бетона на заданную величину нельзя судить о состоянии его структуры и способности противостоять дальнейшему замораживанию и оттаиванию.

В стандарт включены основные технические требования к аппаратуре контроля, приводятся ее технические характеристики. Рекомендуемая для проведения измерений аппаратура отличается от традиционной, применяемой для ультразвуковых измерений, наличием испытательной ванны для щелевого способа акустического контакта через воду и нескольких каналов измерения. Использование воды в качестве контактной среды обусловлено водонасыщенным состоянием испытываемых образцов и тем, что используемые в этом качестве солидол, технический вазелин и другие жировые смазки впитываются в бетон, в результате чего данные испытаний могут быть искажены. Наличие нескольких каналов измерения вызвано необходимостью получения информации о процессах деструкции бетона по всему объему образца и обеспечивает повышение статистической достоверности получаемых результатов.

При переходе на ультразвуковой метод определения морозостойкости бетона по ГОСТ 26134—84 предусматриваются сопоставительные испытания бетона по новому стандарту и по ГОСТ 10060—76 или 7025—78. В обязательном приложении к стандарту дана методика проведения таких испытаний. Морозостойкость бетона допускается определять по новому стандарту при удовлетворительных результатах сопоставительных испытаний. В приложении к стандарту подробно рассматривается пример определения морозостойкости бетона ультразвуковым методом.

Внедрение ультразвукового метода контроля и оценки морозостойкости по ГОСТ 26124—84 позволит сократить число испытываемых образцов в 2,5 раза, сроки испытаний в среднем на 40% и значительно повысить статистическую достоверность результатов контроля.

Кроме того, метод, регламентируемый ГОСТ 26134—84, не только устанавливает соответствие испытываемого бетона проектной марке по морозостойкости, но и дает конкретное значение морозостойкости. Это создает предпосылки для активного управления качеством выпускаемых железобетонных конструкций и изделий.

Информация

УДК 69.061.3

Сессия Национального комитета ФИП

В сентябре 1984 г. во Львове и Ивано-Франковске состоялась ежегодная сессия Национального комитета СССР Международной федерации преднапряженного железобетона (ФИП). На сессии были рассмотрены вопросы применения преднапряженного железобетона в конструкциях многоэтажных зданий и итоги симпозиумов ФИП.

В более чем 20 докладах, посвященных первому вопросу, нашли отражение опыт применения различных типов преднапряженных железобетонных конструкций в многоэтажном строительстве, новые конструктивные решения зданий и отдельных элементов, вопросы оптимального проектирования и результаты экспериментальных исследований. Материалы показали, что проведенные в последние годы исследовательские, проектные и опытные работы в области сборных преднапряженных конструкций многоэтажных зданий различного назначения способствовали повышению эффективности этих конструкций и расширению их практического использования.

Удельный объем применения преднапряженного железобетона в каркасах и перекрытиях многоэтажных зданий заметно увеличился и составляет около 50%. Созданы номенклатуры типовых преднапряженных сборных элементов этого назначения, изучен и проверен на практике ряд новых конструктивных систем многоэтажных зданий, разработаны и широко применяются конструкции узлов и сопряжений, в которых учтена специфика преднапряженных элементов. Внедрение преднапряженных конструкций в многоэтажное строительство позволило снизить расходы стали.

Создана автоматизированная система оптимального проектирования ребристых предварительно напряженных плит, вошедшая в технологическую линию проектирования типовых железобетонных конструкций, принятую в промышленную эксплуатацию в ЦНИИПромзданий. Разработан каркас многоэтажных зданий межвидового применения (серия 1.020), в котором увеличен объем применения преднапряженных конструкций. Выполнен комплекс экспериментально-теоретических исследований по разработке конструкций плит, стыков элементов каркаса данной серии. Созданы и освоены в ряде районов конструкции для многоэтажных промышленных зданий с укрупненными сетками — плиты «на пролет», коробчатый настил и др. (серия 1-420-6).

