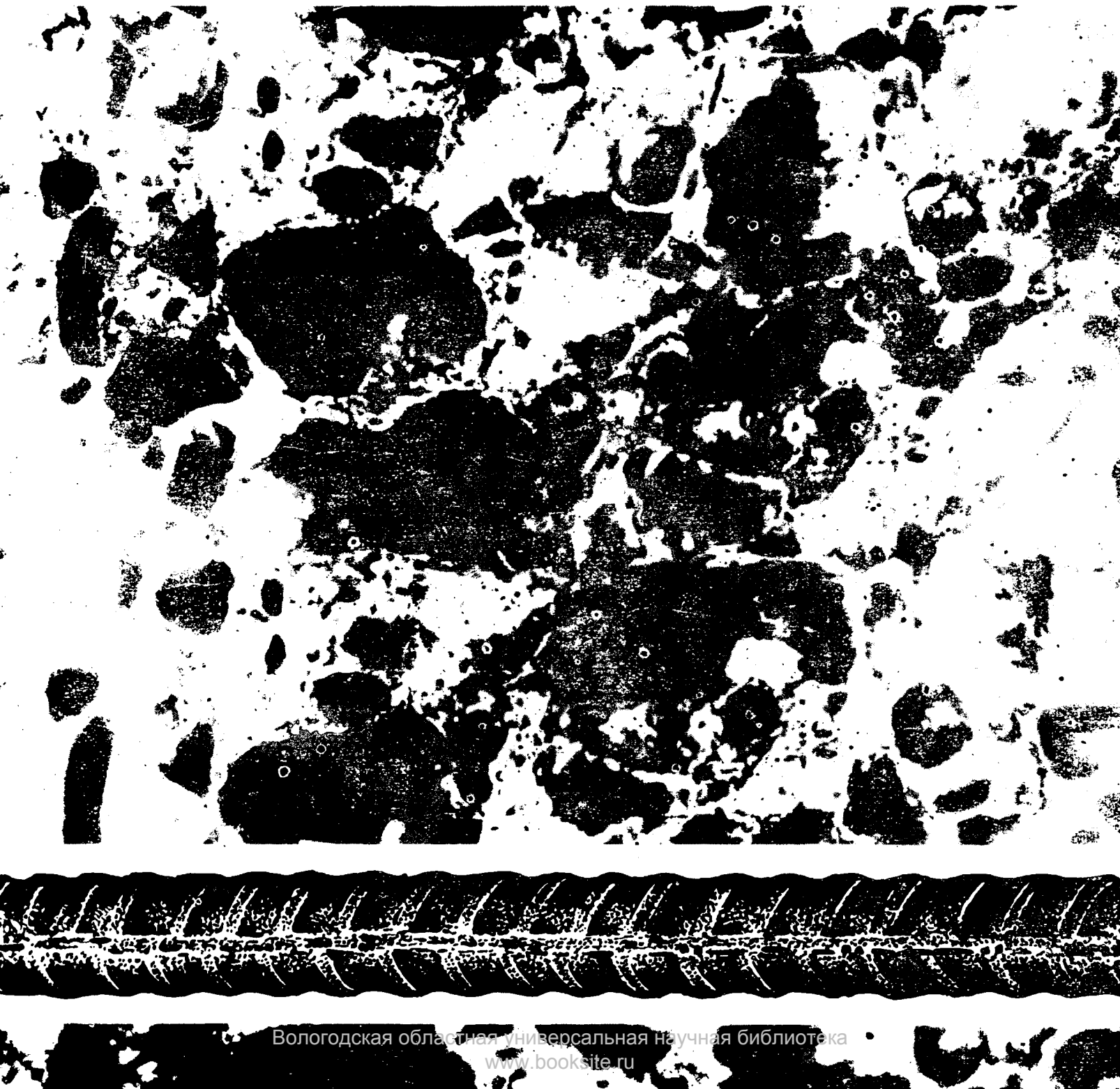
ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

7
1989



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВНИМАНИЮ РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ

Всесоюзное научно-производственное объединение «ЭНЕРГОТЕХПРОМ» Минэнерго СССР предлагает исследовательским, проектным и производственным организациям услуги по проведению испытаний на статические нагрузки строительных и других конструкций.

ВНПО «Энерготехпром» располагает испытательным стендом с силовым полом. Параметры зала позволяют испытывать конструкции размером в плане 18×9 м, высотой до 12 м, с весом отдельных элементов до 15 т.

Имеются комплекс тензометрической аппаратуры и механические средства измерения перемещений и деформаций.

ПО ВОПРОСАМ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРОВ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ: 127577 МОСКВА, ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ПРОЕЗД, ДОМ 1, ТЕЛ. 473-75-05, ЗАВ. ОТДЕЛОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ БРОЙДЕ МИХАИЛ МАТВЕЕВИЧ.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

7 (412)

Издается с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР

Июль 1989

СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!
Выполняя намеченное . . . 2
Соломатов В. И. Проблемы интенсивной раздельной технологии . . . 4
Гусев Б. В., Королев К. М., Кушу Э. Х. Интенсификация приготовления бетонной смеси . . . 6
Руденко И. Ф., Васильева Г. М., Галонена А. А., Чекордина В. Г. Технологические особенности использования интенсивной раздельной технологии на заводах ЖБИ Главтюменьстроя . . . 8
Романов Р. Л., Савин В. Д. Совершенствование технологии раздельного приготовления бетонов . . . 9
Ионаш В. И., Васильева Р. Ф., Шубенок А. И., Литвяк В. И., Акимов А. В., Соломатов В. И. Опыт внедрения интенсивной раздельной технологии на предприятиях Молдавии . . . 11
Мусаев Х. М., Гусейнов А. Г., Вейсов Р. А., Адхамов С. Р., Дубашинский Л. Б., Мамедов М. А. Применение интенсивной раздельной технологии на ДСК-3 Главбакстроя . . . 12
Довжик В. Г., Хаймов И. С. Эффективность интенсивной раздельной технологии в сочетании с другими цементосберегающими приемами . . . 13
Королев К. М., Бочаров Н. А. Смесители-активаторы для раздельной технологии 15
Бруссер М. И., Подмазова С. А. О методике определения эффективности внедрения интенсивной раздельной технологии . . . 17
Заводское производство
Фуников А. Г., Еременко О. В., Суслин Б. Н. Переналаживаемые формы с рельефообразующими матрицами при производстве изделий КПД . . . 18
Воронов Ю. И., Шашин А. Ф. Совершенствование технологической анкеровки стержневой высокопрочной арматуры . . . 20
Меркин А. П., Зейфман М. И., Кулиев М. С. Керамзитобетонные изделия на основе пеплоизвестково-гипсового вяжущего . . . 22
Конструкции
Матвеев В. Г., Кришан А. Л. Пустотные брусковые элементы из опрессованного бетона . . . 24
Арматура
Калмыков В. В., Воловик Н. Г., Осадченко А. В., Омесь Н. М., Грачев В. И., Красовская Г. М. Термомеханически упрочненная арматурная сталь с повышенными эксплуатационными характеристиками . . . 26
В помощь проектировщику
Чиненков Ю. В., Строцкий В. Н. Расчет на косой изгиб элементов прямоугольного сечения по трещиностойкости и деформациям . . . 28
Теория
Ставров Г. Н., Катаев В. А., Леонтьев М. В. Определение коэффициента поперечных деформаций в бетоне при динамическом и статическом нагружении . . 30
Маилян Л. Р., Шевченко В. А. Построение динамической диаграммы «момент — кривизна» изгибаемых элементов . . . 32
Вопросы качества
Маркаров Н. А., Шарипов Р. Ш., Брискин Н. Я. Контроль надежности заанкеривания по величине втягивания арматуры в бетон . . . 35
Мирошниченко К. К., Звездин О. А. Повышение качества приготовления фибробетона . . . 37
Экономия ресурсов
Яворская В. А., Бердов Г. И., Аронов Б. Л., Дмитриев А. С. Опыт экономии цемента на Новгородском ДСК . . . 38
Вопросы реконструкции
Волков В. К., Барыкин В. Н., Каплан М. Б., Романов Л. З. Многоярусные линии по выпуску пустотных панелей перекрытий . . . 39
В порядке обсуждения
Жданов А. В., Однолько Б. А. Расчет поперечной арматуры в железобетонных элементах . . . 41
Библиография
Выпов И. Г. Экономическая проблема защиты металла в строительных конструкциях . . . 44
Зарубежный опыт
Высоцкий С. А. О применении в бетонах цементов с минеральными добавками . 45

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.vofbookshelf.ru

ВЫПОЛНЯЯ НАМЕЧЕННОЕ

Все заводские коллективы ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1 ПСО «Мосстрой» успешно выполнили плановые задания 1988 г. По итогам работы комбинат награжден переходящим Красным Знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ с занесением на Всесоюзную доску Почета на ВДНХ СССР.

В основных направлениях работы коллектива комбината на 1989 г. указаны конкретные пункты различных организационно-технических мероприятий, которые предстоит выполнить заводским коллективам для ускорения научно-технического прогресса в стройиндустрии и повышения качества продукции. Большая работа в этом направлении предстоит, в частности, на Краснопресненском заводе. Специалисты этого передового промышленного предприятия комбината совместно со специалистами НИИМосстроя и других научно-исследовательских организаций осуществляют целый ряд разработок. В этой работе заняты и заводские рационализаторы. Так, в творческой бригаде, которую возглавляют А. Ильющенков и А. Болычев, закончены работы по изготовлению механизированной линии по выпуску каркасов на гибких связях. Следует отметить, что в результате внедрения линии в арматурном цехе получена значительная экономия трудовых и материальных затрат.

На заводе изготовлен опытный образец машины по механизированной раскладке плитки в панелях наружных стен. Для повышения качества этих панелей на заводе стали использовать герметик вилотерм.

Труженики Краснопресненского завода внесли большой вклад в дело улучшения качественно-эксплуатационных характеристик жилых домов. Без снижения объемов производства на заводе организован выпуск эффективных наружных стеновых панелей на гибких связях, полностью завершена конвейеризация всех технологических процессов, в сжатые сроки внедрены унифицированные бортоснастки и прогрессивные методы формования изделий. В настоящее время разработан и внедряется индустриальный профиль на основе ПВХ, что позволит исключить протечки через вертикальные стыки.

Немаловажное значение придается на заводе техническому творчеству трудящихся. О большой рационализаторской работе, которая ведется в коллективе, убедительно свидетельствует объем годового экономического эффекта, получаемого от внедрения рационализаторских предложений. Новаторами завода разработаны и внедрены мероприятия по созданию фонда сверхплановой экономии. Так, экономия цемента осуществляется благодаря образцовому содержанию технологического формовочного оборудования, внедренным прогрессивным приспособлениям. В бетоносмесительных цехах внедрена пневмоавтоматическая система управления дозированием. Совместно со специалистами научно-исследовательских организаций разработана и внедрена смазка МИО.

Опыт работы рационализаторских бригад на Краснопресненском заводе показывает, что успехов добиваются там, где ведут постоянный целенаправленный поиск и внедряют новые прогрессивные методы организации труда, передовые технологические и конструкторские решения.

Успешно выполнив социалистические обязательства 1988 г. по всем технико-экономическим показателям, труженики Тушинского завода наметили для себя новые высокие рубежи на нынешний год. В последнее время коллектив завода стал выпускать продукцию самого высокого качества. Достичь этого заводчанам помогло движение за качество продукции. В каждом подразделении завода созданы группы качества. Членами этих групп выбираются наиболее квалифицированные и инициативные рабочие и инженерно-технические работники, обладающие организаторскими способностями и новаторским подходом к делу. Группы качества анализируют и выявляют недостатки, изучают и обобщают передовой опыт, разрабатывают предложения по совершенствованию организации производства и повышению качества продукции.

Заводчане в короткий срок осуществили мероприятия по внедрению ресурсосберегающих технологий, автоматизированных линий, новых эффективных отделочных материалов. Большинство работ по модернизации производства выполнено за счет внутренних резервов.

Введение вневедомственной приемки готовой продукции — экзамен для каждого промышленного предприятия. Госприемка действует и на Тушинском заводе. Ей предшествовала тщательная подготовка, заключающаяся в аттестации заводского оборудования, внедрении КСУКП в цехах, механизации многих производственных процессов. В сжатые сроки на пяти кассетах внедрена полуавтоматическая система термообработки изделий, модернизированы сварочные машины АТМС, повышена эффективность вибрации кассет. На заводе освоены технологии изготовления железобетонных перегородок толщиной 80 мм в кассетных установках стандартного типа, укладки крупноразмерной плитки и отделки внутренней поверхности железобетонных ограждений балконов и лоджий, производства блоков фундаментных плит.

Немало намечено заводчанами на этот год. Предстоит совершенствовать внутризаводской хозрасчет, полностью перейти на самофинансирование. Для увеличения объема выпуска ограждений лоджий намечено реконструировать цех № 2. Начато освоение выпуска объемных элементов балконов. Подготавливаются новые складские территории. Заводчане стремятся увеличить фондоотдачу, усиливают контроль за экономией сырья и материалов, внедряют мероприятия по реализации остатков готовой продукции.

Доброй славой пользуются на заводе передовики производства: формовщик Ю. Васильев, газосварщик А. Петров, бригадир комплексной бригады арматурного цеха Н. Сучков и др.

На каждом заводе ДСК-1 действуют творческие группы, решающие важные вопросы совершенствования конкретных производственных процессов. В настоящее время активизировалась деятельность и первичных организаций НТО, которые проводят большую работу по развитию движения за разработку и выполнение личных творческих планов каждым рационализатором. Этими планами предусматривается осуществление технических разработок, внедрение которых способствует достижению намеченных рубежей по росту производительности труда на каждом рабочем месте.

В 1988 г. всего по комбинату внедрено рационализаторских предложений с экономическим эффектом на сумму 600 тыс. р. В течение прошлого года поступило 602 рационализаторских предложения. Благодаря внедренным новшествам сэкономлено 781 т металла; 1502 тыс. м^3 газа; 4,8 тыс. т

© Стройиздат, журнал «Бетон и железобетон», 1989

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

цемента; 155,5 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Лучшими рационализаторскими предложениями признаны следующие. Это изменение конструкции шахтной панели с экономическим эффектом 93 тыс. р. (авторы — Г. Куликов, Т. Студникова, В. Михеев); автоматизация теплового режима в вертикальных пропарочных камерах (авторы — Н. Бирюков, В. Китаев, А. Сидоров, В. Зенкин); усовершенствование состава бетона, изменение его компонентов, их количественного соотношения (автор — И. Верскаинова). Лучшим рационализатором признан бригадир слесарей ремонтно-механического цеха Хорошевского завода В. Назаров.

В новых условиях хозяйствования возрастает роль прибыли в деле повышения эффективности производства. Повсеместно на комбинате активизируется поиск прогрессивных технологий, путей их скорейшего внедрения. На одном из конвейеров формовочного цеха № 2 Ростокинского завода налажен выпуск новой продукции — внутренних стеновых панелей с бескоробочной навеской дверных полотен. За сутки с конвейера сходит более 70 изделий. На заводе собственными силами ведется капитальный ремонт большинства конвейерных линий без снижения объемов производства. Разработаны и внедрены новые эффективные бетоноукладчики с виброуплотнителем, заглаживающие механизмы, шлифовальные машины. До недавнего времени не хватало щеток для чистки кассетных машин. С начала 1989 г. выпуск таких щеток налажен в формовочном цехе № 1. Для своевременного ремонта и переоснащения форм и оборудования на заводе создана специальная бригада под руководством П. Пасько.

Слабым звеном в технологической производственной цепочке на заводе являются пропарочные камеры с устаревшим оборудованием. За короткий срок специалисты проделали большую работу: изменили конструкцию крепления приводов верхней передаточной тележки, восстановили несущую способность всех внутрикамерных металлоконструкций, в том числе отсекателей, гидроцилиндров. На конвейерах заменены все толкатели. До недавнего времени плохим было качество поверхности лестничных площадок ЛП-1260-1. После усовершенствования шлифовальной установки качество повысилось.

Однако следует отметить, что на Ростокинском заводе еще немало предстоит сделать для повышения производительности труда и качества изделий. Не налажена ритмичная поставка изделий, нет двухсуточного их запаса. Еще велики затраты на исправление брака, а также расходы на эксплуатацию оборудования.

Большую работу проделали труженики Хорошевского завода по освоению новых эффективных отделочных материалов, совершенствованию технологических процессов. Здесь на полгода раньше установленного срока введен в эксплуатацию склад готовой продукции.

Большой вклад в дело выполнения плановых заданий с высоким качеством вносят на заводе коллективы цеха № 3 (начальник А. Грибков) и арматурного цеха (начальник Г. Невский). Успех работы этих коллективов складывается из многих факторов. Прежде всего, это слаженность, высокая трудовая и производственная дисциплина, освоение смежных специальностей. За короткий срок в арматурном цехе модернизированы широкосеточные машины, вместо механических линий введены в действие автоматические.

На заводе внедрена новая эффективная отделка санитарно-технических кабин, освоен декоративный стеновой материал на вспененной основе. Полностью закончена разработка кабины, совмещенной с вентиляционным блоком, что позволило увеличить площадь кухни.

Перестройка управления экономикой опирается на комплексную систему мер по совершенствованию хозяйственного механизма. На ДСК-1 основательно подготовились к работе в новых экономических условиях. Здесь заранее были продуманы действенные мероприятия по повышению рентабельности всех строительных потоков и заводских цехов, выявлены резервы экономии ресурсов на каждом рабочем месте. В прошлом году на комбинате немало сделано для ликвидации убыточных звеньев, создания условий целенаправленной прибыльной деятельности. Сейчас на комбинате люди экономически заинтересованы в снижении себестоимости и улучшении качества продукции.

Важным этапом к переходу на работу в новых условиях хозяйствования явилась разработка экономических нормативов формирования фондов экономического стимулирования. Эти фонды направляются на материальное поощрение, социальное развитие коллективов и модернизацию оборудования в заводских цехах.

Обновление на промышленных предприятиях комбината стало результатом дальновидности его руководителей, которые более десяти лет тому назад сделали реконструкцию главным фактором развития производства.

Переход на государственную приемку продукции в строительных объединениях и на предприятиях явился одной из мер в решении проблемы качества. С 1 января 1989 г. госприемка стала действовать на всех заводах комбината. Так как самую объективную оценку продукции комбината способны дать только новоселы, еще задолго до введения госприемки на ДСК стали внимательно рассматривать каждую жалобу, каждое замечание жильцов. Прежде всего оценку деятельности монтажных управлений и потоков стали давать с учетом количества поступивших на комбинат жалоб. Это во многом способствовало тому, что все монтажные и отделочные подразделения активизировали свою деятельность по своевременному выявлению и устранению конструктивных недостатков, повышению качества работы.

Работу заводских коллективов стали оценивать по результатам анализа качественных показателей каждой детали, каждого изделия. Оценку эту осуществляют сами домостроители. Так, по результатам работы в первом квартале 1989 г. лучшим признан коллектив Тушинского завода. По продукции этого коллектива у монтажников меньше всего замечаний.

Специалисты комбината совместно с проектировщиками МНИИТЭП разработали серию прямых, поворотных и угловых секций для домов разной этажности на основе базовой прямой восьмимодульной секции. Предусмотрено, что в случае необходимости глухие наружные стены могут располагаться как по торцам, так и по выступающим участкам фасадов. Благодаря этому из ограниченного набора сборных железобетонных элементов можно формировать прямые (рядовые и торцовые) секции и секции под углом 90°. Используя семи- или восьмимодульные секции с глухим выступом фасада, можно получить трехлучевую секцию. А при использовании укороченной пятимодульной секции образуется двухлучевая угловая.

Имеется еще одно преимущество от применения восьмимодульной секции: постоянным является единый шаг поперечных стен, равный 3,6 м.

Разработанные новые секции обладают большей маневренностью по сравнению с существующими. Их можно успешно применять внутри существующей застройки, а также при реконструкции. Благодаря единому шагу поперечных стен значительно сокращается номенклатура изделий. Подсчитано, что для внедрения новых жилых секций потребуется освоить 250 марок новых изделий и снять с производства 320 марок изделий серии П 44/17.

Подразделения и цеха, накопившие опыт соревнования в новых условиях, стремятся существенно повысить научно-технический потенциал. В УПТК комбината освоено производство эффективных уплотнительных прокладок, позволяющих надежно герметизировать и утеплять горизонтальные стыки. Благодаря этому снизилось количество жалоб новоселов на протечки и промерзания стыков. Отработана и успешно применяется технология утепления и замоноличивания вертикальных межпанельных стыков наружных стен путем заливки пенопласта ФРП.