Однако несмотря на то, что для всех типов каркасов разработаны преднапряженные плиты, освоение этих конструкций отстает, и многие заводы ЖБИ из-за отставания их от обычного железобе-

тона. Производство конструкций серии 1.020 только начато, невелик объем применения большепролетных конструкций; коробчатые настилы применяют в двух республиках страны; недостаточно уделяется внимания разработке и исследованию конструкций, предназначенных для эксплуатации в сложных условиях, в том числе под нагрузки 5—10 т/м², а также каркасы зданий, эксплуатируемых на просадочных грунтах и подрабатываемых территориях.

Выступавшие в прениях специалисты ведущих научно-исследовательских, проектных, учебных институтов и строительных организаций рекомендовали продолжить работы по совершенствованию и оптимизации систем многоэтажных зданий с учетом специфики использования сборных преднапряженных конструкций при обычных и укрупненных сетках колонн. Следует расширить исследования, проектные разработки и опытно-производственное внедрение монолитных и сборно-монолитных многоэтажных зданий с применением преднапряжения, в том числе с использованием натяжения арматуры в построечных условиях. Необходимо также продолжить работы по дальнейшему совершенствованию и созданию новых более эффективных стыков, узлов и сопряжений преднапряженных конструкций многоэтажных зданий, обеспечивающих необходимую степень неразрезности соединяемых элементов и их совместную работу, предусматривающих минимальное использование или исключение сварки при монтаже.

Сессия призвала заинтересованные министерства и ведомства способствовать расширению применения преднапряженных конструкций, разработка и исследование которых будут завершены к концу пятилетки, с тем чтобы довести удельный объем внедрения преднапряженных плит в покрытиях и перекрытиях многоэтажных зданий до 90—100%, а также освоить производство каркасов межвидового применения, по серии 1.020, расширить области использования элементов перекрытий для укрупненной сетки колонн (коробчатые настилы, плиты «на пролет»). Было подчеркнуто, что необходимо выявлять резервы экономии стали в плитах перекрытий многоэтажных зданий, применив автоматизированную систему проектирования при переработке серий типовых чертежей, и провести комплекс работ по созданию конструкций многоэтажных зданий для сложных условий эксплуатации, в том числе при нагрузках до 5—10 т/м² и на подрабатываемых просадочных территориях.

Члены советской делегации рассказали о новых результатах и данных, которые

были получены на заседаниях трех симпозиумов ФИП (август 1984 г., Калгари). В работе симпозиумов приняло участие 549 делегатов из 41 страны пяти континентов мира. При открытии симпозиумов известным специалистам в области преднапряженного железобетона, в том числе и вице-президенту ФИП, председателю Национального комитета СССР ФИП директору НИИЖБ Госстроя СССР проф. К. В. Михайлову, были вручены медали ФИП.

На первом симпозиуме рассматривались вопросы исследования, проектирования и строительства емкостей для хранения нефти, воды, сжиженных газов, исследования конструкций защитных оболочек реакторов с ядерными и неядерными процессами с учетом их надежности, обеспечения безопасности соседних зданий, сооружений и окружающей среды. Рассматривались также вопросы строительства напорных емкостей и сосудов в сейсмических районах и в районах с экспериментальными климатическими условиями при очень низких и очень высоких температурах.

Второй симпозиум был посвящен опыту проектирования и возведения стационарных железобетонных платформ, устанавливаемых на дно шельфа в Арктических районах. Особое внимание было уделено определению интенсивности бокового давления ледового покрова которое может увеличиться до 1000 т/пог. м, и тогда суммарное воздействие на сооружение достигает 100—200 тыс. т. Рассматривался опыт возведения таких

объектов в районах Арктики, примыкающих к Канаде.

Третий симпозиум освещал вопросы, связанные с исследованием, проектированием, изготовлением и применением в зданиях преднапряженных многослойных панелей, выпускаемых методом безопалубочного формирования, производством и применением преднапряженных шпал и плит для основания железнодорожных и трамвайных путей.

На двух симпозиумах члены советской делегации сделали 3 доклада. Получен обширный интересный технический материал — например, ценные сведения о свойствах серого бетона и областях его применения, новые данные о конструкции и технологии производства преднапряженных шпал и плит под основание железнодорожных путей и т. д.

Установлено, что в мире прослеживается тенденция увеличения количества строящихся и расширения области применения железобетонных резервуаров. Этому способствуют более высокая, чем у стальных резервуаров, надежность конструкций, в том числе при стихийных бедствиях, меньшие эксплуатационные расходы, возможность увеличения размеров отдельных емкостей.

В решении сессии членам делегации поручено разработать план мероприятий по внедрению результатов, полученных на симпозиумах ФИП. Особое внимание должно быть обращено на использование и внедрение опыта проектирования и изготовления наиболее эф-

фективных преднапряженных конструкций и элементов заводского изготовления, преднапряженных емкостей, напорных сосудов и морских сооружений из железобетона в районах Арктики. Участники сессии подчеркнули, что в выполнении указанного плана мероприятий целесообразно более широкое участие филиалов и членов Национального комитета СССР ФИП.

Сессия рекомендовала 16 филиалам и 5 рабочим группам, всем членам НК ФИП приступить к подготовке предложений по участию в 1986 г. в X конгрессе ФИП в Нью-Дели (Индия), представить в Президиуме НК заявки с наименованием технических сообщений.

На заключительном заседании сессия рассмотрела итоги работы НК в 1984 г. и утвердила план работы на 1985 г. и XII пятилетку.

Затем участники сессии посетили ЖБИ ПО «Прикарпатжелезобетон» в Ивано-Франковске, на котором полностью автоматизированы заготовка и натяжение арматуры при производстве преднапряженных многослойных настилов, осмотрели ряд строящихся в Карпатах многоэтажных зданий, в которых применяются преднапряженные конструкции.

Н. А. МАРКАРОВ, д-р техн. наук, проф.,
Ученый секретарь Национального
комитета СССР ФИП, **Ф. Е. КЛИМЕНКО**,
д-р техн. наук, проф., председатель
львовской рабочей группы
Национального комитета СССР ФИП

Зарубежный опыт

Заводы по производству товарного бетона фирмы Лохья

Фирма Лохья является ведущим в Финляндии производителем товарного бетона. В 1983 г. объем его производства составил свыше 500 тыс. м³. 14 бетонных заводов фирмы имеют производственную мощность около 1 млн. м³ бетона в год. Заводы автоматизированы и потребность в производственном персонале на них небольшая.

Фирма имеет опыт производства товарного бетона в странах как с умеренным, так и с жарким климатом. Она располагает стационарными и передвижными бетонными станциями. В последнее время строятся только легко транспортируемые бетонные станции модульной конструкции. На рис. 1 изображена схема бетонной станции МД 1-1000, выполненной в модульном исполнении.

Технические данные бетонной станции МД 1—1000

Производительность, м ³ /ч	30
Емкость бункеров заполнителей, м ³	100
Емкость цементных силосов, т	100
Давление воды в водопроводной системе, кгс/см ²	3—5
Мощность электропривода, кВт	125
Давление в пневматической системе, бар	6—7
Тип смесителя	Лохья ТТ 1000
Объем одного замеса, м ³	1
Точность взвешивания цемента и заполнителей, %	0,3
Время монтажа станции, сут	2
Обслуживающий персонал	1—2

В Финляндии эксплуатируются бетонные станции двух типов: башенные и станции с подземными бункерами. Башенная станция является наиболее распространенным типом заводов по произ-

водству бетона в настоящее время. Некоторые передвижные бетонные станции построены из сборных элементов, составляющих определенные модули, что позволяет разборку, транспортирование и монтаж производить за несколько дней. Станция может состоять из следующих модулей: силосов для цемента, смесителя, котельной, склада добавок, электрощитовой, компрессорной, дозировочных устройств для цемента, воды, добавок, отделения для хранения и распределения заполнителя, ленточных весов заполнителя, пульта управления, подсобных помещений, лаборатории, ленточных транспортеров, устройства подземного бункера.