За последние годы на каждом заводе комбината немало сделано по социальному развитию всех сторон жизни коллектива. Постоянная забота о каждом труженике, создание оптимальных условий труда и быта обеспечивают стабильность кадрового состава, высокие производственные показатели. Этот принцип учета человеческого фактора прочно закрепился на всех заводах ДСК. Так, теперь все работники ночных смен обеспечены горячим питанием, в цехах оборудованы благоустроенные бытовые помещения. Организована продажа продовольственных товаров.

Труженики комбината на деле доказывают свою готовность внести достойный вклад в решение важной проблемы — обеспечить к 2000 г. каждую семью отдельной квартирой. Для ее решения за десять лет в одной лишь Москве необходимо построить жилых домов общей площадью не менее 50 млн. м². Четвертую часть этого объема предстоит возвести труженикам ДСК-1.

В 1989 г. домостроители комбината сдадут в эксплуатацию жилых домов общей площадью 1,27 млн. м², в том числе 101,7 тыс. м² в Нижневартовске и 9,7 тыс. м² в Тынде. В настоящее время на ДСК-1 достигнута самая высокая выработка в домостроении. И поэтому есть чему у них поучиться.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.542.011.8

В. И. СОЛОМАТОВ, д-р техн. наук, проф. (МИИТ)

Проблемы интенсивной раздельной технологии

Два года назад было принято постановление Госстроя СССР об активном внедрении интенсивной раздельной технологии (ИРТ) приготовления бетонной смеси. В современном бетоноведении не так уж много примеров столь бурных дискуссий и полярных мнений технологов, вызванных повсеместной реализацией нового предложения. Поэтому уместно, на наш взгляд, кратко изложить сущность этой технологии и ее отличие от известных способов активации цемента.

ИРТ непосредственно следует из полиструктурной теории композиционных строительных материалов, в том числе бетона. Первичный принцип ИРТ — принцип раздельности — означает раздельное формирование микро- и макроструктуры композита в режимах, близких к оптимальным. Применительно к бетону этот принцип реализуется в предварительном приготовлении цементного теста с включением модификаторов, наполнителей или мелкозернистых заполнителей в быстроходных аппаратах по интенсивному режиму с последующим получением бетонной смеси в ординарных смесителях. Из многих известных аппаратов интенсивного перемешивания на современном этапе наиболее распространены быстроходные машины турбулентного действия, так называемые смесители-активаторы, хотя активация цемента не единственный фактор качественных изменений цементного теста при скоростном перемешивании.

Раздельное приготовление (первая ступень ИРТ) обеспечивает экономию 10... ...12 и 15 ... 18% цемента для тяжелых и легких бетонов соответственно в зависимости от их назначения и вида, состава и качества заполнителей. В благоприятных условиях эффект может быть выше.

При реализации ИРТ в полном объеме для получения максимального эффекта ресурсосбережения принцип раздельности дополняют два положения: оптимальное наполнение цементного теста (предпочтительно на стадии приготовления бетонных смесей) и эффективное использование модификаторов, в первую очередь пластификаторов (вторая и третья ступени ИРТ). Эффект от одновременного введения наполнителей и пластификаторов превышает суммарный эффект от наполнения и пластификации смесей, осуществляемых отдельно.

На второй ступени ИРТ обеспечивает экономию до 20 ... 25% цемента. Полученные по ИРТ пластифицированные и наполненные смеси (третья ступень) имеют пониженный вдвое нормативный расход цемента, а для низкомарочных и легких бетонов на 60% и более [1 ... 3].

Для наполнения бетонов пригодны порошки кварцевых и кварцсодержащих, порфиритовых, диоритовых, базальтовых пород (эффективно использование вскрышных и отвальных масс), известняков различной плотности, диатомитов, глиежей и других горных пород, а также отходов и побочных продуктов производства — шлаков всех видов, зол, шламов, отвалов горнохимических предприятий. Опыт показывает [2, 3], что оптимальные значения дисперсности и количества наполнителей зависят от их природы, дисперсности цемента и назначения бетона. Так, рекомендуемые значения удельной поверхности составляют ($см^2/г$): кварцевый песок — 900 ... 1200, известняк — 1500 ... 2500, электротермофосфорные шлаки — 1000 ... 1500, доменные шлаки — 600 ... 3000, вагранoчные шлаки — 1000 ... 2000, барханные пески — 1000 ... 2000, апатитсодержащие породы — 1000 ... 1500, диатомиты — 1500 ... 2000, зола-унос ТЭС — 2000 ... ... 3000, керамзитовая пыль — 3000 ... ... 3500, вулканическое стекло — 800 ... ... 1500, глиежи — 1000 ... 1500.

Оптимальная дисперсность наполнителя зависит от поверхностной активности его частичек в водной среде, точнее от соотношения показателей поверхностной активности частиц наполнителя и вяжущего. По условиям самоорганизации структуры твердеющего цементного теста на кластерном уровне при превосходстве активности вяжущего соотношения средних размеров зерен наполнителя и цемента составляют 3 ... 10. Если же показатели активности частиц наполнителя и вяжущего близки или поверхностная активность частиц наполнителя выше, то частицы наполнителя выступают в роли структурообразующих, вокруг которых группируются менее активные зерна цемента. В этом случае оптимальные условия формирования микроструктуры реализуются при идентичности или близости средних размеров зерен наполнителя и цемента [4].

Поверхностная активность дисперсных частиц наполнителей целенаправленно изменяется добавками модифицирующих веществ при механическом измельчении до требуемой дисперсности или применением иных методов. В качестве модификаторов эффективно использовать известные гидрофобизаторы, ПАВ и другие материалы в следующем количестве (% к наполнителю по массе): сланцевая смола — 0,2 ... 0,6, хлопковая смола — 0,3 ... 0,5, мылонафт — 0,4 ... 0,6, ГКЖ-11 — 0,1 ... 0,3, АЦФ-3М — 0,1 ... 1,5, анилин — 0,1 ... 0,3, фурфурол — 0,4 ... 0,6, С-3 — 0,3 ... 2,0, ЛСТ — 0,4 ... 1,2, графит — 1,0 ... 2,0, сера — 0,5 ... 1,0, цемент — 0,5 ... 5,0.

Для экономии цемента желательно по возможности заменить его наполнителем в смеси. При прочих равных условиях рациональная степень наполнения зависит от водосодержания смеси и увеличивается с повышением В/Ц. Эксперименты показывают, что в смесях с В/Ц=0,8 и выше, приготовленных с применением пластификаторов, наполнителем можно заменить 60 ... 70% цемента по массе. Абсолютные показатели прочности бетона при этом естественно снижаются до низкомарочных составов, но сохраняются на уровне ненаполненного бетона, приготовленного из смеси с подобным водосодержанием.

Основа ИРТ — приготовление наполненного цементного теста или мелкозер-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

нистой смеси в интенсивном гидродинамическом режиме в быстроходных смесителях. Сущность происходящих при этом механических, физических и физико-химических явлений нуждается в тщательном изучении и идентификации. Тем не менее можно констатировать, что основными факторами, обусловливающими снижение потребности цемента или адекватное увеличение прочности, являются общая гомогенизация и повышение однородности смеси, дезагрегирование и диспергирование цементных частиц, улучшение смачиваемости и повышение растворимости зерен цемента, десольватация гидратирующихся зерен. В итоге повышается степень гидратации цемента на 15 ... 20%, т. е. более полно используется его потенциальная вяжущая способность. Определенная роль, очевидно, принадлежит трибохимическому эффекту.

Как показывают исследования, интенсивные гидромеханические воздействия на новообразования способствуют процессу кластерообразования (агрегирования) частиц гелевой составляющей с высвобождением физически связанной воды, улучшая водный баланс гидратирующейся смеси. Максимальное водоотделение проб цементного теста наблюдается после 50 ... 60 с скоростного перемешивания смеси, что дает информацию для дальнейшей оптимизации режима.

Первые опыты по ИРТ начаты в 1968 — 1969 гг. применительно к бетонам на полимерных вяжущих. Первые разработки ИРТ приготовления цементных бетонов выполнены в МИИТе и ТашЗНИИЭПе на примере керамзитобетонов [5]. На экспериментальной базе ТашЗНИИЭП в течение нескольких лет изготовляли по ИРТ стеновые панели и другие изделия в большом количестве, которые установлены и прошли многолетнюю проверку непосредственно в жилых домах Ташкента [3]. Дальнейшее развитие ИРТ получила в ТашИИТе, Одесском инженерно-строительном институте, Мордовском государственном университете, СибАДИ. Позднее получен успешный опыт внедрения ИРТ применительно к композитам на основе полимерцементных, гипсовых, известняковых, силикатных и других вяжущих.

Новая страница в развитии ИРТ начата в 1987 г. в рамках программы «Цемент-90». Этому предшествовала тщательная проверка ИРТ специалистами НИИЖБа, ВНИИжелезобетона и других организаций. По результатам проверки проведен всесоюзный семинар с демонстрацией ИРТ, после чего она рекомендована к повсеместному внедрению на заводах стройиндустрии. В настоящее время по этой технологии работают десятки заводов ЖБИ и товарного бетона в различных регионах страны.

Наибольший успех достигнут ТСО Тюменьстрой Минуралсибстроя СССР, где достигнута стабильная экономия цемента (на отдельных заводах до 20%, чему способствовало использование добавки ЛСТ и мелких песков, по крупности приближающихся к наполнителям). Эффективная разработка ИРТ получена на ПО строительных материалов и конструкций «Вангажи» Минпромстройматериалов ЛатвССР, Кишиневском ДСК-1 и других заводах Минпромстроя МССР, предприятиях Минсевзапстроя СССР, Минюгстроя СССР, Узбекской и Киргизской ССР (ЖБИ-2 в г. Фрунзе и др.). Накоплен интересный опыт и выявлены причины, тормозящие внедрение ИРТ. По опыту внедрения ими оказались работоспособность и надежность быстроходных смесителей.

К сожалению, в первоначальной конструкции смесителя-активатора СА 400/500, предложенного КузНИИшахтостроем, быстро выявились недостатки, исключающие его надежную работу: прилипание смеси к крышке и стенкам и недостаточно полное перемешивание, несовершенство узла выгрузки смеси, зарастание труб подачи цемента и песка, неудачное решение узла подшипников, малый объем. В сущности, работы по ИРТ в 1988 г. свелись к созданию и заводской доводке достаточно работоспособного эффективного смесителя-активатора и устранению указанных недостатков исходной модели СА 400/500. В результате поисков заводских и конструкторских коллективов разработаны и апробированы непосредственно на заводах модификации смесителя-активатора, отличающиеся размерами, конструкциями узлов и режимами, пригодные для широкого внедрения. Таким образом, в кратчайшие сроки был создан работоспособный скоростной смеситель. Для решения этой задачи традиционными способами потребовались бы годы.

Высокую эффективность и надежность в длительной эксплуатации показали смесители-активаторы СА 600/800 Главтюменьстроя, ПО «Вангажи», модифицированная конструкция КузНИИшахтостроя (особенно для подвижных смесей) и опытные образцы активаторов ВНИИстройдормаша. При этом мощности электродвигателей модифицированных моделей смесителей-активаторов повышены до 45 ... 55 вместо 22 кВт исходного образца КузНИИшахтостроя.

Приготовляемые по ИРТ составы с дисперсным наполнителем корректируются с целью замены части цемента активированным наполнителем и обеспечения требуемой удобоукладываемости смеси введением пластификаторов. Для ненаполненных составов (первая ступень ИРТ) корректируются доли песка и воды в смеси. В процессе приготовления в быстроходный смеситель подают 25 ... ... 60% расчетного количества песка. Подача всей массы песка в активатор требует резкого повышения мощности двигателя и, на наш взгляд, нуждается в обосновании в каждом конкретном случае.

Необходимо отметить, что бетонные смеси, приготовленные по ИРТ, приобретают иные реологические свойства. Так, их подвижность, измеренная по стандартной методике, на 2 ... 5 см ниже, при этом снижаются и показатели жесткости. Однако удобоукладываемость таких смесей выше по сравнению со смесями, приготовленными по обычной технологии. Это свидетельствует о неприемлемости стандартных методов измерения свойств смеси и необходимости выработки новых методов оценки удобоукладываемости бетонных смесей, приготовленных по ИРТ.

Внедрение ИРТ в программе экономии цемента сдерживается необъяснимо низкими ценами на цемент и несовершенством принципов экономического стимулирования коллективов предприятий, его сберегающих.

Широкое применение ИРТ настоятельно требует адекватного расширения работ по научному обеспечению. Необходимо установить гидродинамические закономерности движения наполненных цементных дисперсий в режимах быстроходных смесителей и оптимизировать эти режимы; расширить наши представления об особенностях гидратации вяжущих и структурообразовании смесей, подвергающихся сильным гидромеханическим воздействиям; определить влияние механических, физических, химических и физико-химических факторов. Нуждаются в обосновании и разработке способы подбора составов бетонов применительно к ИРТ с учетом наполнителей и модификаторов. Следует более точно определить технологические режимы с учетом разнообразия требований к бетонным смесям, применяемых цементов и заполнителей, а также наполнителей и модификаторов. Необходимо также определить физико-технические свойства и долговечность бетонов, получаемых по ИРТ. Особое место при этом занимают вопросы сохранности арматуры в этих бетонах.

На наш взгляд, финансирование исследовательских и опытных работ по ИРТ должно быть увеличено.

Интересно подчеркнуть, что новая тех-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

нология позволяет повысить стойкость и долговечность бетонов путем целенаправленного введения наполнителей, что требует углубленного изучения. Применение бетонов, приготовленных по ИРТ, позволяет также сократить длительность термообработки изделий на 15 ... 20%.

Внедрение ИРТ означает перестройку традиционной технологии приготовления бетонной смеси, длительно ориентированной на простое перелопачивание. Применение ИРТ не противоречит другим прогрессивным приемам и технологиям, направленным на экономию цемента и повышение эффективности производства бетона и железобетона, и во всех случаях дополняет их, поднимая на новый технический уровень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соломатов В. И., Тахиров М. К., Выровой В. Н. Пути интенсификации современной технологии бетона // Интенсификация производства и повышение качества сборных железобетонных изделий. — Бухара, 1984. — 3—6 с.
2. Соломатов В. И., Арадовский Я. Л., Борисов Е. П. Эффективные легкие бетоны с наполненными связующими // Известия АН УзССР: Сер. техническая. — 1985.— № 6. — С. 68—69.
3. Соломатов В. И., Глаголева Л. М., Объедков А. Е. Эффективный путь экономии цемента в технологии бетона // Промышленное строительство. — 1983. — № 5. — С. 30—31.
4. Соломатов В. И., Выровой В. Н., Литвяк В. И. Наполненные цементы и бетоны и перспективы их применения на предприятиях стройиндустрии Молдавской ССР. — Кишинев: МолдНИИНТИ, 1986. — 76 с.
5. Соломатов В. И., Глаголева Л. М., Арадовская Э. И. Керамзитобетон со сниженным расходом цемента // Строительные материалы.— 1976. — № 2. — С. 18—20.

УДК 693.542.011.8

Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук, проф., К. М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук,
Э. Х. КУШУ, инж. (НИИЖБ)

Интенсификация приготовления бетонной смеси

Способы активации цемента интенсивным механическим воздействием на цементную или цементно-песчаную суспензию известны достаточно давно [1], однако до сих пор не получили широкого распространения.

Интенсивная раздельная технология приготовления бетонной смеси включает предварительную активацию (перемешивание при больших окружных скоростях) в смесителях-активаторах цементно-песчаной смеси с последующим смешиванием ее в низкооборотных смесителях с крупным заполнителем.

Анализ процессов, происходящих при раздельной технологии, показывает, что они неодинаково затрагивают различные уровни и элементы структуры бетона. Так, данная технология по сравнению с традиционным способом при прочих равных условиях позволяет повысить прочность цементного камня. Некоторый вклад в прирост прочности, несомненно, вносят механическая активация зерен кварцевого песка и очищение их от загрязняющих налетов при высокоскоростном перемешивании.

Однако улучшения сцепления цементного камня с крупным заполнителем или упрочнения контактной зоны бетона, являющейся наиболее слабым элементом структуры тяжелого бетона, раздельная тенология не предполагает. Этим объясняется значительное снижение эффекта от активации цементно-песчаной смеси при испытании бетонных образцов по сравнению с образцами из цементного камня. Данный эффект снижается по мере ухудшения сцепления цементного камня с зернами крупного заполнителя.

Таким образом, состояние контактной зоны бетона может влиять на эффективность раздельной технологии. Структура контактной зоны ухудшается вследствие химической и поверхностно-энергетической инертности крупного заполнителя, а также его загрязненности. Воздействием на данные показатели можно повысить эффективность раздельной технологии.

Одним из способов улучшения структуры контактной зоны бетона является предварительная механическая обработка, например перемешиванием в бетоносмесителях крупных заполнителей с повышенным содержанием загрязняющих примесей в виде налетов на поверхности зерен. При этом происходят процессы обогащения заполнителей (очищение зерен от загрязняющих примесей и др.) и их механическая активация (обнажение свежих поверхностей). Эффект механической активации поверхности зерен проявляется только для крупных заполнителей невысокой прочности, например для карбонатного щебня марки по прочности не выше 600 [2].

В НИИЖБе изучили способы приготовления бетоной смеси, включающие отдельно активацию цементно-песчаной смеси в смесителях-активаторах, механическую активацию карбонатного щебня, а также совместное использование этих приемов. Эффективность активации оценивали при сравнении с традиционным способом приготовления бетонной смеси, предполагающим одновременное смешивание всех составляющих.

Исходными материалами служили портландцемент марки 400 Воскресенского завода, речной песок с $M_к = 1{,}7$ и карбонатный щебень фракции 5 ... 40 мм марки по прочности 600 Пятовского месторождения, не содержащий загрязняющих включений.

Бетонные смеси готовили с О. К. = = 3 ... 5 см для бетона класса В25 следующего состава на 1 м³: Ц = 360, П = = 600, Щ = 1100, В = 215 л.

При этом использовали спирально-вихревой смеситель ССВ вместимостью 10 л, разработанный ПО Оргтехстром МПСМ ЛатССР [1] и бытовой турбулентный смеситель-активатор вместимостью 20 л конструкции КузНИИшахтостроя.

Все параметры активации за исключением удобоукладываемости цементно-песчаной смеси принимали фиксированными на основании предшествующего опыта работы — продолжительность активации 60 с, Ц:П = 1:1, объем готовой смеси 8 л.

Для механической активации карбонатного щебня служил лабораторный смеситель роторного типа СБ-142, снабженный специальным лопастным аппаратом, обеспечивающим оптимальные парамет-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ры перемешивания для данного щебня (среднее давление по площади лопасти 30 кПа, энергоемкость перемешивания 1,2 кВт·с/кг).

Окончательно все составляющие бетонной смеси смешивали в том же смесителе роторного типа.

Из каждого замеса на стандартной лабораторной виброплощадке формовали по три образца-призмы размером 10×10×40 см, а из некоторых дополнительно по 15 образцов-кубов с ребром 10 см. Все образцы испытывали в возрасте 28 сут нормального твердения — призмы на растяжение при изгибе, а их половинки — на сжатие. Образцы-кубы исследовали на морозостойкость.

Первоначально сравнивали возможность активации в различных смесителях-активаторах цементно-песчаной смеси неодинаковой удобоукладываемости, которую контролировали с помощью конуса СтройЦНИЛа. В/Ц смеси варьировали от 0,25 до 0,75.

Исследования показали, что смеситель-активатор конструкции КузНИИшахтостроя позволяет приготовлять смеси с погружением конуса ⩾100 мм. При меньшей подвижности смеси турбулентной циркуляции в смесителе не происходит, поскольку смесь налипает на стенки корпуса.

По раздельной технологии активацию цементно-песчаных смесей осуществляли в спирально-вихревом смесителе при В/Ц=0,25 ... 0,6 и смесителе-активаторе конструкции КузНИИшахтостроя при В/Ц=0,45 ... 0,6.

При традиционном способе прочность бетона на растяжение при изгибе R_{bt}=3,84 и на сжатие R_{bc}=28,7 МПа, на механически активированном щебне — R_{bt}=4,48, а R_{bc}=31 МПа. Таким образом, прирост прочности бетона вследствие механической активации щебня составил 17 и 8%.

Результаты испытаний бетона при раздельной технологии представлены в таблице. При сравнении данных установлено, что активация цементно-песчаной смеси в обоих смесителях-активаторах приводит к повышению R_{bt} и R_{bc} на 3 ... 12%, причем при увеличении В/Ц активируемой смеси с 0,45 до 0,6 прирост прочности бетона снижается.