Другая новейшая бетонная станция фирмы Лохья построена также по мо-

дальному принципу. Ее производственная мощность 100 м³ обычного бетона в час или 70 м³ горячего бетона в час. Объемы емкостей для заполнителей и подземных бункеров соответствуют однодневному объему производства. На станции имеются смесители свободного падения емкостью 5 м³ и принудительного действия емкостью 3 м³ для изготовления горячего и специальных бетонов.

В качестве заполнителя для приготовления бетона используют щебень фракций 0—8, 8—16, 16—32 мм и мелкозернистый песок, на некоторых станциях применяют также щебень фракций 0—4 и 4—8 мм. Зола-унос — побочный продукт тепловых электростанций — также может служить заполнителем.

Для поддержания необходимой пластичности бетонной смеси и прочности бетона измеряют влажность заполнителя. Датчик влажности устанавливают в бункере для заполнителей. Принцип его работы основан на нейтронном излучении. Точность измерения им влажности гравия фракций 0—8 мм составляет 0,3%. Обычно нейтронную измерительную аппаратуру устанавливают только в бункерах для мелкозернистого заполнителя (0—4 и 0—8 мм), так как влажность заполнителя крупных фракций колеблется незначительно.

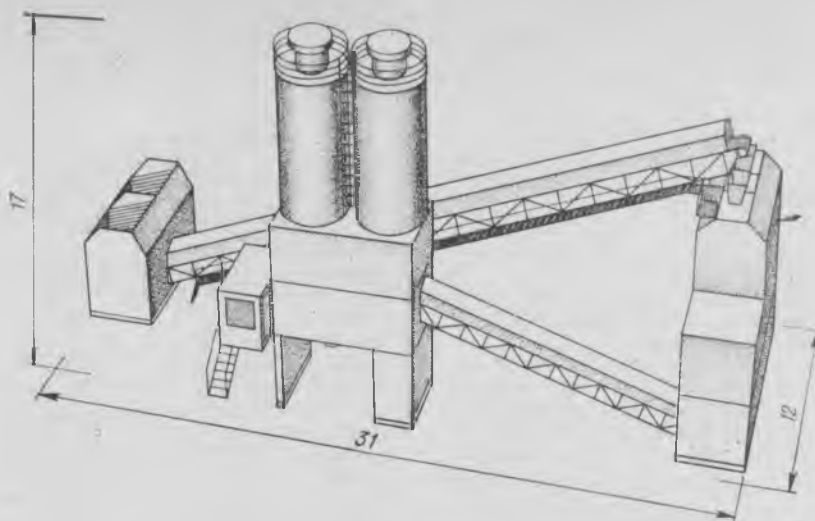
В качестве цемента финские строители используют обычный и быстротвердеющий портландцемент, активность которого колеблется от 42 до 46 МН/м².

Для дозировки воды применяют различные вентили с пневматическим, гидравлическим или электромеханическим приводом. Управление вентилями автоматическое. Для удобства измерения и повышения точности дозировки добавки применяют в жидком виде, плотность их раствора составляет 1,1—1,3 т/м³. При этом используют микропроцессоры. Весов для добавок обычно требуется не менее двух: для дозировки воздухововлекающих добавок и для замедлителей и пластификаторов.

Бетонные станции оснащены смесителями свободного падения емкостью 3—5 м³. С внутренней стороны смеситель обшит резиновыми сменными листами для компенсации износа. Барабан вращается на резиновых роликах. Смеситель разгружают в разгрузочный желоб путем изменения направления вращения. На одной станции имеется 1—2 смесителя. Благодаря эффективности и надежности в эксплуатации смесители свободного падения наиболее распространены.

В меньшей мере применяют смесители принудительного действия, главным образом для приготовления горячего бетона, жестких смесей и специальных бетонов. Смесь попадает в разгрузочный желоб через затвор, расположенный в днище барабана. Емкость смесителя 1—3 м³. Затраты на эксплуатацию смесителей принудительного действия выше, чем смесителей свободного падения.

При взвешивании заполнителей в основном применяют ленточные весы. Взвешивание осуществляется с помощью электрических датчиков, точность измерения которых составляет 0,2%. Механизмы бункеров, весов и вентиляей работают на пневматическом приводе. Пневматические устройства спроектированы на давление 3—6 бар.



Бетонная станция в модульном исполнении

В зимнее время заполнитель приходится подогревать как в подземных бункерах, так и в емкостях. Нагрев можно производить горячим воздухом, паром или трубчатыми радиаторами.

При нагреве горячим воздухом тепловую энергию подают с помощью теплообменника, работающего на паре или электричестве. Воздух с температурой 90—100°C продувают сквозь заполнитель. При этом опасность перегрева заполнителя практически отсутствует и расходы по ремонту и эксплуатации теплообменника небольшие. Недостатками этого способа являются пыление и большая потеря тепла при недогруженном бункере.

При нагреве паром последний подается в емкости через перфорированную трубку или открытую форсунку. При этом существует большая опасность перегрева заполнителя, увеличивается влагосодержание заполнителя. Прямой нагрев паром все же является наиболее быстрым и эффективным способом нагревания заполнителей.

В зимнее время для достижения достаточно высокой температуры бетонной смеси воду также нужно подогревать электричеством или паром с помощью теплообменника.

Управление технологическим процессом получения бетона может быть трех типов: ручное, полуавтоматическое и автоматическое управление микропроцессорами.

Новейшие бетонные заводы фирмы Лохья управляются микропроцессорами. При реконструкции старых заводов предусмотрено также управление с использованием микропроцессорной техники. В этом случае автоматизированы следующие технологические операции: расчет состава бетона, взвешивание заполнителей и цемента, перемешивание бетонной смеси, заполнение силосов и бункеров, составление программ поставок.

На ЭВМ ежедневно вводятся данные об активности цемента и гранулометрическом составе заполнителя.

Пластичность смеси определяют на основании потребляемой смесителем мощности и регулируют путем дозиро-

вания соответствующего количества воды. Дозировка воды также автоматизирована. В обязанности персонала бетонной станции входит только осуществление контроля за работой и организация отпуска бетона.

Э. И. ГУСЕЙНОВ, канд. техн. наук,
С. В. НЕНАХОВ, инж.

Измерительный прибор

Прибор ИШТ-2 предназначен для измерения внутреннего диаметра железобетонных труб в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Прибор позволяет с необходимой точностью производить измерения одному человеку, отличается простотой конструкции, удобством в эксплуатации, масса его не более 3 кг. Корпус и детали прибора обладают антикоррозионной стойкостью. Конструктивно прибор состоит из двух шарнирно-соединенных штанг, имеющих возможность вращаться относительно друг друга. Каждая штанга имеет подвижный и неподвижный наконечники. Последний имеет фиксирующее устройство, позволяющее производить переналадку прибора с целью измерения трубы другого диаметра.

Изготовитель прибора КТБ Мосоргстройматериалы (121019, Москва, Волхонка, 11).

Use of waste materials in construction
Lukina F. K., Mironov S. A., Ivanova O. S. Use of waste from metallurgic works as aggregates for concretes
Popov L. N., Ippolitov E. N. Concrete with application of waste from mining and concentration mills
Zoshchuk N. I. Waste from mining and concentrating mills as fine aggregates
Pashchenko A. A., Chistyakov V. B., Doroshenko Yu. M. Improvement of Physico-technical properties of concrete with complex admixture
Klimenko F. E., Barabash V. M., Orlovsky Yu. I., Semchenkov A. S. Steelconcrete continuous collar beams with external strip reinforcing
Ivanov F. M., Yanbykh N. N., Milenina E. V., Tsvetkov V. S. Frost-resistant concretes on fine sands with chemical admixtures
Liushits B. Z., Prokopovich A. D., Skorina V. V., Tanich N. I. Production plant of reinforcing cages for reinforced concrete pipes
Ostromogolsky V. I., Zhadanovsky B. V., Portugalsky L. M. Mechanical plasticization of transported concrete mixes and their grading
Yudin L. N. Plastic coupling of flexible reinforced concrete coating
Barashikov A. Ya., Shevchenko B. N., Valovoy A. I. Small-cycle fatigue of concrete under compression
Mizrokhi Yu. N., Dovzhik V. G., Kotlyar S. P., Zaltsman A. S., Vainshtok I. I., Dubtsov O. V. Standard on ultrasonic method for determination of concrete frost-resistance