При совместном использовании активации цементно-песчаной смеси и активации щебня прирост прочности бетона возрастает и составляет на растяжение при изгибе 12 ... 21, на сжатие 9 ... 19%.

Раздельная технология повышает однородность бетона вследствие увеличения микроднородности цементного камня. Расчеты показали, что внутрисерийный коэффициент вариации прочности бетона на сжатие при раздельной

В/Ц	Конструкция			
	Спирально-вихревой смеситель		Смеситель-активатор КузНИИшахтостроя	
0,25	3,97/3*	30,7/7**	—/—*	—/—**
	4,49/17	34,1/19	—/—	—/—
0,35	4,26/11	31,9/11	—/—	—/—
	—/—	—/—	—/—	—/—
0,45	4,25/10	31,9/11	4,29/12	31,1/8
	4,35/13	32,3/14	4,42/15	33,2/16
0,60	4,24/10	30,4/6	4,06/6	29,7/3
	4,66/21	32,3/13	4,29/12	31,3/9

Примечание. Над чертой — на рядовом щебне, под чертой — на активированном.

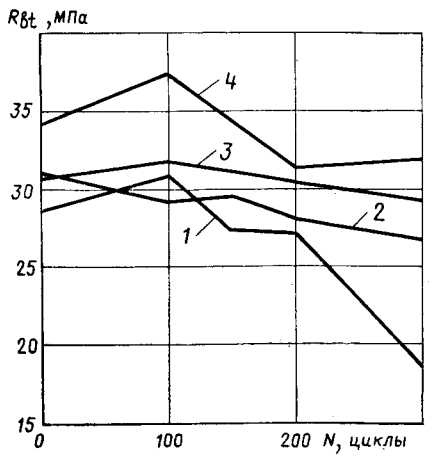
* Перед чертой — R_{bt}, МПа, после черты — ΔR_{bt}, %.

** Перед чертой — R_{bc}, МПа, после черты — ΔR_{bc}, %

технологии находится в пределах 5 ... 6, тогда как при традиционном способе приготовления бетонной смеси он равен 7,5%.

Анализ литературных данных [3, 4] сведетельствует о том, что на эффективность раздельной технологии отрицательно влияет поверхностная влажность крупных заполнителей. Сольватные оболочки воды на поверхности зерен в процессе смешивания крупного заполнителя с предварительно приготовленной растворной частью смеси, по всей видимости, способны сохраняться, повышая В/Ц контактного слоя цементного теста и увеличивая его пористость.

Для установления влияния на эффективность раздельной технологии максимальной поверхностной влажности карбонатного щебня сухой щебень после активации смачивали водой непосредственно перед смешиванием с цементно-



Зависимость прочности бетона от числа циклов замораживания и оттаивания

1 — традиционный способ приготовления бетонной смеси; *2* — то же с механической активацией щебня; *3* — раздельная технология приготовления бетонной смеси; *4* — то же с механической активацией щебня

песчаной смесью, приготовленной в спирально-вихревом смесителе при В/Ц=0,45. При этом R_{bt}=4,3, R_{bc}=29,5 МПа, т. е. прочность по сравнению с бетоном на сухом щебне при аналогичном способе приготовления бетонной смеси уменьшилась.

При изготовлении бетонной смеси по тому же способу, но с перемешиванием предварительно увлажненного щебня с 50% цемента в течение 60 с с последующим смешиванием с активированной цементно-песчаной смесью прочность бетона возросла. При этом R_{bt}=4,57, R_{bc}=34,9%. Это объясняется, вероятно, тем, что при смешивании влажного щебня с цементом происходит адсорбционное связывание поверхностной влаги щебня цементом. В результате отсутствует отрицательное влияние сольватных оболочек воды.

Активация цементно-песчаной смеси в большей степени повышает морозостойкость бетона, чем механическая активация щебня (см. рисунок). При традиционном способе приготовления бетонной смеси бетон выдерживает около 230 циклов замораживания и оттаивания, а при механической активации щебня при прочих равных условиях — более 300 циклов. Раздельная технология приготовления бетонной смеси как на рядовом, так и на активированном щебне обеспечивает еще более высокую морозостойкость бетона.

Выводы

Активация цементно-песчаной смеси независимо от конструкции смесителей-активаторов при прочих равных условиях повышает прочность бетона на 3 ... ... 12%, снижает внутрисерийный коэффициент вариации прочности на 1,5 ... ... 2,5% и увеличивает морозостойкость бетона.

Механическая активация карбонатного щебня повышает R_{bt} на 17, а R_{bc} — на 8%, увеличивает морозостойкость бетона.

При совместном применении активации цементно-песчаной смеси и активации щебня прирост R_{bt} составляет 12 ... 21, а R_{bc} 9 ... 19%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев К. М. Механизация приготовления и укладки бетонной смеси. — М.: Стройиздат, 1986. — 136 с.
2. Королев К. М., Кушу Э. Х. Эффективность предварительного перемешивания крупных заполнителей слабых пород в бетоносмесителях // Строительство в районах Урала и Западной Сибири. Совершенствование базы строительства. — М.: ЦБНТИ Минуралсибстроя СССР, 1988. — Вып. 3. — С. 20—22.
3. Пинус Э. Р. Исследование зоны контакта между вяжущим и заполнителем в дорожном бетоне: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1964. — 22 с.
4. Погребной Я. Ф. Вопросы теории твердения и прочности бетона // Применение мелких песков в бетоне и методы подбора состава бетона. — М.: Госстройиздат, 1961. — С. 38—43.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.542.011.8

И. Ф. РУДЕНКО, д-р техн. наук, проф., Г. М. ВАСИЛЬЕВА, канд. техн. наук, А. А. ГАЛОНЕНА, инж. (ЦМИПКС при МИСИ); В. Г. ЧЕКОРДИНА, инж. (завод ЖБИ № 5 Главтюменьстроя)

Технологические особенности использования интенсивной раздельной технологии на заводах ЖБИ Главтюменьстроя

На заводах ЖБИ № 3 и № 5 Главтюменьстроя в 1988 г. была освоена интенсивная раздельная технология (ИРТ) приготовления бетонных смесей.

Внедрение новой для этих заводов технологии обеспечило устранение недостатков в конструкции активаторов СА 600/800, влияющих на интенсивность и полноту обработки активированной смеси, исключение ее налипания на стенках активаторов; ритмичную работу активаторов; выявило технологические особенности ИРТ (время активации смеси, оптимальное соотношение компонентов в активаторе, объем его загрузки и др.); разработку технологического регламента приготовления бетонных смесей по ИРТ для каждого завода; корректировку действующих производственно-технических норм расхода материалов на приготовление бетонных смесей с использованием ИРТ (сокращение расхода цемента).

На заводах ЖБИ № 3 и № 5 установлено по одному активатору для приготовления тяжелого бетона и по одному — для легкого (керамзитобетона). После модернизации этих активаторов, выполненных ЦМИПКСом, были проверены возможности повышения прочности активированного бетона, изготовленного по действующим производственно-техническим нормам расхода материалов. Для бетона каждого класса В12,5; В15; В20; В22,5; В30 выявлен прирост прочности образцов активированного бетона по сравнению с неактивированным. Контрольные образцы из бетона сравниваемых составов изготовляли из производственных смесей с одинаковой подвижностью (при использовании 0,2% пластификатора ЛСТ от массы цемента) и пропаривали в одних и тех же условиях (в пропарочных камерах завода). Для бетона всех классов отмечен прирост прочности.

На производственных активаторах изучали процесс активации на трех уровнях: на цементном тесте, цементно-песчаном растворе и тяжелом бетоне классов В12,5; В20; В22,5; В30.

Исследованы пробы активированного цементного теста со следующими значениями В/Ц: 0,36; 0,38; 0,4; 0,43; 0,53; 0,58 (пробы теста отбирали из активатора). Неактивированное цементное тесто приготовляли в лаборатории. Максимальный прирост его прочности соответствует В/Ц=0,4.

Более сильная степень активации цемента наблюдалась при обработке его вместе с песком в цементно-песчаном растворе (80 ... 110%) при дозировке песка в смеси не менее 50%. В бетоне эффект активации снижается.

Для бетонных смесей заводов ЖБИ № 3 и № 5 подбирали оптимальные параметры ИРТ. Прежде всего определяли оптимальное время обработки растворной смеси в активаторе. Для этого цементно-песчаный раствор (100% воды, 100% песка и 100% цемента на замес) обрабатывали в активаторах в течение 30, 40, 60, 90, 120, 180, 240 с. Затем отбирали контрольные пробы раствора из активатора и активированного бетона из смесителя. Как видно из рис. 1, оптимальное время обработки смеси для получения экстремальной прочности составляет 120 с.

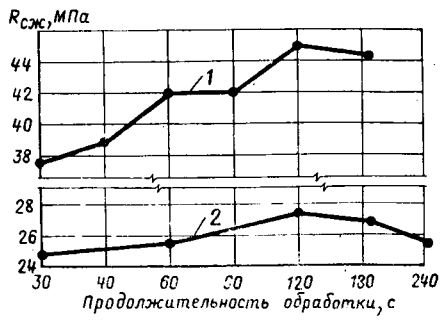


Рис. 1. Влияние времени перемешивания смеси в активаторе на прочность активированного раствора (1) и бетона (2)

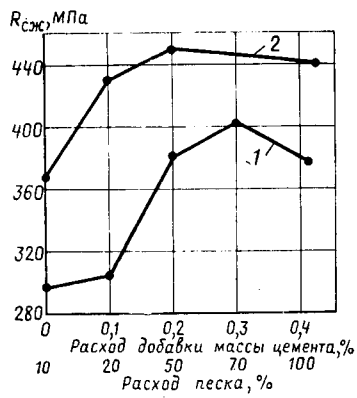


Рис. 2. Влияние расхода добавки (1) и песка (2) в активированной смеси на прочностные свойства бетона

Важным фактором для получения прироста прочности у активированного бетона является дозировка песка в активатор. На заводах ЖБИ № 3 и № 5 исследовали активированные бетоны класса В22,5 (для свай) и растворы для этих бетонов с разным количеством песка (10, 20, 50, 70 и 100% на замес).

Как видно из рис. 2, наибольшая прочность раствора получена при содержании раствора песка в активаторе более 50%, причем, разница в показателях прочности для 10 и 50% песка на замес довольно значительная: 36,5 и 45,0 МПа. В технологическом регламенте как для завода ЖБИ № 3, так и для ЖБИ № 5 принято дозировать в активатор 100% песка. Это исключает дробное дозирование песка, не удлиняет технологический процесс приготовления бетонной смеси, позволяет промыть весь песок. Возможно, что некоторый прирост прочности активированного бетона вызван интенсивной промывкой всего объема песка.

Для заводов определена оптимальная дозировка пластификаторов ЛСТ (завод № 5) и ЛСТМ (завод № 3). Исследовано влияние этих добавок на свойства бетонов при использовании ИРТ. Отмечено, что механизм действия добавки пластификатора на активированную бетонную смесь усиливается в результате лучшей ее диспергации и доведения ее путем интенсивного перемешивания практически до каждого зерна цемента. Оптимальная дозировка пластификатора ЛСТ в бетонную смесь составляет 0,3% массы цемента и ЛСТМ — 0,2%. При дальнейшем увеличении расхода добавки происходит поризация бетонной смеси, что отражается на структуре бетона

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

и снижает его плотность и прочность.

На основании проведенных производственно-экспериментальных исследований разработаны технологические регламенты на приготовление бетонной смеси по ИРТ для заводов ЖБИ № 3 и № 5. Они включают в себя общие положения, требования к материалам, характеристику применяемого оборудования, технологию ИРТ, требования по технике безопасности. Для этих заводов технология приготовления бетонных смесей состоит из двух стадий с совмещением отдельных операций во времени. На первой стадии в работающий активатор последовательно (с интервалом в 10 с) вводят воду (100%) и раствор добавки на замес (за вычетом воды, содержащейся во влажных заполнителях), песок (100%) и цемент (100%). Длительность перемешивания после загрузки материалов в активатор составляет 60 ... 90 с, после чего активированный раствор выгружается в основной смеситель. Одновременно в работающий бетоносмеситель вводят весь щебень. Бетонная смесь перемешивается не менее 45 с. Для очистки активатора в процессе работы в него подают 30 ... 40% воды и весь идущий на замес песок. Водно-песчаную смесь перемешивают в течение 40 ... 60 с, затем в активатор подают оставшуюся часть воды и цемента. Цементно-песчаный раствор активируется в течение 60 ... 90 с. Выгрузка активируемой смеси и приготовление бетона осуществляются далее как обычно.

На заводах ЖБИ № 3 и № 5 скорректированы нормы расхода цемента для изделий всей номенклатуры, изготовляемых с применением ИРТ и пластификаторов. Экономия цемента при этом составляет 18 ... 21% на 1 м³ бетона.

Проведен анализ прочностных свойств бетонов, изготовленных по ИРТ с сокращенными нормами расхода цемента, подсчитаны коэффициенты вариации отпускной прочности. Так, для колонн, ригелей (В30) на заводе ЖБИ № 5 этот коэффициент составил 4,78 (вместо 10,7), для свай — 6,08 (9,6), дорожных плит — 2,5 (8,9).

Выводы

Внедрение ИРТ на заводах ЖБИ № 3 и № 5 Главтюменьстроя позволило сэкономить расход цемента в среднем на 45 кг на 1 м³ бетона (по сравнению с традиционной технологией с использованием пластификаторов и по ИРТ с добавками) или 65 кг (по сравнению с традиционной технологией без добавок и по ИРТ с добавками). Новая технология обеспечила повышение эффективности пластифицирующих добавок в активированном бетоне за счет лучшего диспергирования и активной подачи их к зерну цемента, а также улучшение свойств активированной бетонной смеси (ее однородность, формуемость, нерасслаиваемость). Объем выпуска бетона по ИРТ за первое полугодие 1988 г. составил 3000 м³.

УДК 693.542.011.8

Р. Л. РОМАНОВ, канд. техн. наук, В. Д. САВИН, инж. (ЦМИПКС при МИСИ)

Совершенствование технологии раздельного приготовления бетонов

Раздельная технология приготовления бетонов получает в нашей стране все большее распространение, однако недостаточная отработка конструктивно-технологических решений препятствует ее реализации на многих предприятиях.

В связи с отсутствием опыта конструирования и эксплуатации оборудования бетоносмесительных узлов при раздельной технологии приготовления бетонов многие заводы использовали нерациональный узел разделения песка (Джамбульский ДСК, заводы № 1, 3, 5 Главтюменьстроя, завод № 21 Главмоспромстройматериалов и др.). На большинстве предприятий не учитывали технологические требования к направленности трубопроводов и коробов подачи материалов в смесители-активаторы, на некоторых пластифицирующие добавки вводили непосредственно в бетоносмеситель (трест Магнитогорскстрой), в некоторых случаях были разделены трубопроводы подачи воды в активатор и бетоносмеситель (завод № 1 Главтюменьстроя), объединение «Строитель» в Лыткарино).

Проведенные обследования показали, что отрицательное отношение к раздельной технологии во многом связано с усложнением технологической схемы. На рис. 1 представлен пример привязки смесителя-активатора.

Исследованиями установлено, что препятствием для повсеместного применения схемы с подачей всего песка в активатор является несовершенство смесителей-активаторов. Основные технологические недостатки смесителя-активатора СА 400/500 КузНИИшахтстроя за-

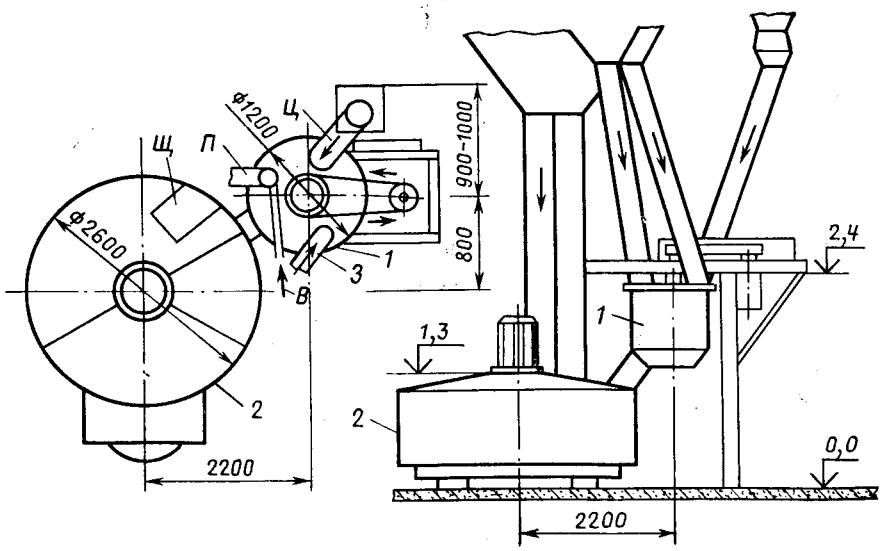


Рис. 1. Привязка смесителя-активатора к бетоносмесителю
1 — бетоносмеситель; *2* — смеситель-активатор

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ключаются в нерациональной конструкции смесительного органа — ротора (СА-500.06.00.000), несовершенстве узлов загрузки цемента и выгрузки смеси, налипании раствора в верхней части смесительной камеры, замоноличивании ротора, несоответствии объема активатора объемам распространенных смесителей-активаторов и в невозможности использования конструкции для приготовления жестких бетонов.

Основной конструктивный недостаток смесителя-активатора СА 400/500 заключается в несовершенстве узла подшипников. ЦМИПКС при МИСИ на заводе ЖБИ № 21 Главмоспромстройматериалов при участии ВНИИжелезобетона провели исследования с целью совершенствования раздельной технологии. В связи с тем, что завод № 21 на линии, оборудованной активатором СА 400/500, изготовлял бетон только для панелей внутренних стен и только одного класса (В22,5) с О. К.=1...2, исследования ограничили возможностями действующего в жестком режиме бетоносмесительного узла. В результате установлено, что активатор СА 400/500 при расходе цемента на замес 360...330 кг и В/Ц=0,32...0,4 не обеспечивает нормального перемешивания. Анализом составов раствора на различных по высоте уровнях смесительной камеры обнаружено расслоение смеси, увеличенное количество цемента в верхних слоях.

Необходимость перемешивания жестких смесей потребовала изменить конструкцию ротора КузНИИшахтстроя — увеличить диаметр окружности расположения лопастей с 310 до 400 мм, повысить скорости перемешивания, выполняя лопасти прямолинейными (из листового металла, без отгибов), увеличить диаметр основания (ступицы) до диаметра наружной окружности лопастей, поскольку при попадании в активатор крупного заполнителя происходило заклинивание ротора.

Недостатком конструкции являлось отсутствие отражателей потоков на стенках смесительной камеры, поскольку при снижении В/Ц в верхней зоне активатора образовывались застойные зоны.

Натурными наблюдениями за перемешиванием при разных В/Ц при различных конструкциях ротора и отражателей потоков на стенках смесительной камеры установлено их рациональное сочетание, обеспечивающее работоспособность конструкции для смесей с В/Ц=0,3...0,35).

Исследования показали, что при возрастании объема песка на замес степень активации увеличивается при условии обеспечения турбулентности перемешивания. Повышение В/Ц способствует росту турбулентности.

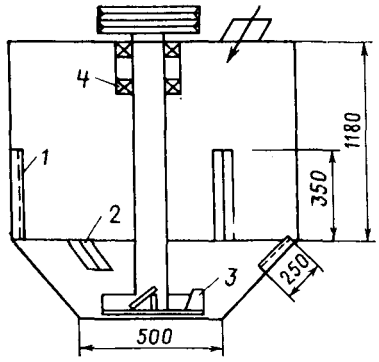


Рис. 2. Схема модернизации смесителя-активатора СА 400/500

1 — вертикальный отражатель; 2 — отражатель потока на конусной части камеры; 4 — ротор; 4 — узел подшипников

На рис. 2 представлена схема модернизации смесителя-активатора СА 400/500. Повышение эффективности его работы и расширение области применения для смесей с удобоукладываемостью $П_1$ достигнуто использованием отражателей потоков на вертикальных стенках смесительной камеры и конусной ее части в сочетании с новым ротором. Несоответствие объема активатора объему бетоносмесителя не позволяло внедрить его на заводе № 21, однако установлено, что обеспечить турбулентное перемешивание, устранить налипание бетона на стенках смесительной камеры можно подбором сечений элементов ротора и отражателей потоков. Повышением сечений отражателей потоков на вертикальных стенках ограничивается подъем смеси, но при недостаточном подъеме происходит налипание бетона в верхней зоне смесительной камеры. Увеличение лопастей ротора и отражателей потоков на конусной части улучшает перемешивание, однако при этом сложнее исключить налипание раствора у окна загрузки цемента, которое отмечается, в основном, во время выгрузки смеси.

Поиск рациональных решений продолжили при отработке конструкций смесителя-активатора СА 600/800 конструкции Главтюменьстроя. На заводах № 1, 3, 5 ПО Промстроймонтаж Главтюменьстроя установили пять смесителей-активаторов, обслуживающих семь бетоносмесителей. С использованием методики, полученной на заводе № 21, удалось усовершенствовать конструкцию роторов, затворов выгрузки смеси, загрузки цемента и отражателей потоков.

Для пластичных бетонов целесообразно принять диаметр окна выгрузки смеси равным 150, а для жестких смесей — более 200 мм. Рациональный рабочий ход прижимного пневмоцилиндра (диаметр более 150 мм) — 200...250 мм.

В Главтюменьстрое предложили конструкцию окна загрузки цемента с резиновым клапаном, предотвращающим набрызг раствора, и окно выгрузки с раструбом, увеличивающим время зарастания окна загрузки.

При проверке надежности применяемых в ПО Промстроймонтаж мероприятий установлено, что активатор на заводе ЖБИ № 1 работает в нормальном режиме с загрузкой 300...400 кг песка (на замес) при выпуске свай, плит пустотного настила и других конструкций.

На заводе ЖБИ № 5 активатор работает в нормальном режиме на линии приготовления керамзитобетона. При производстве малоподвижных бетонных смесей (в том числе плит дорожных покрытий) с помощью активатора перемешивание ухудшалось. Причины снижения эффективности заключались в износе лопастей ротора, ослаблении натяжения ремней привода и в обрыве одного отражателя потока.

После устранения указанных недостатков эксплуатация активатора продолжается с подачей всего объема песка на замес через активатор. Механическую очистку смесительной камеры активатора на заводе ЖБИ № 1 не производят. Один раз в смену удаляют налипший на стенки загрузочного раструба цемент. На заводе № 5, где смесители-активаторы оборудованы резиновыми клапанами упрощенной конструкции, налипший в верхней зоне смесительной камеры (около клапанов) цемент удаляют через ремонтное отверстие раз в неделю одновременно с очисткой бетоносмесителя. Раздельная технология приготовления бетона на заводах ПО Промстроймонтаж обеспечивает прирост прочности на 15...46% в зависимости от состава бетонов.

Проведенные исследования позволили ЦМИПКСу при МИСИ совместно с Индустройпроектом разработать смеситель-активатор СА 600/800.

Распространение технической документации осуществляет Индустройпроект, а помощь по его освоению оказывает ЦМИПКС при МИСИ. КузНИИшахтстроем предложен смеситель-активатор СА 1000/1400, изготовленный и смонтированный на заводе КПД № 3 в Казани, где предполагается использовать золы ТЭЦ в виде шлама.

В активаторе СА 1000/1400 КузНИИшахтстроя предусмотрен нижний привод, облегчающий загрузку материалов.

Конструкция ротора принята аналогичной СА 500.1.06.00.000, опробованной на Джамбульском ДСК, где было установлено, что верхний диск, ограничивая подъем смеси, замедляет налипание раствора в верхней зоне смесительной камеры, однако не исключает его и вы-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

зывает необходимость механической очистки верхней зоны активатора. Недостаток этого смесителя заключается в том, что он применим только для пластичных смесей, поскольку при снижении В/Ц не обеспечивается турбулентность. Проведенное совместно с НИИЖБом опробование смесителя-активатора СА 1000/1400 в Казани выявило аналогичные недостатки. После модернизации ротора и выполнения отражателей потоков по аналогии с отработанным в Тюмени смесителем-активатором СА 600/800 перемешивание улучшилось, однако достичь его турбулентности не удалось. Причина этого заключалась в недостаточной скорости вращения ротора (300 об/мин).

ЦМИПКС при МИСИ продолжает совершенствование раздельной технологии совместно с ПО Промстроймонтаж Главтюменьстроя, Джамбульским ДСК Главстроя КазССР, трестом Магнитострой. Начато внедрение раздельной технологии на Серпуховском комбинате строительных конструкций Миннефтегазстроя и на других предприятиях.

УДК 693.542.52.65.011.8(478.9)

В. И. ИОНАШ, Р. Ф. ВАСИЛЬЕВА, инженеры (трест Оргстрой Минстроя МССР); А. И. ШУБЕНОК, инж. (Кишиневский растворобетонный з-д); В. И. ЛИТВЯК, канд. техн. наук (Госстрой МССР); А. В. АКИМОВ, д-р техн. наук (Кишиневский политехнический ин-т); В. И. СОЛОМАТОВ, д-р техн. наук (МИИТ)

Опыт внедрения интенсивной раздельной технологии на предприятиях Молдавии

В тресте Оргстрой МССР изготовили товарный бетон класса В15 (О.К.=8...10 см, В/Ц=0,7...0,8) на известняковом щебне и класса В22,5 (О.К.=10 см, В/Ц=0,45) на гранитном щебне без пластифицирующих добавок и с ЛСТ. Для активации цемента использовали лабораторный турбулентный смеситель. За основу приняли составы бетонных смесей, на которых работает Кишиневский растворобетонный завод. В данных составах расход цемента уменьшали на 10%. При этом осуществляли эксперименты с активацией цемента и без нее.

Лабораторными испытаниями установлено, что ни в одном контрольном замесе без активации с уменьшенным на 10% расходом цемента не достигнута требуемая прочность в 7- и 28-суточном возрасте. При активации цемента по интенсивной раздельной технологии все составы бетона классов В15 и В22,5 обладали необходимой прочностью при снижении расхода цемента на 10%. На активированном цементе О. К. снизилась на 2...3 единицы, а удобоукладываемость оказалась лучше, чем у смесей без активации.

Поскольку предприятия Минстроя МССР для приготовления бетонных смесей применяют более 70% низкомарочного известнякового щебня и только 30% гранитного, необходимо было получить экономию цемента на известняковом щебне, используя раздельную технологию.

На Кишиневском растворобетонном заводе установили изготовленный Кишиневским опытно-экспериментальным механическим заводом турбулентный смеситель СА-500 с количеством оборотов 735 об/мин (см. рисунок). Трест Оргстрой совместно с Кишиневским растворобетонным заводом в течение месяца вели производственные эксперименты в различных вариантах.

Серия	Способ перемешивания	О. К., см	$R_{сж}$, МПа
1	В	8	10,7/16,0
2	А	6	11,6/18,6
3	А	5—6	15,8/22,9
4	А	6	12,4/20,0
5	А	8	14,7/20,9
6	А	10	12,9/19,8
7	А	8	14,7/19,7
8	В	10	7,6/10,2
9	А	8	9,2/18,5
10	А	5	14,0/18,0
11	А	5	10,5/16,4
12	А	5	8,2/13,1
13	А	6	9,3/13,0
14	А	7	8,8/12,0
15	А	10	7,8/11,4
16	А	8	8,4/12,3

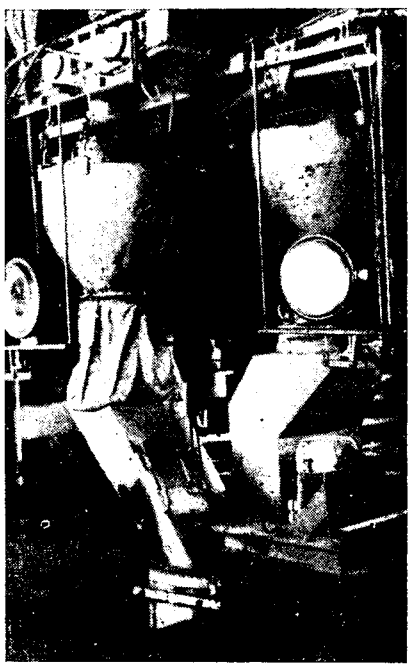
Примечания: 1. А — с активацией, В — без активации. 2. Перед чертой — 7сут, после черты — 28 сут.

В таблице приведены результаты испытаний образцов, изготовленных по обычной и раздельной технологиям. При этом исследовали семь серий образцов, в том числе одну контрольную из бетона состава: Ц=300, Щ=1090, П=709, В=200 кг/м³ при снижении расхода цемента на 10% и девять подобных серий с уменьшением расхода цемента на 20% из бетона состава: Ц=270, Щ=1090, П=749, В=197 кг/м³.

В результате установлено, что на данной технологической линии при использовании известнякового щебня экономия цемента стабильно составляет не менее 10%. На предприятиях, где расходы цемента минимальны, дальнейшее их снижение целесообразно только при введении наполнителей и дальнейшей активации цемента.

В настоящее время на предприятиях Минстроя МССР работает 10 активаторов (пять для товарного бетона, один для растворов, остальные для сборного железобетона). Ведется освоение интенсивной раздельной технологии с наполнителями (зола, отходы камнепиления известняков). Еще 10 смесителей находится в стадии монтажа. Наиболее успешно новая технология внедряется на Кишиневском ДСК-1.

Годовой опыт эксплуатации смесителей показал, что интенсивная раздельная технология позволяет достичь ощутимой экономии цемента.



Турбулентный смеситель для активации смеси в рабочем состоянии ▶

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.542.011.8(479.24)

Х. М. МУСАЕВ, А. Г. ГУСЕЙНОВ, Р. А. ВЕЙСОВ, инженеры (ДСК-3 Главбакстроя); С. Р. АДХАМОВ, Л. Б. ДУБАШИНСКИЙ, кандидаты техн. наук, М. А. МАМЕДОВ, инж. (ВНИИжелезобетон)

Применение интенсивной раздельной технологии на ДСК-3 Главбакстроя

В соответствии с утвержденной Советом Министров АзССР научно-производственной программой «ЦЕМЕНТ-90» в республике с 1988 г. осуществляется комплекс работ по внедрению достижений науки и техники, позволяющих экономить в строительном производстве один из важнейших материалов — цемент.

Программой наряду с другими мероприятиями предусмотрено широкое использование на предприятиях сборного железобетона интенсивной раздельной технологии приготовления бетонных смесей с помощью специальных смесителей-активаторов.

Впервые в республике раздельная технология освоена на заводе КПД ДСК-3 Главбакстроя. В декабре 1987 г. на одном из участков бетоносмесительного узла завода, обслуживающем четыре кассетные машины, был установлен смеситель-активатор марки СА-400/500, разработанный КузНИИшахтостроем со следующими характеристиками: объем по загрузке 500 л, объем готового замеса 400 л, подвижность смеси 20...22 мм, частота вращения ротора 735 мин$^{-1}$, число оборотов электродвигателя 1470 мин$^{-1}$. Схема компоновки участка БСУ со встроенным смесителем-активатором представлена на рисунке.

Процесс монтажа и подготовки к эксплуатации смесителя потребовал решения технических задач, вызванных отсутствием достаточного свободного пространства на существующем БСУ, необходимостью комплектации дополнительным оборудованием, а также внесения отдельных усовершенствований в заводскую конструкцию активатора. В частности, большие затруднения на начальном этапе работ возникали в результате попадания раствора в цементовод, что приводило к образованию пробок. Для устранения этого отверстие для подачи цемента в активатор было смещено ближе к валу. Трубопровод для подачи отдозированной воды был подсоединен непосредственно к течке песка на расстоянии 70 см от крышки активатора, что обеспечило постоянное промывание стенок течки и исключило налипание. В первые же месяцы эксплуатации активатора выявился еще один недостаток. За четыре месяца работы дважды выходили из строя подшипники вала. Однако после замены резиновых уплотнителей в сальнике асбестографитовым шнуром сечением 10×10 мм подшипники работают безотказно. Большая работа была проделана для обеспечения герметичности всей системы.

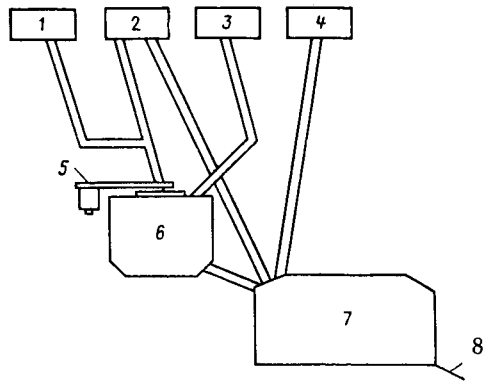


Схема привязки смесителя-активатора на существующем БСУ

1...4 — бункеры соответственно для воды, песка, цемента, гравия; *5* — электродвигатель; *6* — смеситель-активатор; *7* — бетоносмеситель С-951; *8* — бетоновод

Освоение раздельной технологии на заводе КПД ДСК-3 Главбакстроя совпало с внедрением суперпластификатора 40-03, производство которого к этому моменту было налажено в Баку. Это создало благоприятные условия для внедрения обоих новшеств и обеспечило их наибольшую эффективность при приготовлении бетонов для внутренних стеновых панелей и панелей перекрытий по кассетной технологии. Производство этих конструкций, составляющих по объему около половины всей продукции завода, в наибольшей степени нуждалось в совершенствовании, так как качество выпускаемых прежде изделий было низким.

Применение раздельной технологии и суперпластификатора 40-03 осуществляли как в отдельности, так и в комплексе, что позволило объективно оценить преимущества различных способов приготовления бетонных смесей и качество конструкций из них.

В таблице представлены данные, характеризующие составы бетонных смесей, приготовленных различными способами. Бетонные смеси всех составов имели примерно одинаковую подвижность (20...22 см) и кубиковую прочность в возрасте 28 сут, соответствующую классу бетона В15.

Применение раздельной технологии приготовления бетонных смесей без использования химических добавок несколько повысило однородность смеси, снизило водоотделение при формовании изделий в кассетах, улучшилось качество поверхности железобетонных конструкций. При этом снизился расход цемента на 5 кг на 1 м^3 бетона, полностью исключены потери цемента, песка и раствора из-за повышенной герметичности всей системы. Последнее создало дополнительные резервы снижения расхода цемента. Об этом свидетельствует также прочность бетона, которая несколько повысилась по сравнению с прочностью бетонов, изготовленных по традиционной технологии. Одновременно уменьшилось загрязнение окружающей среды и повысилась культура производства.

Применение суперпластификатора 40-03 в сочетании с раздельной технологией при изготовлении сборных желе-

Технология	Расход материалов на 1 м^3 бетона					Количество приготовленного бетона в I полугодии 1988 г., м^3
	цемента М400, кг	песка, кг	гравия, кг	воды, л	СП 40-03 (30% водного раствора), %	
Традиционная	370	680	1020	190	—	2496
Раздельная	365	680	1025	190	—	1733
Традиционная с СП 40-03	340	670	1060	90	8	31235
Раздельная с СП 40-03	335	675	1060	90	8	13727,8

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

зобетонных конструкций по кассетной технологии позволяет сократить расход цемента на 35 кг/м³ при сохранении кубиковой прочности бетона после тепловлажностной обработки (ТВО) от 19,2 до 20,2 МПа. При этом улучшается качество поверхности изделий, что исключает дополнительные затраты на ее доводку. Снижаются энергетические затраты: при формовании из-за высокой удобоукладываемости; при ТВО — из-за более мягкого режима. Улучшаются условия труда формовщиков, так как сокращается время вибрации. Увеличивается межремонтный срок службы технологического оборудования, а значит сокращается обслуживающий персонал.

Снижение водопотребности бетонной смеси при введении суперпластификатора 40-03, приводящее к улучшению структуры бетона, в сочетании с положительным воздействием на качество смеси раздельной технологии увеличивает долговечность железобетонных конструкций.

Экономический эффект от введения суперпластификатора 40-03 в сочетании с раздельной технологией в условиях ДСК-3 Главбакстроя с учетом экономии материальных, энергетических и трудовых ресурсов и увеличения межремонтного срока службы сборных железобетонных конструкций составляет более 4 р. на 1 м³ сборного железобетона.

В январе 1988 г. на заводе ДСК-3 Главбакстроя по инициативе Госстроя АзССР была проведена школа-семинар с участием специалистов всех строительных министерств и ведомств республики, а также научных и проектных организаций.

В настоящее время, несмотря на полученные неплохие результаты по освоению раздельной технологии и применению суперпластификатора 40-03 в производстве сборного железобетона, специалисты завода в содружестве с учеными продолжают поиск более оптимальных и экономичных составов бетонных смесей и режимов работы в условиях использования указанных технологий. Резервы для большего повышения эффективности производства и экономии основных материальных ресурсов, и в первую очередь цемента, как показал опыт работы в 1988 г. имеются.

УДК 693.542.011.8.003.13

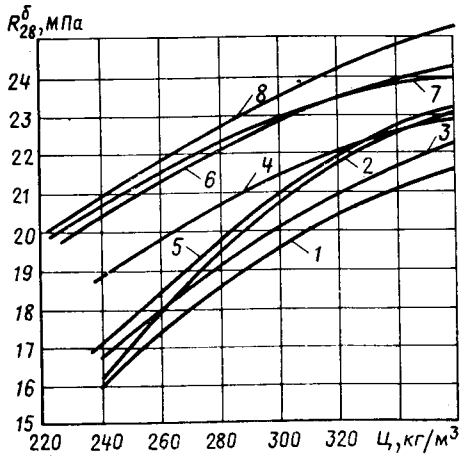
В. Г. ДОВЖИК, И. С. ХАЙМОВ, кандидаты техн. наук (ВНИИжелезобетон)

Эффективность интенсивной раздельной технологии в сочетании с другими цементосберегающими приемами

Во ВНИИжелезобетоне исследовали возможность применения интенсивной раздельной технологии в сочетании с введением пластификаторов, суперпластификаторов и зол ТЭС при приготовлении конструкционного керамзитобетона классов В7,5...В15 для трехслойных и цокольных панелей.

Работу осуществляли на лабораторном смесителе-активаторе вместимостью 25 л конструкции КузНИИшахтстроя, модернизированном во ВНИИжелезобетоне. При этом использовали портландцемент Воскресенского завода марки 400 и керамзитовый гравий фракции 5...20 мм Бескудниковского комбината с насыпной плотностью 550...600 кг/м³, прочностью в цилиндре 1,9 МПа, водопоглощением за 1 ч 16%. Мелким заполнителем служил кварцевый песок с $M_к$=2,06, а также зола-унос Новорязанской ГРЭС с S=5800 см²/г.

Удобоукладываемость керамзитобетонных смесей колебалась в пределах 3...6 см и обеспечивалась варьированием расхода воды, заливаемой в бетоносмеситель с горизонтальным валом, в котором перемешивали активированный раствор с керамзитовым гравием и частью песка, а также приготовляли бетонную смесь по обычной технологии. Прочность определяли после ТВО, проведенной по режиму 2+6+2 ч при $t_{из}$=80...85°С, с испытанием на следующий день и в возрасте 28 сут.



Эффективность применения цементосберегающих технологий для конструкционного керамзитобетона

1 — обычная; *2* — ИРТ; *3* — обычная + ЛСТМ-2; *4* — ИРТ+ЛСТМ-2; *5* — обычная + С-3; *6* — ИРТ + С-3; *7* — обычная + З; *8* — ИРТ + З

В активаторе в течение 90 с перемешивали раствор состава 1 : 1,5 с В/Ц= =0,45 с последующим смешиванием его в бетоносмесителе с керамзитовым гравием, оставшимся песком и водой, вводимой до получения смеси, требуемой удобоукладываемости.

Подвижность всех растворов без пластификаторов составляла 6...7,5 см, а при введении ЛСТМ-2 и С-3—9...10 и 11...12 см. Расход цемента колебался от 250 до 350 кг/м³. Пластификаторы ЛСТМ-2 (0,2% массы цемента) и С-3 (1% массы цемента), а также 200 кг/м³ золы-уноса (вместо песка) вводили непосредственно в активатор. Расход керамзитового гравия составлял 0,9 м³/м³. По полученным данным оценивали изменение прочности керамзитобетона при перемешивании раствора в активаторе, при отсутствии и наличии в его составе цементопонижающих компонентов, а также экономию цемента по зависимостям $R_b=f$ (Ц) (см. рисунок).

При приготовлении конструкционного керамзитобетона на активированном

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

растворе прочность керамзитобетона повысилась на 2...7%. Расход цемента для получения керамзитобетона класса В15 снизился на 5...8%.

Применение пластификатора ЛСТМ-2 уменьшило водопотребность керамзитобетонной смеси на 4...11%, повысило прочность керамзитобетона при данном расходе цемента на 3...8% и позволило сократить расход цемента в среднем на 5%.