L'utilisation des ressources matérielles secondaires dans la construction
Loukina Ph. K., Mironov S. A., Ivanova O. S. L'utilisation des déchets de la production métallurgique en qualité d'agrégat pour les bétons
Popov L. N., Ippolitov E. N. Le béton avec l'utilisation des déchets des Combinaats miniers
Zochshouk N. I. Les déchets des Combinaats miniers — les agrégats fins pour les bétons
Pachshenko A. A., Tchistjakov V. V., Doroshenko Yu. M. L'amélioration des propriétés physico-techniques du béton avec l'adjuvant complexe
Klimenko Ph. E., Barabach V. M., Orlovsky Yu. I., Semchenkov A. S. Les poutres principales non-coupées en acier — béton avec un renforcement externe par barres
Ivanov Ph. M., Yanbykh N. N., Milenina E. V., Tsvetkov V. S. Les bétons résistants au gel sur la base des sables fins avec des adjuvants chimiques
Livchits B. Z., Prokopovitch A. D., Skorina V. V., Tanitch N. I. L'installation pour la fabrication des carcasses des armatures pour les conduites en béton armé
Ostromogolsky V. I., Zhadanovsky B. V., Portugalsky L. M. La plastification mécanique des bétons frais transportés et le choix de leur composition
Yudine L. N. La liaison plastique de recouvrement flexible en béton armé
Barachikov A. Ya., Chevitchenko B. N., Valovoy A. I. La fatigue du béton sous la compression à peu de cycles
Mizrokhi Yu. N., Dovzhik V. G., Kotlyar S. P., Zaltsman A. S., Vaynchtok I. I., Dubtsov O. V. Le standard pour la méthode ultra-sonore de la détermination de la résistance au gel du béton

Verwertung von materiellen Sekundärressourcen im Bau
Lukina F. K., Mironow S. A., Iwanowa O. S. Verwertung von Metallurgieproduktionsabfällen als Betonzuschlagstoffe
Popow L. N., Ippolitow Je. N. Beton mit Verwertung von Abfällen der Gebirgsveredlungskombinate
Sostschuck N. I. Abfälle der Gebirgsveredlungskombinate — feinkörnige Betonzuschlagstoffe
Pastschenko A. A., Tschistjakow W. W., Doroshenko Ju. M. Verbesserung der physikalisch-mechanischen Betoneigenschaften mit Komplexzusatzstoff
Klimenko F. Je., Barabasch W. M., Orlovski Ju. I., Semtschenkow A. S. Durchlaufende Stahlbetonverbundriegel mit Aussenbewehren mit Streifen
Iwanow F. M., Janbych N. N., Milenina Je. W., Zwetkow W. S. Frostbeständige Betone unter Anwendung von Feinsanden mit chemischen Zusatzmitteln
Ostromogoljski W. I., Shadanowski B. W., Portugaljski L. M. Mechanische Verflüssigung von transportierbaren Betongemischen und Auswahl deren Zusammensetzung
Judin L. N. Plastische Verbindung des biegsamen Stahlbetondaches
Baraschikow A. Ja., Schewtschenko B. N., Walowoj A. I. Wenig zyklische Ermüdung des Betons beim Druck
Mizrokhi Ju. N., Dowshick W. G., Kotlyar S. P., Salzman A. S., Weinstock I. I., Dubzow O. W. Standard für Ultraschallmethode der Bestimmung von Betonfrostbeständigkeit

Вниманию авторов и читателей!

Напоминаем, что редакция журнала «Бетон и железобетон» переехала в другое помещение по адресу: Георгиевский пер., д. 1, строение 15, 3-й этаж. Телефоны редакции: 292-41-34; 292-62-05.

Почтовый адрес редакции (экспедиция) остается прежним: 101442, ГСП, Москва, К-6, Каляевская ул., 23 а.

При отправке рукописей в редакцию просьба указывать полные паспортные данные и почтовые адреса (с 6-значным индексом) всех авторов статьи.

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *Л. А. Егорова*

Сдано в набор 13.02.85.

Подписано в печать 25.03.85.

Т-02996

Формат 60×90^{1/8}

Печать высокая

Усл. печ. л. 4,0

Усл. кр.-отт. 4,75

Уч.-изд. л. 5,84

Тираж 14395 экз.

Заказ 81

Почтовый адрес редакции: 101442, Москва, ГСП-4, Каляевская, 23а Тел. 292-41-34, 292-62-05

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Стройиздат выпускает в 1985 году следующие книги:

- Бартелеми Б., Крюппа Ж. **Огнестойкость строительных конструкций:** Пер. с франц. — М.: Стройиздат, 1985 (I кв.). — 15 л. — Пер. изд.: Франция, 1979. — 1 р. 10 к. 8000 экз.
- Дыховичный Ю. А., Максименко В. А. **Сборный железобетонный унифицированный каркас для промышленных и гражданских зданий.** — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 20 л., ил. — В пер.: 1 р. 30 к.
- Лепский В. И., Паньшин Л. Л., Кац Г. Л. **Полносборные конструкции общественных зданий.** — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 14 л., ил. — 70 к.
- Шпайдель К. **Диффузия и конденсация водяного пара в ограждающих конструкциях:** Пер. с нем. — М.: Стройиздат, 1985 (IV кв.). — 8 л., ил. — Пер. изд.: ФРГ, 1980. — 65 к. 5000 экз.
- Зайцев Ю. В., Промыслов В. Ф. **Строительные конструкции:** Учебник для техникумов. — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 21 л., ил. — В пер.: 1 р. 10 к. 40 000 экз.
- **Динамический расчет специальных инженерных сооружений и конструкций /** В. А. Ивович, А. П. Кириллов, Б. Г. Коренев и др.; Под ред. Б. Г. Коренева, А. Ф. Смирнова. — М.: Стройиздат, 1985 (IV кв.). — 50 л., ил. — (Справочник проектировщика). — В пер.: 2 р. 90 к. 40 000 экз.
- **Неразрушающие методы испытания бетона (Совм. изд. СССР, ГДР, ЧССР) /** О. В. Лужин, Э. Польш, Г. Б. Шмаков и др. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 20 л., ил. — 3 р. 4900 экз.
- Пирожников Л. Б. **Занимательно о бетоне.** — 2-е изд. — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 7 л., ил. — 70 к.
- Брукс Г., Линдер Р., Руфферт Г. **Торкретбетон, торкретцемент, торкретштукатурка:** Пер. с нем. — М.: Стройиздат, 1985 (I кв.). — 15 л., ил. — Пер. изд.: ФРГ, 1981. — 75 к. 10 000 экз.
- **Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях /** С. Н. Алексеев, В. Б. Ратинов, Н. И. Розенталь, Н. Л. Кашурников. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 15 л., ил. — В пер.: 1 р. 10 к. 10 000 экз.
- Кожин В. А., Заверняев В. Л. **Аттестация качества строительных конструкций.** — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 12 л., ил. — (Надежность и качество). — 65 к.
- Соломатов В. И. **Технология полимербетонов и армополимербетонных изделий.** — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 10 л., ил., — 55 к. 4000 экз.
- Ямлев У. А., Анциферов Г. В. **Технология производства легкбетонных конструкций.** — М.: Стройиздат, 1985 (I кв.). — 14 л., ил. — 70 к.
- **Экономия цемента в строительстве /** Под ред. З. Б. Энтина. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 15 л., ил. — 75 к.
- Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. **Строительные материалы:** Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 35 л. — В пер.: 1 р. 50 к. 40 000 экз.
- Грассник А., Хольцапфель В. **Предупреждение дефектов в высотном строительстве:** Пер. с нем. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 15 л., ил. — Пер. изд.: ФРГ, 1981. — 1 р. 10 к. 10 000 экз.
- Торкатюк В. И. **Монтаж конструкций большепролетных зданий.** — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 10 л., ил. — 50 к. 5000 экз.
- Менделев В. Я., Ильин С. И. **Монтаж сборных конструкций промышленных печей из жаростойкого бетона и железобетона.** — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 10 л., ил. — (Повышение мастерства рабочих стр-ва и пром-сти строит. материалов). — 50 к.
- Попов Л. Н. **Контроль качества работ в жилищном строительстве.** — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1985 (IV кв.). — 20 л., ил. — 1 р.
- Жармагамбетов Б. С. **Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах:** Учеб. пособие для вузов. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 15 л., ил. — 55 к. 40 000 экз.
- **Сельскохозяйственные здания и сооружения:** Учебник для вузов / В. А. Бондарь, Н. И. Гарец, О. Б. Кошлатый и др. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1985 (II кв.). — 30 л., ил. — В пер.: 1 р. 30 к. 40 000 экз.
- Бондарь Е. П. **Техника безопасности при монтаже строительных конструкций:** Учеб. пособие для проф. техн. училищ. — М.: Стройиздат, 1985 (III кв.). — 5 л. — 10 к. 40 000 экз.