Водопотребность керамзитобетонной смеси, приготовленной по интенсивной раздельной технологии с добавкой ЛСТМ-2, оказалась выше ~ на 6%, чем у пластифицированной смеси по обычной технологии, но ниже ~ на 6%, чем у непластифицированной смеси по интенсивной раздельной технологии. Прочность такого бетона повысилась на 9...12%, в том числе на 4...6% благодаря раздельной технологии. Расход цемента для получения керамзитобетона класса В15 снизился на 15%, причем на 10% благодаря раздельной технологии.

Введение С-3 при обычной технологии снизило водопотребность керамзитобетонной смеси на 18...20%, повысило прочность керамзитобетона при расходе цемента 300 кг/м³ на 6...20% и уменьшило расход цемента на 10...16%. При введении С-3 в активатор прочность керамзитобетона, приготовленного по раздельной технологии, при расходе цемента 300 кг/м³ возросла на 16...30%, в том числе на 5...9% благодаря раздельной технологии. Расход цемента для получения керамзитобетона класса В15 снизился на 24...31%, причем на 10...16% благодаря раздельной технологии. Такой эффект объясняется значительным уменьшением водопотребности керамзитобетонной смеси с добавкой С-3 при раздельной технологии (20...32%), что не подтвердилось в проведенных повторно экспериментах (табл. 1).

Введение сухой золы ТЭС при обычной технологии повысило водопотребность керамзитобетонной смеси всего на 1...3%, а прочность керамзитобетона — на 16...28%. Расход цемента для получения керамзитобетона класса В15 снизился на 24...31%. При интенсивной раздельной технологии водопотребность керамзитобетонной смеси возросла (по сравнению с исходной) на 5%. Прочность бетона увеличилась на 20...39%, в том числе на 3...8% благодаря раздельной технологии. Расход цемента для получения керамзитобетона класса В15 снизился на 28...34%, причем на 4...5% благодаря раздельной технологии.

Введение золы совместно с С-3 повысило прочность керамзитобетона на 42%, а при раздельной технологии — на 47%, в том числе на 3% благодаря только раздельной технологии.

Анализом результатов экспериментов проверена аддитивность технологических приемов, повышающих прочность керамзитобетона и снижающих расход цемента. С этой целью обработали усредненную прочность бетона при расходе цемента 300 кг/м³, расходах цемента для бетона класса В15 (см. рисунок) и непосредственные результаты эксперимента по табл. 1. Полученные фактические и расчетные значения R/R_0 и $Ц/Ц_0$ приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, в большинстве случаев фактические и расчетные значения коэффициентов эффективности отдельных технологических приемов совпадают. В случае совместного применения интенсивной раздельной технологии и С-3 расчетные значения меньше фактических или наоборот. Существенное уменьшение фактических значений по сравнению с расчетными наблюдается при совместном применении З и С-3 и интенсивной раздельной технологии, З и С-3. Это объясняется тем, что прочность керамзитобетона, приготовленного на керамзите прочностью 1,9 МПа, была близка к предельной, поэтому при росте прочности растворной составляющей уже не могла повышаться.

Таким образом, при сочетании интенсивной раздельной технологии с другими цементосберегающими мероприятиями расход цемента для получения конструкционного керамзитобетона снижается на 15..34% и более. Эффективность раздельной технологии по снижению расхода цемента при приготовлении конструкционного керамзитобетона без добавок и золы составляет 5....8%. При введении пластифицирующих добавок (ЛСТМ-2 или С-3) ее эффективность по экономии цемента возрастает до 10...16%. Наиболее целесообразно для снижения расхода цемента использовать золы ТЭС (25...30%). При этом вследствие замены части песка золой и повышения водосодержания плотность керамзитобетона снижается, что положительно влияет на теплозащитные свойства трехслойных панелей. Раздельная технология в этом случае дает незначительный дополнительный эффект по экономии цемента (4...5%), поэтому вряд ли целесообразна.

При оценке интенсивной раздельной технологии и других цементосберегающих приемов приготовления конструкционных керамзитобетонов следует учитывать особенности формирования их прочности вследствие существенного влияния прочностных и деформативных характеристик пористого заполнителя, вызывающих меньший угол наклона зависимости $R_b = f$ (Ц). Если в тяжелых бетонах рост прочности на 10% соответствует снижению расхода цемента на 5...7% (коэффициент 0,5...0,7), то в конструкционных керамзитобетонах этот коэффициент повышает-

Таблица 1

Вид технологии	Расход материалов на 1 м³						ρ_c, кг/м³	Прочность, МПа
	Ц, кг	К, л	$П_{кв}$, кг	З, кг	В, л	С-3, кг		
Обычная	302	905	593	—	231	—	1450	159/172
»	301	902	652	—	176	3,01	1510	183/198
»	304	913	324	203	236	—	1390	204/219
»	305	915	386	203	208	3,05	1460	227/237
Интенсивная раздельная	304	911	598	—	233	—	1460	174/200
То же	298	890	643	—	173	2,98	1490	192/220
»	308	926	330	205	244	—	1410	221/243
»	304	914	386	203	182	3,04	1460	234/255

Примечание. Перед чертой — R_1, после черты R_{28}.

Таблица 2

Технологический прием	R/R_0				$Ц/Ц_0$
	по рис. 1		по табл. 1		
	после ТВО	через 28 сут	после ТВО	через 28 сут	
ИРТ	1,04/—	1,05/—	1,09/—	1,16/—	0,95/—
ЛСТМ-2	1,08/—	1,03/—	—/—	—/—	0,95/—
ИРТ+ЛСТМ-2	1,12/1,12	1,09/1,08	—/—	—/—	0,86/0,90
С-3	1,19/—	1,06/—	1,15/—	1,15/—	0,92/—
ИРТ+С-3	1,30/1,24	1,16/1,11	1,21/1,25	1,28/1,33	0,76/0,87
З	1,26/—	1,16/—	1,28/—	1,27/—	0,75/—
ИРТ+З	1,32/1,31	1,20/1,22	1,39/1,39	1,41/1,47	0,71/0,69
С-3+З	—/—	—/—	1,42/1,55	1,38/1,59	—/—
ИРТ+З+С-3	—/—	—/—	1,47/1,60	1,48/1,69	—/—

Примечание. Перед чертой — фактические; после черты — расчетные.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ся до 1...1,7. При этом эффективность по снижению расхода цемента возрастает по мере увеличения прочности керамзитобетона и приближения ее к предельной для данной прочности пористого заполнителя.

Эффективность применения интенсивной раздельной технологии для приготовления конструкционных керамзитобетонов в сочетании с пластифицирующей добавкой ЛСТ подтверждена производственным опытом изготовления трехслойных и цокольных панелей из керамзитобетона класса В7,5 плотностью 1400 кг/м³ на Нижневартовском ДСК и Тюменском заводе КПД. Опыты, выполненные на Нижневартовском ДСК, показали, что введение добавки ЛСТ снижает расход цемента для приготовления керамзитобетона класса В7,5 на 6%, а в сочетании с раздельной технологией — на 10%. Производственные нормы расхода цемента для керамзитобетона класса В7,5 вследствие внедрения интенсивной раздельной технологии и добавки ЛСТ, а также нормализации контроля прочности бетона на Тюменском заводе КПД снизились на 22, а на Нижневартовском ДСК — на 16%.

УДК 693.542.011.8.-182.2

К. М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ); Н. А. БОЧАРОВ, канд. техн наук (ВНИИжелезобетон)

Смесители-активаторы для раздельной технологии

Программой «Цемент-90» предусмотрено широкое внедрение интенсивной раздельной технологии, в соответствии с которой цементно-песчаную смесь, приготовленную в смесителе-активаторе, смешивают с крупным заполнителем в серийном бетоносмесителе.

Такая технология без введения химических и минеральных добавок позволяет сэкономить 8...10% цемента, а с добавками — 20...30%.

Трудности при отработке технологии заключались в малой надежности смесителей-активаторов (СА-400/500), которые, кроме того, недостаточно хорошо перемешивали материалы — на стенках образовывались большие скопления цемента, песка и смеси, забивались тракты подачи исходных материалов и выгрузки готовой смеси. Кроме того, активатор с объемом выхода раствора 350...400 л не обеспечивал нормальную работу широко распространенного бетоносмесителя принудительного действия СБ-138 Б вместимостью 1000/1500 л. При освоении активатора СА-400/500 было предложено несколько новых конструктивных решений.

Все смесители-активаторы имеют цилиндрический корпус с вертикально расположенной осью, внутри которого вращается быстроходный вал с лопастями. Песок, цемент и воду в активатор загружают сверху по отдельным трактам, а готовую смесь выгружают через отверстия в конической части или вертикально вниз.

С учетом отмеченных недостатков КузНИИшахтострой создал новую конструкцию активатора вместимостью 800/1000 л с нижним приводом. Также внесены существенные изменения в тракты подачи исходных материалов, выгрузки готовой смеси и в рабочие органы. В настоящее время этот активатор испытывают на Казанском заводе ЖБИ.

Главтюменьстроем Минуралсибстроя СССР разработан и успешно эксплуатируется активатор вместимостью 600/850 л. Его конструкция доработана Индустройпроектом, который обеспечивает заказчиков рабочими чертежами.

ПО СМиК «Вангажи» Минстроя ЛатССР на основе СА-400/500 предложен активатор вместимостью 350/500 л, имеющий оригинальный затвор, позволяющий разгружать готовую смесь строго вертикально вниз через гибкий рукав, пережимаемый роликами. Кроме того, для обеспечения полной выгрузки предусмотрено специальное устройство, а для выгрузки жестких смесей — реверсивное вращение вала.

ВНИИстройдормашем по техническим требованиям ВНИИжелезобетона и НИИЖБа разработан активатор вместимостью 600/800 л, снабженный сменными рабочими органами и возможностью изменения скоростей. В настоящее время изготовлен опытный образец активатора, который проходит испытания на заводе Минстроя УССР. В табл. 1 приведены краткие технические характеристики активаторов.

На Ярославском комбинате ЖБК создана конструкция бетоносмесительной установки для раздельного приготовления бетонной смеси*, в которой в серийно выпускаемый бетоносмеситель СБ-138Б между редуктором и электродвигателем вмонтирован двухступенчатый редуктор (коробка перемены передач).

Первоначально на большой скорости получают цементно-песчаную смесь, а затем при уменьшении скорости дозируют крупный заполнитель и приготовляют с ним бетонную смесь. Система переключения скоростей, открытия и закрытия затворов дозаторов и смесителя связана с общей системой автоматики бетоносмесительного цеха.

В настоящее время ведутся работы по созданию комбинированного смесите-

* А. с. 413045 СССР, МКИ В 28С 15/16. Установка для раздельного приготовления строительных смесей / К. М. Королев, А. Г. Варушкин (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1974. — № 4. — С. 10.

Таблица 1

Параметры	Активаторы					
	КузНИИшахтострой		Главтюменьстроя	ПО СМиК «Вангажи»		ВНИИстройдормаша
Вместимость, л:						
по выходу	400	800	650	350	600	600
по загрузке	500	1000	830	500	720	800
Линейная скорость, м/с	12	12	12	18	18	12—20
Мощность, кВт	22	37	37	30	45	75
Габариты, м	2,12×1,37×1,78	2,5×1,47×1,92	2,44×1,66×1,72	2,04×1,12×1,53	2,46×1,32×2,08	2,33×1,94×1,55
Масса, т	1,38	1,88	1,48	—	—	1,75

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

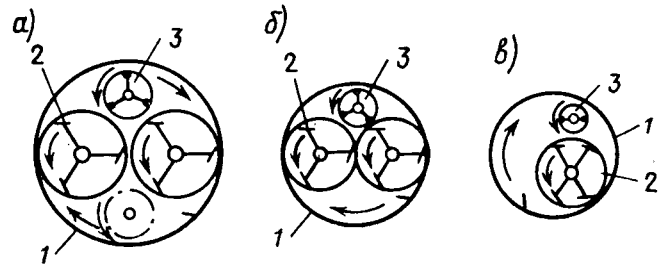


Рис. 1. Смеситель-активатор фирмы «Эйрих» вместимостью 3000...4000 л (*а*), 1000...1750 л (*б*) и 500...750 л (*в*)

1 — корпус-чаша; *2* — лопастной механизм; *3* — активатор

Таблица 2

Параметры	*ДЕ*14	*ДЕ*18	*ДЕ*22	*ДЕ*29
Вместимость, л:				
по выходу	500	750	1000	3000
по загрузке	750	1250	1750	4000
Лопастные валы:				
число	1	1—2	2	2
мощность, кВт	15	30	50	90
Активаторы:				
число	1	1	1—2	1—2
мощность, кВт	30	40	50—100	75—150

ля-активатора, совмещающего все операции приготовления раствора и бетонной смеси в одном агрегате с использованием зарубежного опыта. Так, фирма «Эйрих» (ФРГ) выпускает несколько типоразмеров смесителей-активаторов вместимостью по загрузке 750...4000 л.

Смесители-активаторы в плане представляют собой вращающийся корпус-чашу с вертикально расположенной осью (рис. 1), внутри которой в противоположную сторону вращаются лопасти. Привод во вращение корпуса-чаши и лопастей осуществляется от одного электродвигателя. От другого электродвигателя вращаются активаторы в ту же сторону, что и лопастные механизмы. В зависимости от вместимости применяют один или два лопастных механизма и активатора. При загрузке в корпус-чашу песка, цемента и воды включены оба электродвигателя, при этом происходит активация смеси. Затем активатор отключают и в корпус-чашу поступает крупный заполнитель. Для разгрузки готовой смеси служит центральное донное отверстие. Технические характеристики активаторов фирмы «Эйрих» приведены в табл. 2.

На основе отечественного и зарубежного опыта НИИЖБ и ВНИИжелезобетон разработали технические требования на двухкамерный смеситель-активатор, примерная схема которого показана на рис. 2. Его основная особенность заключается в том, что смеситель и активатор расположены на общей раме и снабжены двумя отдельными приводами.

В отличие от смесителя-активатора фирмы «Эйрих» обе стадии приготовления смеси происходят одновременно, поскольку в то время, как в верхнем активаторе осуществляется активация смеси, в нижнем смесителе приготавливается смесь с крупным заполнителем от предыдущего замеса.

Таким образом, применение двухкамерных смесителей-активаторов не увеличивает продолжительность цикла, а значит и не снижает производительность технологической линии. За год освоения интенсивной раздельной технологии накоплен определенный опыт оптимизации параметров активаторов. Новые образцы, подготавливаемые для серийного производства, позволят снизить расход цемента при раздельном приготовлении бетонной смеси с химическими и минеральными добавками.

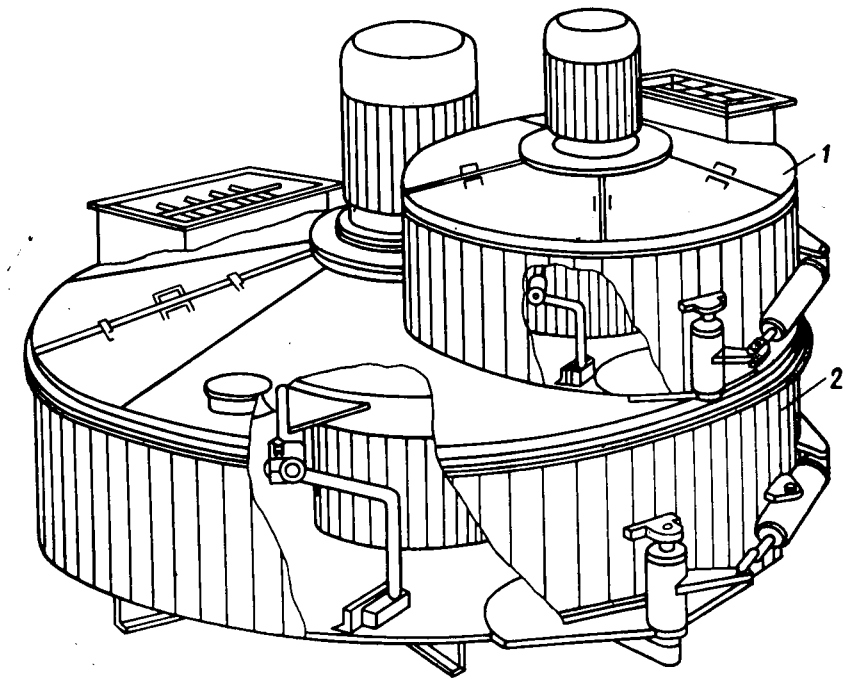


Рис. 2. Принципиальная схема двухкамерного смесителя-активатора
1 — активатор; *2* — смеситель;

НА ВДНХ СССР

Электронный счетчик

Он предназначен для учета расхода цемента в процессе приготовления бетонной смеси в бетоносмесительных узлах периодического действия, а также может использоваться как промежуточное звено между весовым дозатором и ЭВМ при автоматизированном приготовлении бетонной смеси.

Счетчик расхода цемента состоит из датчика, установленного на весовом дозаторе, электронного блока и цифрового табло. Технико-экономическая характеристика: емкость памяти 200 тыс. т; погрешность учета ±1 кг; максимальное удаление устройства от дозировочного отделения 100 м; потребляемая мощность 15 Вт; габаритные размеры: цифровое табло 140×120×40 мм, электронный блок 150×180×300 мм; стоимость работ по изготовлению и монтажу счетчика 3 тыс. р.

Адрес для запроса документации: 600012, г. Владимир, ул. Луначарского, 1, Владимирское отделение НТО стройиндустрии.

●

Формовочная рамка

Представляет собой жесткую сварную раму с двумя продольными бортами, перемещающимися с помощью пневмоцилиндров. Она предназначена для одновременного формования на поддоне конвейера двух плит шириной 1,5 и 1,2 м, длиной 2,4...7,2 м. Расстояние между формуемыми плитами 300 мм. Боковые шпонки круглые с шагом 300 мм. Рамка внедряется на Гусевском заводе ЖБИ ПО «Владимирстройконструкция». Техническая документация находится в конструкторском отделе этого ПО.

Адрес для запроса документации: 600009, г. Владимир, ул. Моторная, 26а (тел. 3-92-03, телетайп 218182 «Тайга»).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.542.011.8.003

М. И. БРУССЕР, С. А. ПОДМАЗОВА, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

О методике определения эффективности внедрения интенсивной раздельной технологии

Широкое внедрение интенсивной раздельной технологии (ИРТ) приготовления бетонной смеси на предприятиях строительной индустрии, осуществляемое по программе «Цемент-90», требует разработки единой методики оценки эффективности метода на предприятиях. Такая методика разработана в НИИЖБе и передана в Госстрой СССР для внедрения на производстве. Она необходима и для сравнительной оценки различных конструкций смесителей-активаторов, применяемых в ИРТ. С учетом того, что основной целью внедрения новой технологии является снижение расхода цемента в бетоне, за критерий эффективности принята экономия цемента в составах по ИРТ по сравнению с технологией данного предприятия при условии получения бетона заданного качества.

Перед сравнительными испытаниями необходимо проверить, насколько основные действующие на предприятиях производственные составы, приготовленные по обычной технологии, обеспечивают получение бетонных смесей и бетонов заданного качества. Для этого необходимо установить для исходных составов фактический состав бетона по дозировкам на бетонном узле, фактическую удобоукладываемость смеси в месте ее укладки по ГОСТ 10181.1—81, фактическую прочность бетона после пропаривания и в проектном возрасте по результатам испытаний, выполненных в присутствии проверяющих по ГОСТ 10180—78.

Все полученные при испытаниях исходных составов характеристики бетонной смеси и бетона и их соответствие принятым номинальным значениям фиксируются в акте испытаний. Для дальнейшей проверки результаты испытания исходных составов бетона по обычной технологии принимаются в качестве эталонов для сравнения.

В процессе приготовления бетона по обычной технологии и по ИРТ необходимо контролировать плотность бетонной смеси и производить перерасчет фактического номинального состава бетона.

После монтажа смесителя-активатора, проверки его работоспособности, установления переделов технологических (параметров смеси — оптимальное В/Ц, Ц/П) и режимов активации (порядок введения материалов, режимы перемешивания), которые подбирают по рекомендациям регламента, определяют его эффективность.

Исходный состав (фактический) изготовляют по ИРТ, определяют его удобоукладываемость по ГОСТ 10181.1 — 81 и сравнивают с эталоном. Если удобоукладываемость исходного состава, приготовленного по ИРТ, отличается от эталона не более чем на 30% по подвижности или 20% по жесткости, то изготовляют и испытывают образцы из этого состава. Если удобоукладываемость состава по ИРТ отличается от эталона более этих значений, то состав корректируют по ГОСТ 27006—86 до достижения заданной удобоукладываемости с сохранением В/Ц и соотношения заполнителей исходного состава по обычной технологии. Бетон скорректированного состава изготовляют по ИРТ и испытывают.

Путем сравнения прочности образцов бетона и расхода цемента в составах исходного и откорректированного составов, приготовленных по ИРТ, устанавливают предварительную эффективность применения этой технологии в условиях данного предприятия. Если при сопоставлении будет установлено, что применение ИРТ позволяет повысить прочность бетона (отпускную или проектную в зависимости от того, какая из них определяет расход цемента в бетоне) не менее чем на 10% по отношению к эталону, то состав бетона корректируют по ИРТ. Если сравнительные испытания не подтвердили эффективности ИРТ, то анализируют работу оборудования ИРТ и технологию приготовления бетонной смеси, выявляя причины неудачи.

Корректировку состава бетонной смеси для ИРТ проводят по ГОСТ 27006—86 с учетом базовых зависимостей влияния основных технологических факторов на удобоукладываемость бетонной смеси и прочность бетона.

При отсутствии базовых зависимостей состав бетона корректируют путем снижения расхода цемента в составах, полученных по ИРТ, примерно на 0,75 превышения прочности. Например, если исходный состав по ИРТ показал превышение прочности на 15% по отношению к обычному, то расход цемента снижают на $15 \times 0{,}75 = 10\%$, замещая цемент песком и щебнем в том же соотношении, которое принято в исходном составе при сохранении водосодержания смеси. Состав проверяют на удобоукладываемость и прочность.

После внедрения ИРТ необходимо проверить соответствие применяемой удобоукладываемости бетонной смеси существующим способом ее уплотнения, а также оптимальность применения состава бетона. При необходимости следует скорректировать как удобоукладываемость смеси, так и состав бетона. При получении положительных результатов состав бетона с пониженным расходом цемента, приготовленным по ИРТ, признают годным для передачи в производство.

Если к бетону кроме прочности предъявляются другие требования, например морозостойкость или водонепроницаемость, то подобранный состав проверяют по этим показателям.

При определении эффективности ИРТ необходимо проводить статистический контроль однородности бетона по прочности, изготовленного по технологии данного производства и по ИРТ, в частности, в соответствии с ГОСТ 18105—86 определять внутри- и межсерийный, а также межпартионный коэффициент вариации для бетона каждого состава. На основании полученных расходов цемента в бетоне, приготовленном по обычной технологии данного производства и по ИРТ, определяют эффективность ИРТ по экономии цемента.

После завершения проведенной работы должен быть составлен акт об опытном внедрении приготовления бетонной смеси по интенсивной раздельной технологии.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.9.055.002

А. Г. ФУНИКОВ, канд. техн. наук, О. В. ЕРЕМЕНКО, инж., Б. Н. СУСЛИН, канд. техн. наук (ЦНИИЭП жилища)

Переналаживаемые формы с рельефообразующими матрицами при производстве изделий КПД

ЦНИИЭП жилища и Гипростроммаш разработали основные принципы проектирования переналаживаемых форм, базирующиеся на анализе номенклатуры изделий и группировке их по технологическим показателям.

В основе конструкций переналаживаемых форм для наружных стеновых панелей гибкой системы панельного домостроения заложено использование унифицированного серийного поддона СМЖ-3010Б со специализированной оснасткой. Это позволяет изготовлять в форме одновременно два одномодульных изделия длиной 3 и 3,6 м или одно-двухмодульное изделие с предельным габаритом 6×2,9×0,35 м.

Конструкция переналаживаемой формы для наружных стен гибкой системы панельного домостроения (рис. 1) обеспечивает формование трехслойных и однослойных изделий. Ее различие от ранее разработанных переналаживаемых форм заключается в возможности изменения размеров панелей, что позволяет получать широкую номенклатуру изделий с рельефом глубиной до 250 мм с помощью матриц и оснастки.

Продольные борта состоят из базовой силовой оснастки постоянного профиля, фиксирующей размеры изделия, и профилеобразующей оснастки, закрепленной к силовым бортам. Верхний и нижний борта, имеющие постоянные профили по всей длине, расположены по высоте в два яруса. Крепление профилеобразующей оснастки и соединение силовых бортов с поддоном осуществляется на болтах.

Продольные борта вследствие изменения длины болтовых креплений поднимаются на необходимую высоту для установки рельефообразующих матриц и получения рисунка, выступающего за плоскость панели.

Торцевые борта, расположенные на продольных с шагом 100 мм, можно переставлять вдоль них. Габаритные размеры изделия определяются установкой и настройкой специальным винтовым устройством в пределах 100 мм. Продольные борта верхней и нижней граней изделий в рабочем положении жестко фиксируются замковым соединением.

Переналаживаемые формы наиболее эффективны при конвейерной технологии производства панелей наружных стен.

Для выпуска панелей внутренних стен (максимальный размер 7,2×2,6×0,16 м) разработали односторонние формы на базе типового щита или гибкого листа для серийных кассетных установок и двусторонние формы на базе типового щита для кассетно-конвейерных линий типа Таллиннской или Калининской.

Особенностью конструкции переналаживаемой формы для панелей внутренних стен являются переставной базовый борт с прикрепленным к нему на рычагах формовочным бортом, складывающимся в процессе расформовки, а также складные проемообразователи (рис. 2).

Конструкция формы позволяет изменять размеры изделий и расположение проемов перестановкой базового борта и проемообразователей с шагом 100 мм.

Конструкция и быстросъемная бортоснастка переналаживаемой формы для наружных стен дают возможность изменять габариты изделий и применять различные съемные матрицы-прокладки (металлические, бетонные, эластомеры, комбинированные). При этом допустима облицовка плиткой или декоративными бетонами с обнажением заполнителя.

Наиболее эффективен способ формования панелей фасадной поверхностью вниз с применением рельефообразующих матриц, обеспечивающий долговечный рельефный отделочный слой. Рельефную отделку при этом осуществляют в переналаживаемых формах со съемными рельефообразующими матрицами, которые могут быть цельнораздельными, сборными, секционными. Матрицы-прокладки изготовляют из металла, заливочных паст, резины, стеклопластиков, листовых термопластов, бетона с полимерным рабочим слоем и т. д. Конструкция крепления позволяет при необходимости снимать их, заменять и переставлять без существенных трудозатрат.

Металлические матрицы, имеющие наибольший срок оборачиваемости, целесообразно применять для массовых изделий большой тиражности, изготовления рельефных кессонов, одновременно выполняющих функции поддона и матрицы.

При использовании дешевых наборных резиновых матриц необходимо исключить протечки между ними, в местах примыкания к бортам формы и проемообразователям. Обычно их укладывают на поддон формы насухо с последующим обжатием металлической рамкой. Стоимость 1 м² матрицы — 60 р., срок службы — 100...300 циклов.

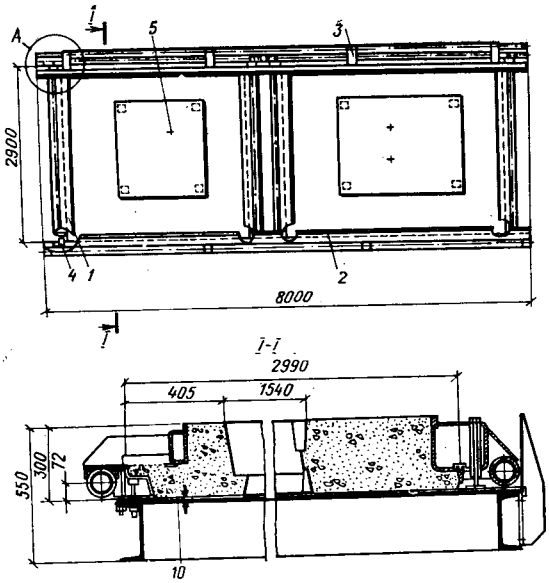
Рельефообразующие матрицы-прокладки из заливочных паст, позволяющие получать сложный рельеф, выдерживающие термические нагрузки при ТВО, могут выпускать предприятия строительной индустрии.

Основным компонентом таких матриц являются эпоксидные и алкилрезорциновые смолы. Стоимость 1 м² матрицы — 100...120 р., срок службы — до 100 циклов.

Для крепления матриц из заливочных паст в переналаживаемых формах предлагаются сварные (прерывистый шов) или болтовые (винтовые) соединения.

Матрицы-прокладки из эластомеров наиболее перспективны, поскольку обеспечивают получение достаточно разнообразного рельефа, в том числе под колотый камень. Этот материал не требует при твердении вулканизации. Постоянное крепление таких матриц к поддону целесообразно производить на клею. Для временного крепления рекомендуется армирование обрамления по периметру из металлической полосы,

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru



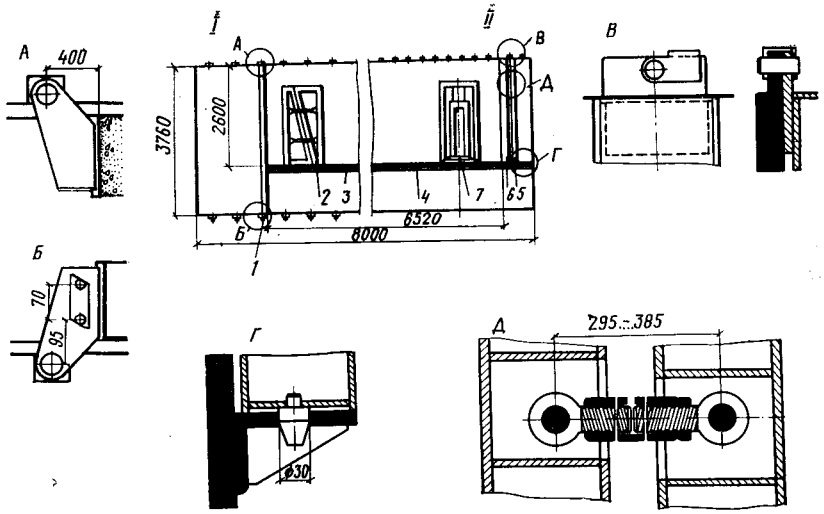


Рис. 2. Переналаживаемая форма для панелей внутренних стен
I, II — варианты; *1* — борт поворотный; *2* — проемообразователь; *3* — нижний борт составной; *4* — то же сплошной; *5* — базовый борт; *6* — шарнирный борт; *7* — проемообразователь

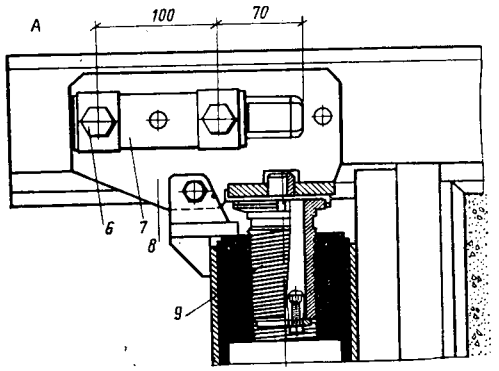


Рис. 1. Переналаживаемая форма для наружных стеновых панелей
1 — борт торцевой; *2* — борт продольной верхний; *3* — то же нижний; *4* — узел фиксации торцевого борта; *5* — фиксатор проемообразователя; *6* — фиксатор борта; *7* — планка модульная *8* — кронштейн регулировочный; *9* — винт регулировочный; *10* — зона установки матриц размером 50...250 мм

что не позволяет матрице деформироваться в процессе распалубки. Крепление осуществляют подведением матрицы под борт формы. Стоимость 1 м² матрицы — 50...130 р., срок службы — до 100 циклов.

Стеклопластиковые рельефообразующие матрицы-прокладки можно использовать для изделий в переналаживаемых формах, подвергающихся ТВО при умеренных температурах (40...60°С). Стоимость 1 м² матрицы — до 300 р., срок службы — до 300 циклов.

В некоторых случаях можно применять железобетонные рельефные матрицы в качестве рельефных кессонов. При этом стоимость отделки 1 м² 0,3...1,5 р.

Переналаживаемые формы проверили при формовании двух- и одномодульных наружных стеновых панелей с рельефом и без рельефа на экспериментальной базе КиевЗНИИЭПа и на Казанском ДСК. При этом использовали рельефообразующие матрицы из алюминиевого сплава, резиновые и эластомер (Вилад-22).

Испытания показали, что конструкция переналаживаемой формы работоспособна и позволяет получать изделия различных размеров с разными вариантами рельефа.

Трудоемкость сборки двухмодульной формы с матрицами без учета работы крана составила 16, разборки 2,5 чел.-ч. Трудозатраты на сборку формы для двух одномодульных панелей — 26, а на разборку 4 чел-ч.

Усовершенствованную конструкцию переналаживаемой формы предполагается внедрить в Казани, Свердловске, Севастополе.

Разработанная ЦНИИЭП жилища гибкая система панельного домостроения значительно расширяет возможности заводов КПД по выпуску широко изменяемой номенклатуры деталей зданий.

До настоящего времени предприятия не заинтересованы в снижении металлоемкости и в использовании новых экономичных конструктивных решений. Положение должно несомненно измениться с переходом на новые формы хозяйствования. Поэтому при выборе конструктивных решений переналаживаемых форм определяющими факторами, наряду с возможностью получения изделий широкой номенклатуры с различной рельефной фактурой, являлось снижение металлоемкости парка форм и оснастки на заводах КПД. Исследованиями ЦНИИЭП жилища установлено, что переналаживаемые формы по сравнению с обычными для предприятий годовой мощностью 70...350 тыс. м² общей площади снижают металлоемкость на 12...15%. При этом уменьшаются удельные капитальные вложения и себестоимость продукции [1, 2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беляев В. А., Чурбанов Э. М. Совершенствование системы использования и обновления парка форм // Жилищное строительство. — 1987. — № 2. — С. 10—11.
2. Рекомендации по рациональной технологии производства изделий КПД при реконструкции и техническом перевооружении предприятий. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1985. — 82 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.565.8

Ю. И. ВОРОНОВ, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон); А. Ф. ШАШИН, инж. (Гипростроммаш)

Совершенствование технологической анкеровки стержневой высокопрочной арматуры

В качестве технологической анкеровки при натяжении стержневой высокопрочной арматуры применяют несколько способов в зависимости от класса арматуры и имеющихся возможностей. В серийном производстве наиболее распространены высадка концевых анкерных головок в горячем состоянии на установках СМЖ-128 и опрессовка на арматуре анкерных стальных шайб в холодном состоянии «обжатая обойма», осуществляемые на пневматических машинах типа МО-5 ... МО-9 или на гидравлических машинах типа МОГ-18. Более технологичен и экономически выгоден первый способ, однако его возможности ограничены областью применения для термообработанной стали классов Ат-IV, Ат-V из-за увеличивающейся степени разупрочнения при повышении ее класса. Способ «обжатая обойма» обеспечивает надежную анкеровку для арматуры любых классов, однако требует дополнительного расхода дефицитного стального листа, наличия прессового оборудования и штампов, для опрессовки применяются тихоходные машины, процесс опрессовки не поддается автоматизации*.

Для устранения указанных недостатков необходимо усовершенствовать способы технологической анкеровки высокопрочной стержневой и проволочной арматуры. Разработаны технологии горячей высадки с подстуживанием головок и опрессовки в холодном состоянии стальных спиралей, получаемых навивкой горячекатаной проволоки на специальных станках-автоматах типа МШ-1, (способ «обжатия спираль»). Данная технология применяется в течение последних лет в соответствии с ТУ 21-33-31—82 только для арматуры классов А-IV, Ат-IV диаметрами 10 ... 14 мм. Накоплен большой опыт применения этого способа на заводах отрасли, усовершенствован станок для изготовления витых анкеров, на которых получается косой рез проволоки, что позволило улучшить условия опирания анкера в упоре формы. Усовершенствование формы опрессовочных губок позволило получить анкера с наклонной образующей поверхности. Деформация анкера при опрессовке позволяет в этом случае приблизить конструкцию анкера к монолитному состоянию металла, что резко повысило его несущую способность. Проведенные усовершенствования оборудования и оснастки позволили передовым предприятиям отрасли применить способ анкеровки «обжатая спираль» для арматуры классов А-V, Ат-V диаметром до 18 мм с использованием проволоки диаметром до 8 мм.

Расширение области применения анкеровки арматуры способом «обжатая спираль» и особенности его применения недостаточно освещены в технической литературе и нормативно-технической документации. До сих пор нет инженерной методики определения необходимого числа витков витого анкера.

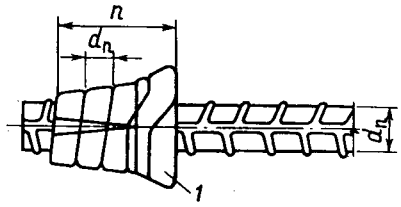


Рис. 1. Анкер типа «обжатая спираль»
1 — необжатый виток

На рис. 1 показан конический анкер типа «обжатая спираль» с опорным (не обжатым) витком. Потеря несущей способности анкера от осевой нагрузки F может произойти по одной из четырех причин: отгиб опорного витка, разрушение вдоль плоскости разъема опрессовочных губок, срез профиля арматуры и внутренней поверхности анкера. Две первые причины носят технологический характер. Срез профиля арматуры на практике не наблюдается из-за высокой относительной твердости и прочности арматуры. В этой связи определяющим для спирального анкера является его расчет на срез по внутренней поверхности, образованной диаметром d. В общем виде необходимое число витков n спирального анкера можно определить по формуле

$$F = \tau_{ср} \pi d d_п n, \qquad (1)$$

где $\tau_{ср}$ — теоретическое напряжение среза материала анкера, определяемое эмпирической зависимостью от предела прочности этого материала $\sigma_{в.а}$ как

$$\tau_{ср} = (0{,}65 \ldots 0{,}7)\ \sigma_{в.а};$$

$d_п$ — диаметр проволоки.

Однако такой подход возможен лишь для сплошного анкера типа «обжатая обойма». Для анкера «обжатая спираль» условия деформации носят иной характер, так как большая часть усилия воспринимается витками, близлежащими к опорной поверхности, а между поверхностью арматуры и витками, как и между самими витками, имеются незаполненные металлом пустоты, зависящие в первую очередь от степени относительной деформации металла анкера Δ, определяемой по формуле

$$\Delta = h/d_п,$$

где h — высота проволоки диаметра $d_п$ после обжатия.

Учитывая сложное напряженное состояние обжатого спирального анкера, выражение (1) должно принять вид

$$F = \tau_{ср.о} \pi d d_п n,$$

где $\tau_{ср.о}$ — усредненное относительное напряжение при срезе внутренней поверхности обжатого спирального анкера.

Высота проволоки h после обжатия равна половине разницы между размером обжатого анкера в средней части, т. е. в месте перехода конического уширения в обжатый конус, квадрат или шестигранник, и диаметром арматурного стержня по рифам.

На рис. 2 показана эмпирическая зависимость напряжения среза $\tau_{ср.о}$ от относительной деформации Δ при анкеровке арматуры различных диаметров. Используя данные графика, можно определить область рациональных значений осадки анкеров, в которой напряжение

* Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1975. — 32 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

среза $\tau_{ср.о}$ достигает максимума, т. е. область *А — Б*.

Прочность технологического анкера типа «обжатая спираль» должна быть аналогична прочности анкера типа «обжатая обойма» и обеспечивать его работоспособность при усилии, соответствующем 0,9 $\sigma_{в.с}$ материала стержня [1], т. е.

$$F = 0{,}9\,\sigma_{в.с}\,S,$$

где S — номинальная площадь поперечного сечения стержня.

В этом случае из формулы (I) определится число витков n спирального анкера

$$n = \frac{0{,}9\,\sigma_{в.с}\,S}{\tau_{ср.о}\,\pi\,d\,d_п}. \qquad (2)$$

С учетом некоторого запаса прочности технологического анкера и для удобства расчетов можно использовать формулу

$$n = \frac{0{,}225\,\sigma_{в.с}\,d_н}{\tau_{ср.о}\,d_п}, \qquad (3)$$

где $d_н$ — номинальный диаметр арматуры.

Приняв усредненное фактическое напряжение среза анкера равным 180 МПа, можно определить необходимое число рабочих витков для арматуры различных классов и диаметров (см. таблицу).

Класс арматуры	Число витков для арматуры диаметром, мм				
	10	12	14	16	18
Ат-IV	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8
А-IV	1,7	2,0	2,3	2,8	3,1
А-V, Ат-V	1,9	2,3	2,7	3,0	3,5
Ат-VI	2,3	2,8	3,2	3,7	4,1

Приведенная методика расчета применима для спиральных анкеров, обжатых на квадрат, шестигранник и усеченный конус. Следует отметить, что анкер в виде усеченного конуса обладает повышенной несущей способностью.