К сведению авторов

Направляемые в редакцию рукописи статей должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Рукописи представляются в **2-х экземплярах** и сопровождаются необходимой документацией.
2. Содержание статьи излагается предельно кратко и ясно, с практическими рекомендациями и выводами. Объем рукописи не должен превышать **7 стандартных машинописных страниц, напечатанных через 2 интервала**, включая таблицы, выводы и список литературы. Формулы следует писать разборчиво, выделяя латинские и греческие буквы. Все имеющиеся по тексту формулы необходимо разборчиво и с указанной разметкой выписать (и пронумеровать в том же порядке, как они пронумерованы в тексте в круглых скобках) на отдельном листе стандартного формата. Между отдельными формулами надо оставить интервал в 4—5 строк. Иллюстрационный материал (3—4 рисунка, фото на глянцевой бумаге) также представляется в **2-х экземплярах**. Графики и схемы должны быть четкими, не перегруженными излишними линиями, формулами, обозначениями, надписями и размерами. Все позиции на рисунке или схеме, кривые на графике следует нумеровать арабскими цифрами и выносить их в подрисовочные подписи (прилагаются на отдельном листе). На оборотной стороне каждого рисунка (фото) необходимо проставлять карандашом его порядковый номер и фамилию первого автора статьи.
3. Таблицы должны быть компактными, по возможности упрощенными и не дублировать информации, содержащейся на графиках или вытекающей из текста статьи. Таблицы должны быть построены так, чтобы их можно было читать, не обращаясь к тексту статьи. Не предусмотренные стандартами словесные сокращения в таблицах не допускаются.
4. Ссылки на рисунки, таблицы и литературу следует приводить в тексте статьи. При необходимости в конце статьи приводится список литературы (он должен быть ограничен **4—5 названиями**), при ссылке на авторские свидетельства необходимо давать **полные** библиографические сведения о них.
5. Рукопись (в первоначальном виде и после авторской доработки по замечаниям редакции и рецензентов) должна быть обязательно подписана всеми авторами. При визировании отредактированной статьи достаточно подписи одного из авторов. При отправке рукописи в редакцию необходимо **указать полные паспортные данные** всех авторов, а также **6-значный почтовый индекс домашнего адреса** и номера телефонов.
6. Вместе с рукописью следует представлять в 2-х экземплярах отпечатанный на машинке реферат статьи объемом **3—4 предложения** с указанием ключевых слов статьи.

*Рукописи и письма направлять по адресу: 101442, ГСП, Москва, К-6, Каляевская, 23а.
Телефоны редакции: 292-41-34, 292-62-05.*