Для определения полного числа витков анкера к расчетному, взятому из таблицы, следует добавить еще один, опорный виток. Окончательное число витков принимается исходя из технологических возможностей станка-автомата по навивке спиральных втулок и близким к расчетному.

Используемый на Загорском КЖИ-100, заводе ЖБИ-18 ППО Моспромстройматериалы и других станок-автомат МШ-1 имеет набор сменных рабочих органов — тяговых роликов и позволяет навивать спиральные втулки из проволоки диаметром 6; 6,5 и 8 мм с числом витков 2,7 ... 4,5. Число витков спиральных втулок зависит от числа устанавливаемых

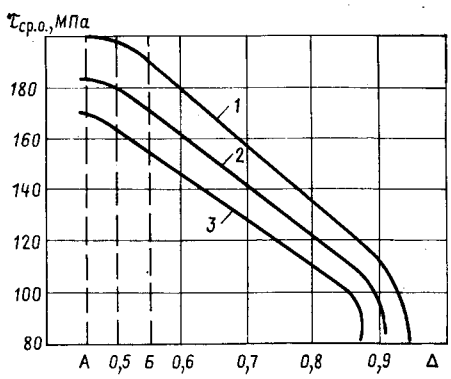


Рис. 2. Зависимость напряжения среза $\tau_{ср.0}$ анкера от осадки Δ
1 — $d_п$ = 10 мм; *2* — $d_п$ = 12...14 мм; *3* — $d_п$ = 16...18 мм

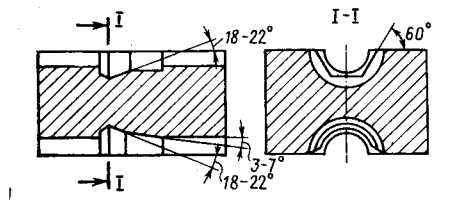


Рис. 3. Обжимные губки для шестигранного и конического сечения с коническим уширением у торца

на ролике ножей. Их может быть от одного до трех. Форма ножа позволяет отрезать втулку с косым срезом торца.

Располагая значениями n и Δ, можно определить размеры гнезда обжимных губок для принятой конструкции анкера (рис. 3). Размер уширенного опорного торца анкера D следует принимать по выражению

$$D = 2\,d_п + d, \qquad (4)$$

где $d_п$ — диаметр выбранной проволоки анкера; d — диаметр арматурного стержня по рифам.

Оптимальный угол наклона образующей конического уширения торца α выбирают равным 18 ... 22°. Для квадратного анкера угол наклона усеченной пирамиды α = 18 ... 25°. При таких значениях угла возникающее от вертикальной силы сжатия обжимных губок N осевое усилие $N\mathrm{tg}\alpha$ формирует торцевой виток в одной плоскости в результате пластической деформации проволоки спирали. Плоскостность торца снижает разброс напряжения в стержне, повышая его несущую способность. Наличие косого среза торца проволоки спирали обеспечивает полное заполнение металлом опорной поверхности рабочего торца, что дополнительно повышает несущую способность анкера.

Лучшими показателями разброса рабочего напряжения по сравнению с анкерами других типов обладает конический анкер с коническим уширением у торца. Рабочие витки такого анкера обжаты в виде усеченного конуса с образующей α = 3 ... 7° (в зависимости от числа витков), под воздействием осевого усилия они лучше уплотнены между собой и работают как монолитный анкер.

Для изготовления гнезда с коническим уширением следует использовать специальные нестандартные фрезы или метод опрессовки в нагретых губках специального шаблона, размеры и форма которого соответствуют обжатому коническому анкеру. Чертежи этой технологической оснастки включены в документацию на разработанную технологию спиральной анкеровки.

Предлагаемая методика позволяет рассчитывать и применять на заводах ЖБИ спиральные анкеры в виде квадрата, шестигранника и усеченного конуса с уширением у торца для стержневой арматуры диаметром 10 ... 18 мм и использованием электротермического или механического натяжения. Анкеры в виде квадрата и шестигранника рекомендуются для арматуры классов А-IV и Ат-IV. Конические спиральные анкеры с повышенной несущей способностью можно использовать и для арматуры классов А-V, Ат-V и Ат-VI.

Дополнительную информацию можно получить в Гипростроммаше по адресу: 103287 Москва, 2-я Хуторская, 38а.

НА ВДНХ СССР

Самоходная бетоновозная тележка

Представляет собой сварную конструкцию, состоящую из рамы-тележки, поворотной бадьи, привода тележки и привода опрокидывания бадьи. Предназначенная для транспортирования бетонной смеси от БСУ к формовочным пролетам, тележка исключает потери смеси при ее доставке.

Техническая характеристика: вместимость бункера 2,2 м³; скорость передвижения тележки 15 м/мин; цикл опрокидывания бадьи 60 с; мощность электродвигателей 7,7 кВт; масса 2335 кг.

Тележка внедрена на заводах ПО «Владимирстройконструкция», в конструкторском отделе которого находится техническая документация (600009 г. Владимир, ул. Моторная, 26а, тел. 3-92-03).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327.32:666.64-492.3

А. П. МЕРКИН, д-р техн. наук (МИСИ); М. И. ЗЕЙФМАН, канд. техн. наук (МГМИ);
М. С. КУЛИЕВ, канд. техн. наук (Главбакстрой АзССР)

Керамзитобетонные изделия на основе пеплоизвестково-гипсового вяжущего

В связи с увеличением объемов строительства перспективно производство бесцементных вяжущих композиций на основе местных сырьевых материалов, промышленных отходов и вторичных ресурсов. Применительно к районам Кавказа, Закавказья, Дальнего Востока и Камчатки перспективным сырьем для получения местных вяжущих являются вулканические пеплы, пепловые туфы и туфобрекчии, залежи которых огромны.

Многочисленные отечественные и зарубежные исследования показали, что высокая гидравлическая (пуццолановая) активность вулканических пород позволяет получать на их основе известьсодержащие вяжущие композиции марок 50...150, а после тепловлажностной обработки (ТВО) активностью до 25 МПа. Отмечено также положительное влияние добавки гипса на полноту связывания свободной $Ca(OH)_2$ в гидросиликаты кальция в результате увеличения степени гидролиза стеклофазы вулканической породы. При этом расход полуводного сульфата кальция во всех работах практически одинаков и не превышает 5%, что нашло отражение в ГОСТ 2544 — 76.

Учитывая идентичное тетраэдрическое расположение атома кислорода в анионах SiO_4^{-4} и SO_4^{-2}, близкие значения ионных радиусов кремния (0,11 нм) и серы (0,1 нм) и возможность замещения в тоберморитовом геле тетраэдров SiO_4^{-4} на SO_4^{-2} без изменения макроструктуры нами были проведены исследования, показавшие что расход сульфата кальция следует назначать с учетом дисперсности вулканической породы, расхода извести и температуры ТВО [1]. В результате установлены составы вяжущих композиций на основе вулканических стекол-перлитов и обсидианов, имеющие активность после ТВО при 95...100°С до 45 МПа.

Бесцементные вяжущие композиции на основе вулканических пеплов (ПИГВ) характеризуются меньшей активностью, чем перлитовые. Основные свойства и рациональные составы вяжущих на основе ПИГВ Джебраилского и Нахичеванского месторождений АзССР приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав вяжущего, % массы			Дисперсность пепла, м²/кг	Сроки схватывания**, мин	Нормальная густота, %	Прочность после пропаривания при 95°С, МПа
известь (по CaO)	гипс*	вулканический пепел				
14	5,2 / 5,6	Остальное	280—300	30—35 / 45—50	27	25
16	5,6 / 5,8	»	350—400	28—30 / 45—50	28	30
18	5,8 / 6,2	»	450	25—30 / 40—45	30	35

* Над чертой — полуводный, под чертой — двуводный.
** Над чертой — начало схватывания, под чертой — конец.

Вяжущее изготовляли на Карадагском цементном заводе путем совместного сухого помола вулканического пепла влажностью до 2%, негашеной кальциевой извести (A=76%) и полуводного гипса в шаровой мельнице до удельной поверхности 350...400 м²/кг. Испытания показали, что применение ПИГВ в бетонах на искусственных и природных пористых заполнителях более эффективно по сравнению с клинкерными цементами (прочность повышается на 30...40%). Бетоны на плотном заполнителе с использованием этих вяжущих имеют примерно равную прочность. Однако эти преимущества реализуются только в бетонах с оптимальным водовяжущим отношением В/В, которое составляет 0,32...0,34 для ПИГВ и 0,52...0,54 для керамзитобетона с О.К.= =2 на основе ПИГВ.

Учитывая высокое водопоглощение керамзитового гравия (около 14% по массе) можно предположить, что высокие прочностные показатели керамзитобетона на основе ПИГВ (табл. 2) обусловлены не только сходством фазового состава вяжущего и пористых заполнителей, но и в немалой мере эффектом «обоймы» [2], т. е. созданием на поверхности керамзитового заполнителя упрочненного контактного слоя. Для проверки этого положения определено истинное значение В/В в контактном слое, толщина которого по данным электронно-микроскопического анализа составляет в среднем 80... 10 мкм.

Таблица 2

Вяжущее	Расход вяжущего, кг/м³	Средняя плотность изделий, кг/м³	Влажность после ТВО, %	Предел прочности при сжатии после ТВО, МПа	Модуль упругости, МПа	Морозостойкость, циклы
Цемент М400	255 / 240	1300 / 1260	12,0 / 14,0	7,5 / 7,2	1420 / 1400	<50
ПИГВ	265 / 245	1280 / 1220	11,5 / 13,0	9,8 / 10,4	1470 / 1520	<50

Примечание. Над чертой — в качестве мелкого заполнителя песок; под чертой — вулканический пепел.

Содержание вяжущего C в контактном слое 1 м³ бетона было рассчитано по следующей формуле:

$$C = S\,\delta\,\rho_{см},$$

где S — суммарная поверхность керамзитового заполнителя; δ — средняя толщина контактного слоя; $\rho_{см}$ — плотность растворной части керамзитобетона.

Водопоглощение керамзитового заполнителя при отсосе влаги из растворной смеси контактного слоя, определенное экспериментальным путем, составило в среднем 3,5%, или 15,7 л. С учетом этих данных рассчитывали истинное значение В/В, которое составило 0,34...0,36, т. е. лежит в области, близкой к оптимальной.

Для подтверждения эффекта «обоймы» были изготовлены образцы керамзитобетона с предварительно увлажненным до 6 и 12% (по массе) керамзитовым заполнителем. При этом прочность на сжа-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тие после пропаривания снижается с 9,8 для контрольного образца до 9,4 (при $W=6\%$) и 8,2 (при $W=12\%$), а через 28 сут выдерживания образцов в нормальных условиях возрастает, соответственно до 10,8, 11,2 и 10,2 МПа.

Формирование на поверхности керамзитового заполнителя упрочненного контактного слоя, обладающего повышенной адгезией в результате химического взаимодействия $Ca(OH)_2$, и сульфат-иона со стеклофазой заполнителя, а также взаимное перекрытие полей контактных слоев из-за относительно низкого расхода вяжущего позволяют получить керамзитобетонные изделия с высокими эксплуатационными показателями (см. табл. 2).

Результаты исследования структуры синтезированного силикатного камня, полученные с использованием рентгенофазового, электронно-микроскопического и комплексного методов анализа высокополимеризованных силикатов, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Структура силикатного камня	Срок эксплуатации панелей, годы	
	0,5	2
Фазовый состав новообразований	CSH (I), C_2ASH_x тобермоpитовый гель $CaCO_3$— следы	CSH (I), C_2ASH_x тобермоpитовый гель $CaCO_3$— вторичный
Содержание SiO_2, %	75,3	74,4
из них кислоторастворимого	13,37	1,13
Содержание CaO, %	15,6	15,5
из них кислоторастворимого	7,35	7,03
Содержание CO_2, %	2,38	4,81
Содержание H_2O, %	7,72	5,32
В том числе:		
молекулярная	1,74	1,85
силанольная	5,97	3,47
Основность ККА:		
растворимой части	0,865	1,226
псевдоморфозы	0,494	0,398
Средняя основность ККА образца	0,468	0,502

Из представленных данных следует, что в процессе эксплуатации в результате естественной карбонизации происходит частичное разложение гидросиликатов кальция с образованием вторичного кальцита и геля поликремниевой кислоты. Основность кремнекислородных анионов (ККА) низкомолекулярной (растворимой в HCl) части, характеризующая степень полимеризации кремнеземсодержащей части, для образцов из панелей 2-годичной эксплуатации значительно выше, чем полугодовой. Это свидетельствует о продолжающихся химических реакциях между кремнеземистой составляющей вулканической породы и свободной $Ca(OH)_2$, что увеличивает объем геля CSH(I) и, как следствие, повышает прочность керамзитобетона. В частности, прочность кернов, выпиленных из панелей 2-годичной эксплуатации в среднем на 15% выше, чем из панелей полугодовой эксплуатации.

Водонепроницаемость керамзитобетона при этом возросла с 0,09 до 0,145 МПа. Натурные обследования состояния арматуры в бесцементных керамзитобетонных панелях на ПИГВ в течение 3 лет эксплуатации не выявили признаков коррозионного разрушения или поражения арматуры.

Наличие наружной защитно-декоративной отделки панелей способствовало снижению интенсивности углекислой агрессии. В частности, глубина карбонизированного слоя с наружной поверхности панели не превышала 1,5 мм, а со стороны помещения — 2 мм.

Вместе с тем эксплуатация панелей при относительной влажности воздуха выше 70...75% или в условиях периодического увлажнения должна предусматривать меры по защите арматуры от коррозии.

На ДСК-3 Главбакстроя АзССР в опытном порядке организовано производство бесцементных керамзитобетонных панелей на основе ПИГВ для домов серии I-$А_3$—400 $АС_к$. При этом использовано технологическое оборудование действующей линии по изготовлению керамзитобетонных изделий на цементе. Выпущено более 2000 м³ панелей, которые использовали при строительстве жилых домов в массиве Ахмедлинская палата в Баку. Экономический эффект от замены цемента пеплоизвестково-гипосовым вяжущим составляет в среднем 3,5 р/м³.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркин А. П., Зейфман М. И., Власов В. В. Отделочный материал на гидравлическом вяжущем из вулканических стекол // Строительные материалы. — 1983. — № 2. — С. 17—18.
2. Иванов И. А. Технология легких бетонов на искусственных пористых заполнителях. — М.: Стройиздат, 1974. — 242 с.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ И АВТОРОВ

Напоминаем, что почтамты, отделения связи и предприятия «Союзпечати» продолжают принимать подписку на журнал «Бетон и железобетон» на текущий год. Оформить ее можно с любого предподписного месяца, но не позднее 12-го числа (индекс «Б и ЖБ» — 70050). Уже сейчас можно стать подписчиком и на будущий год.

В номерах 1990 г. редакция планирует поместить тематические подборки статей по проблемам:

- новое в заводской технологии бетона
- монолитное домостроение
- сельскохозяйственные здания и сооружения
- технико-экономические мероприятия, направленные на экономию цемента
- проблемы совершенствования нормативной базы промышленности бетона и сборного железобетона

Просьба к авторам присылать рукописи статей (в 2-х экземплярах) объемом не более 8 машинописных стр., напечатанных через два интервала. При этом необходимо сообщить сведения о себе и соавторах.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.152.634.3:691.327

В. Г. МАТВЕЕВ, А. Л. КРИШАН, кандидаты техн. наук (Магнитогорский горно-металлургический ин-т)

Пустотные брусковые элементы из опрессованного бетона

В Магнитогорском горно-металлургическом институте на основе нового способа формования* разработана конструкция железобетонного пустотного брускового элемента. Он снабжен внешней продольной уголковой арматурой, объединенной в пространственный каркас часто расположенными поперечными стержнями (см. рисунок). Отличительная особенность способа изготовления такого элемента заключается в длительном прессовании уложенной в силовую форму бетонной смеси с помощью пустотообразователя, что значительно упростило наружные элементы силовой формы. В процессе прессования давление от пустотообразователя через бетонную смесь передавалось на полки продольной уголковой арматуры. Конструкция формы позволяет этой арматуре под действием давления раздвигаться, что обеспечивает преднапряжение поперечных стержней. Таким образом, данный способ наряду с опрессовкой бетона создает в брусковом элементе активную обойму, т. е. предварительное боковое обжатие бетона элемента полками продольной уголковой арматуры, объединенной в единый пространственный каркас напряженными поперечными стержнями.

С применением метода планирования эксперимента установили оптимальный состав и рациональные значения некоторых технологических параметров формования бетонной смеси, влияние которых на прочность опрессованного бетона оценивали коэффициентом β_0 по приведенной формуле. Испытания контрольных образцов показали, что призменная прочность опрессованного бетона оптимального состава оказалась в 1,5 раза выше, чем неопрессованного бетона того же состава.

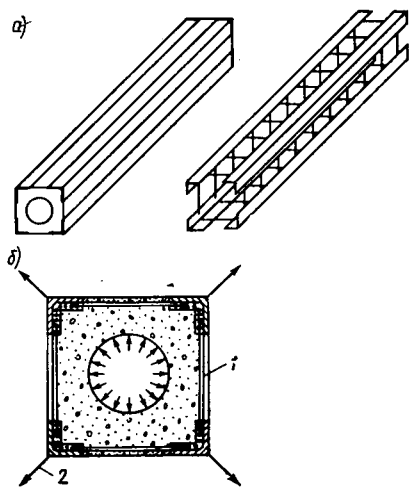
Прочность опрессованного бетона с учетом исследований [1] рекомендуется производить по формуле

$$R_{b,p} = R_b \left(1 + \varkappa_0 \beta_0 \ln \frac{P_{av}}{P_0}\right),$$

где R_b — призменная прочность исходного бетона; P_{av} — среднее по толщине слоя бетонной смеси прессующее давление; P_0 — атмосферное давление; $\varkappa_0$ — коэффициент, зависящий от состава бетонной смеси; $\beta_0 = \beta_t \beta_v \beta_т$; β_t, β_v и $\beta_т$ — коэффициенты, учитывающие влияние на прочность опрессованного бетона момента приложения давления к бетонной смеси, скорости нарастания этого давления и продолжительности выдерживания свежеотформованного бетона под давлением. Их устанавливают по графикам, на основании экспериментальных данных для конкретных исходных материалов и прессующих давлений.

На втором этапе исследовали несущую способность 27 лабораторных образцов и трех натурных конструкций брусковых элементов.

Лабораторные образцы размером 20×20×100 см имели в сечении квадратное отверстие со стороной 10,5 см. Натурные конструкции размером 30×30×300 см и круглым отверстием в поперечном сечении Ø 18 см стыковали по длине из двух элементов с помощью стальных планок на болтах. В качестве продольной арматуры для лабораторных образцов использовали четыре стальных равнополочных уголка 40×4 мм, для натурных элементов — четыре уголка 63×4 мм, а в качестве поперечной арматуры — проволоку Ø 4 Вр-1 с шагом 50 мм и стержни Ø 6 А-III с шагом 80 мм. В торцах каждого элемента натурных конструкций устанавливали спирали из арматуры Ø 6 А-III с шагом 50 мм, служащие косвенной арматурой. После формования образцов и элементов натурных конструкций к ним по торцам приваривали стальные пластины толщиной 10 и 15 мм.



Конструкция бруска (*а*) и принципиальная схема его изготовления (*б*)

1 — напрягаемые поперечные стержни; *2* — направление перемещения уголков

Для оценки влияния нового способа формования на несущую способность часть лабораторных образцов изготовляли из обычного (неопрессованного) бетона.

Брусковые элементы исследовали в возрасте 28 сут под действием кратковременной сжимающей нагрузки по стандартной методике. Лабораторные образцы испытали на центральное (серия БОЦ) и внецентренное сжатие с $e_0/h_0 = 0{,}15$ (серия БОВ1), 0,25 (серия БОВ2) и 0,35 (серия БОВ3). Натурные конструкции испытали на центральное сжатие (серия КЦ) (см. таблицу).

Экспериментами установлена несколько повышенная деформативность бетона сжатой зоны. Максимальные фиксированные деформации сжатия бетона опрессованных образцов превышали деформации бетона неопрессованных образцов для центрально сжатых элементов примерно на 40%, а для внецентренно сжатых от 15 (при $e_0/h_0 = 0{,}35$) до 50% (при $e_0/h_0 = 0{,}15$). Это объясняется эффектом активной обоймы, благодаря которому часть бетона в поперечном сечении опрес-

* А. с. 1203218 СССР, МКИ³ Е 04 С 21/12. Установка для изготовления предварительно напряженных объемных элементов / Г. И. Амелькин, В. Г. Матвеев (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1986. — № 1. — С. 20.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Образец	P_{av}, МПа	R_b, МПа	Прочность бетона в конструкции, МПа	$R^{exp}_{в,red}/R_в$	Разрушающая нагрузка, кН			N^{exp}_u/N^{th}_{u1}	N^{exp}_u/N^{th}_{u2}
					N^{exp}_u	N^{th}_{u1}	N^{th}_{u2}		
КЦ-1	3,0	35,7	64,1/58,3	1,80	4200	2582	3903	1,63	1,08
КЦ-2	3,0	34,9	70,3/56,7	2,01	4550	2536	3832	1,79	1,19
КЦ-3	2,0	36,1	62,4/54,0	1,73	4100	2604	3659	1,57	1,12
БОЦ-1	2,6	43,5	74,3/71,6	1,71	2100	1413	2084	1,49	1,01
БОЦ-2	2,5	43,3	70,4/70,7	1,63	2000	1401	2089	1,43	0,96
БОЦ-3	2,6	40,6	67,7/67,1	1,67	1967	1347	2035	1,46	0,97
БОВ1-1	2,6	41,2	68,5/64,5	1,66	1720	1192	1653	1,44	1,04
БОВ1-2	2,6	39,2	62,1/61,5	1,58	1547	1109	1536	1,40	1,01
БОВ1-3	2,8	43,9	76,6/60,3	1,74	1860	1220	1715	1,52	1,08
БОВ2-1	2,6	43,5	68,5/66,0	1,57	1350	970	1309	1,39	1,03
БОВ2-2	2,6	42,1	66,7/64,0	1,58	1320	942	1242	1,40	1,04
БОВ2-3	2,6	43,1	66,8/65,4	1,55	1320	955	1268	1,39	1,02
БОВ3-1	2,5	40,9	60,1/61,3	1,47	960	718	976	1,34	0,98
БОВ3-2	2,5	41,9	57,7/62,9	1,38	960	787	1043	1,22	0,92
БОВ3-3	2,5	41,4	62,2/62,1	1,50	1013	737	1011	1,38	1,00

Примечания: 1. Перед чертой — $R^{exp}_{b,red}$, после черты — $R^{th}_{b,red}$. 2. N^{th}_{u1} вычислена без учета опрессовки бетонной смеси и эффекта активной обоймы, а N^{th}_{u2} определена по предложенной методике.

сованного образца с внешним уголковым армированием работает под нагрузкой в условиях трехосного сжатия.

Наличие в конструкции активной обоймы подтверждают и результаты обработки относительных деформаций поперечной арматуры опрессованных элементов. Они показали, что сразу же после распалубки преднапряжение в поперечных стержнях лабораторных и натурных элементов составило 195...270 МПа, а в момент, предшествующий началу опытов, — 110...240 МПа. Это соответствовало предварительному боковому обжатию бетона давлением 0,8...1,2 МПа.

В основу расчета элементов предложенной конструкции положена методика СНиП 2.03.01 — 84. При этом в расчетные зависимости вместо призменной прочности бетона R_b вводили приведенную призменную прочность бетона $R_{b.red}$, учитывающую повышение его прочности вследствие опрессовки в процессе изготовления и проявления эффекта активной обоймы [2].

Сопоставление опытных разрушающих нагрузок с теоретическими свидетельствует о том, что предложенная методика расчета позволяет с достаточной для практических целей точностью определить несущую способность сжатого пустотного бруска из опрессованного бетона.

Выводы

Испытаниями опрессованных пустотных брусковых элементов с внешним уголковым армированием на сжатие в области случайных и малых эксцентриситетов установлена их высокая несущая способность, обусловленная значительным ростом призменной прочности бетона. Она повышается как в результате опрессовки бетонной смеси механическим давлением, так и вследствие проявления эффекта активной обоймы, возникающего благодаря совместной работе продольной уголковой арматуры и преднапряженных поперечных стержней элементов.

Выявлено, что наибольшую эффективность следует ожидать при использовании предложенной конструкции в качестве несущих элементов, работающих на сжатие со случайными эксцентриситетами и в случаях внецентренного сжатия с однозначной эпюрой нормальных напряжений в пределах рабочей высоты поперечного сечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мурашкин Г. В. Экономическая эффективность применения бетона, твердеющего под давлением, в колоннах / Железобетонные конструкции // Тр. Куйбышевского государственного ун-та. — 1982. — С. 7—20.
2. Матвеев В. Г., Кришан А. Л. Несущая способность железобетонных элементов коробчатого сечения из опрессованного бетона. — М., 1986. — Вып. 2. — С. 16. — Деп. во ВНИИИСе 22.04.86, № 6258.

ГОССТРОЙ СССР ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА (НИИЖБ)

объявляет открытый конкурс на замещение вакантных должностей:

- заведующего лабораторией арматуры;
- четырех старших научных сотрудников лаборатории теории железобетона;
- старшего научного сотрудника лаборатории железобетона (г. Иркутск);
- двух старших научных сотрудников лаборатории непрерывно-армированных и самонапряженных конструкций;
- старшего и младшего научных сотрудников лаборатории автоматизированной технологии железобетона;
- младшего научного сотрудника лаборатории бетонных и железобетонных труб;
- младшего научного сотрудника лаборатории прочности и трещиностойкости преднапряженных конструкций при доэксплуатационных воздействиях.

Срок подачи заявлений — месяц со дня публикации объявления.

В конкурсе могут принимать участие лица, имеющие ученые степени доктора и кандидата технических наук (кроме мл. научного сотрудника).

Документы направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, НИИЖБ.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.87:691.714

В. В. КАЛМЫКОВ, Н. Г. ВОЛОВИК, кандидаты техн. наук, А. В. ОСАДЧЕНКО, инж. (Ин-т черной металлургии); Н. М. ОМЕСЬ, канд. техн. наук, В. И. ГРАЧЕВ, инж. (Комбинат Криворожсталь); Г. М. КРАСОВСКАЯ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Термомеханически упрочненная арматурная сталь с повышенными эксплуатационными характеристиками

Термомеханически упрочненная арматура класса Ат-V, выпускаемая по ГОСТ 10884 — 81, имеет недостатки, ограничивающие возможности ее применения в железобетонных конструкциях: она проявляет склонность к коррозионному растрескиванию, не сваривается, не допускается к использованию при температуре ниже 55°С.

Институтом черной металлургии (ИЧМ) совместно с комбинатом Криворожсталь и НИИЖБом разработан новый вид арматуры классов Ат-IVСК, Ат-VК из низколегированной стали марки 10ХГС2* с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Исследовали прочность, пластичность, свариваемость, коррозионную стойкость, хладостойкость нового материала в различном структурном состоянии. Испытывали арматуру периодического профиля диаметрами 10...18 мм из стали 10ХГС2 с различным содержанием хрома следующего химического состава, %: 0,14 С; 1,25 Mn; 1,61 Si; 0,55 Cr; 0,033 S; 0,030 P и 0,12 С; 1,21 Mn; 1,94 Si; 0,67 Cr; 0,039 S; 0,026 P. Для сравнения испытывали арматуру из стали марки 10ГС2 состава, %: 0,11 С; 1,28 Mn; 1,95 Si; 0,038 S; 0,030 P [1].

Термомеханическое упрочнение проводили на промышленных установках в потоке станов 250-1 и 250-5 комбината Криворожсталь.

Для определения способности новой арматурной стали к термомеханическому упрочнению в потоке прокатки и изучения ее поведения при электронагреве, для оценки пластичности, свариваемости, коррозии под напряжением и хладостойкости арматуру диаметрами 10, 14 и 18 мм подвергали термомеханической обработке соответственно на класс Ат-VI и Ат-V. Для сопоставления исследовали металл в горячекатаном состоянии.

Контактно-стыковую сварку оплавлением проводили на стыкосварочной машине МСМУ 150 с учетом рекомендаций СН 393—78. Испытания на коррозионное растрескивание под напряжением осуществляли по ГОСТ 10884 — 81 в растворе нитратов, содержащем 60% $Ca(NO_3)_2$, 5% NH_4NO_3 и 35% воды при температуре 98...100°С в течение 220 ч. Хладостойкость металла определяли по методике [1, 2] на образцах, вырезанных из термомеханически упрочненной арматуры диаметрами 16...18 мм.

В качестве критерия соответствия высокопрочной стали требованиям эксплуатации в условиях Севера приняли установленную ГОСТ 5781 — 82 ударную вязкость (на образцах с надрезом типа I по ГОСТ 9454 — 78) при —60°С для арматуры класса Ас-II, равную 0,5 Мдж/м².

В табл. 1 приведены механические свойства арматуры из базовой стали 10ГС2 в горячекатаном состоянии и легированной хромом. Легирование базовой стали марки 10ГС2 хромом в количестве 0,55...0,67% повышает прочностные свойства и несколько снижает пластичность горячекатаной стали. Однако в пределах колебания содержания хрома горячекатаная арматура из стали 10ХГС2 диаметрами 10...18 мм обладает свойствами стали класса А-III по ГОСТ 5781 — 82 с двухкратным запасом пластичности.

Таблица 1

Марка стали	Cr, %	$\sigma_т$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	$\delta_р$, %
10ГС2	—	400	646	36,0	20,7
10ХГС2	0,55	400	670	28,0	16,3
10ХГС2	0,67	570	750	25,7	12,0

Таблица 2

Температура электронагрева, °С	$\sigma_{0,2}$, Н/мм²	$\sigma_в$, Н/мм²	δ_5, %	Класс прочности по ГОСТ 10884 — 81
—	1150	1280	14,5	Ат-VI
450	1120	1250	11,5	Ат-VI
500	1080	1190	14,2	Ат-V
550	970	1070	14,2	Ат-V
650	780	910	17,0	Ат-IV

Исследование микроструктуры показало, что в горячекатаном состоянии сталь имеет ферритно-перлитную структуру с участками бейнита. С повышением содержания хрома в основной массе металла по сечению стержней увеличивается количество бейнита, особенно при содержании хрома свыше 0,6%.

При микроструктурном исследовании с помощью светового микроскопа различий в строении поверхностной и осевой зон сечения стержней в термоупрочненном состоянии не наблюдается. Результаты электронно-микроскопических наблюдений показали, что структура термомеханически упрочненной арматуры из стали марки 10ХГС2 состоит из реечного самоотпущенного пакетного мартенсита с повышенной плотностью дислокаций и небольшого количества пластинчатого бейнита.

Термомеханически упрочненная арматурная сталь марки 10ХГС2 классов Ат-VI...Ат-IV обладает небольшой чувствительностью к колебаниям технологических параметров при термомеханическом упрочнении в потоке стана. Колебания прочностных свойств по длине 80-метровых полос невелики: 50...70 Н/мм². Как правило, $\sigma_{0,2} \geqslant 0,85\ \sigma_в$. При прочности 1300...900 Н/мм² арматурные профили диаметрами 10...18 мм имеют $\delta_5 = 14...17\%$; $\delta_р = 4...6\%$, что выше требований стандарта.

Термомеханически упрочненная арматура диаметром 10 мм из этой стали, даже с низким содержанием хрома (0,55%), характеризуется повышенной сопротивляемостью разупрочнению при отпуске (электронагреве) (табл. 2).

Она сохраняет свойства стали классов Ат-VI и Ат-V при электронагреве до температур 450 и 550°С.

Влияние содержания хрома в стали 10ХГС2 на разупрочнение термически упрочненной арматуры при контактно-сты-

* А. с. 901332 СССР, МКИ³ С 22 с 38/18. Арматурная сталь / В. В. Калмыков, Ю. В. Дмитриев, И. Г. Узлов и др. // Открытия. Изобретения. — 1982. — № 4.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ковой сварке изучали в ИЧМ на стержнях диаметром 14 мм. Для каждого варианта химического состава было испытано по 25 сварных соединений. С ростом содержания хрома в пределах одной марки стали (рис. 1) коэффициент разупрочнения $K = \sigma_в^{о.м}/\sigma_в^{св}$, снижается, а запас прочности сварных соединений относительно нижней границы прочности класса Ат-IVC увеличивается. Значения $\sigma_в$ соответствуют требованиям ГОСТ 10884 — 81 по классу Ат-IVC в термомеханически упрочненной арматуре диаметрами 10...18 мм из стали 10ХГС2.

Проведенные исследования показали, что термомеханически упрочненную арматуру диаметрами 10...18 мм из стали 10ХГС2 можно рассматривать как свариваемую класса Ат-IVC.

Изучение склонности к коррозионному растрескиванию проводили в НИИЖБе и ИЧМ при различных напряженных состояниях. В НИИЖБе напряжение создавалось на рычажной установке изгибом и было практически постоянным в краевом волокне образца арматуры, в ИЧМ — центральным растяжением стержня и при падении напряжения производилась его подтяжка.

В НИИЖБе исследовали арматуру класса Ат-V из стали 10ХГС2 состава, %: 0,11 C; 0,95 Mn; 1,6 Si; 0,43 Cr; 0,028 S; 0,029 P диаметром 14 мм. Изучали стабильность механических и коррозионных свойств по длине стержня и между отдельными стержнями этой плавки. Полученные данные свидетельствуют об однородности механических свойств, а также о высокой стойкости термомеханической арматуры этого класса против коррозионного растрескивания: даже при напряжении выше $\sigma_{0,2}$ образцы не разрушились при продолжительности испытания 220 ч (один образец разрушился через 160 ч). Высокую стойкость против коррозионного растрескивания показала термомеханически упрочненная арматура диаметром 10 мм с содержанием хрома 0,67 и 0,56%, испытанная в ИЧМ. Полученные результаты свидетельствуют о том, что термомеханически упрочненная арматура из стали марки 10ХГС2 относится к коррозионностойкой классов Ат-VK и Ат-IVCK.

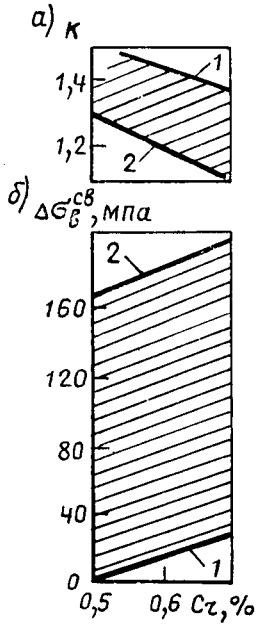


Рис. 1. Влияние марочного содержания хрома на разупрочняемость арматуры из стали 10ХГС2 диаметром 14 мм при контактно-стыковой сварке

а — коэффициент разупрочнения $K = \sigma_в^{о.м}/\sigma_в^{св}$; 1 — K_{min}; 2 — K_{max} (заштрихована полоса разброса *K*); *б* — запас прочности сварных соединений относительно нижней границы прочности арматуры класса Ат-IVC $\Delta\sigma_в^{св} = \sigma_в - \sigma_в^{Ат\text{-}IV}$ (заштрихована полоса разброса $\Delta\sigma_в^{св}$)

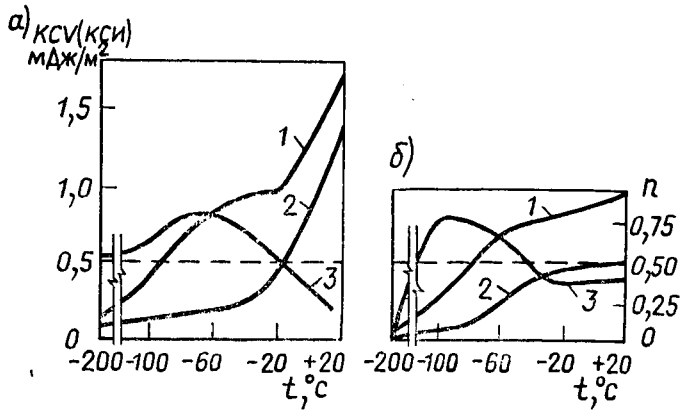


Рис. 2. Хладостойкость термомеханически упрочненной арматуры из стали 10ХГС2

а — 0,55% Cr; *б* — 0,67% Cr; *1* — изменение ударной вязкости образцов типа 1 (ГОСТ 9424—75) с $r=1$ мм *KCU*); *2* — изменение ударной вязкости образцов типа 2 (ГОСТ 9424—75) с $r=0,25$ мм *KCV*); *3* — чувствительность к надрезу $n=1-KCV/KCU$; ——— — требования ГОСТ 5781—82 по ударной вязкости арматуры в условиях Севера образцов типа 1

Исследования хладостойкости термомеханически упрочненной арматуры из стали 10ХГС2 при колебаниях содержания хрома в пределах марки стали показали (рис. 2), что ударная вязкость КСИ на образцах типа 1 по ГОСТ 9424 — 75 с $r=1$ мм при —60°С составляет 0,7...0,9 Мдж/м², что на 40...80% превышает минимальное значение (0,5 Мдж/м²), установленное ГОСТ 5781—82 для арматуры, предназначенной к эксплуатации в условиях севера, т. е. ее можно применять при отрицательных температурах до —60°С включительно. Аналогичные результаты получены по изменению чувствительности к надрезу $n = 1 - \frac{KCV}{KCU}$ в зависимости от температуры.

О способности к сохранению высокой пластичности такой стали свидетельствует также то, что ее можно изогнуть вокруг оправки 2*d* на угол 180° без образования поверхностных надрывов даже при —60°С, что значительно превышает требования ГОСТ 10884 — 81 (изгиб вокруг оправки 5*d* на 45° при комнатной температуре).

В настоящее время Криворожский металлургический комбинат выпускает опытные партии арматуры классов Ат-IVCK, Ат-VK из стали марки 10ХГС2 диаметрами 10...18 мм по ТУ 228-8 — 85. Эта арматура является стойкой против коррозионного растрескивания, свариваемой с использованием контактно-точечной сварки в классе Ат-IVCK, обладает высокими пластическими характеристиками и большей стойкостью к воздействию низких температур (включая —60°С) по сравнению с термически упрочненной арматурой по ГОСТ 10884 — 81.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новая термомеханически упрочненная арматура из стали марки 10ГС2 / В. В. Калмыков, Ю. В. Дмитриев, О. В. Филонов и др. // Бетон и железобетон. — 1984. — № 7. — С. 28—30.
2. Калмыков В. В., Марцинив Б. Ф., Борисова Ж. А. Критическая температура хрупкости при ударных испытаниях конструкционных сталей // Повышение качества термически обработанного проката. — М.: Металлургия, 1986. — С. 92—98.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.012.45.046

Ю. В. ЧИНЕНКОВ, д-р техн. наук, проф., В. Н. СТРОЦКИЙ, инж. (НИИЖБ)

Расчет на косой изгиб элементов прямоугольного сечения по трещиностойкости и деформациям

Для зданий различного назначения широко используют панели ленточной разрезки из легких бетонов (ежегодно около 10 млн м²). Эти конструкции под воздействием вертикальных и ветровых нагрузок работают на косой изгиб. Однако методы расчета по трещиностойкости и деформациям железобетонных элементов при косом изгибе не нормированы. При проектировании панели рассчитывают приближенно на плоский изгиб только на горизонтальную нагрузку. Снижение расхода стали в панелях вследствие применения более эффективной арматуры, бетонов пониженной средней плотности, имеющих меньший, чем обычные, начальный модуль упругости, уменьшения толщины панелей увеличивает их деформативность, при этом часто определяющим становится расчет по деформациям. Предлагаемая методика расчета на косой изгиб позволит более правильно оценивать существующие конструкции стеновых панелей и разрабатывать новые экономичные решения, а также рассчитывать другие конструкции прямоугольного сечения.

Усилия при образовании трещин в случае косого изгиба можно определить исходя из тех же предпосылок, что и при плоском изгибе по СНиП 2.03.01 — 84. При этом приняты следующие предпосылки:

сечения после деформаций остаются плоскими — наибольшее относительное удлинение крайнего растянутого волокна бетона $2R_{bt}/E_b$;

напряжения в бетоне сжатой зоны устанавливают с учетом только упругих деформаций бетона;

напряжения в бетоне растянутой зоны распределены равномерно и равны R_{bt} (рис. 1).

При расчете учитывают также нормальные усилия в арматуре, вызываемые усадкой бетона. Рассмотрены возможные положения нейтральной оси при сжатой зоне бетона в виде треугольника и трапеции), определяемые высотой сжатой зоны x и углом наклона ее к горизонтали γ. В результате получены формулы для вычисления равнодействующих усилий в сжатом и растянутом бетоне N_b и N_{bt} и их координаты (X_b, Y_b и X_{bt} и Y_{bt}), а также уравнения для нахождения высоты сжатой зоны с учетом арматуры.

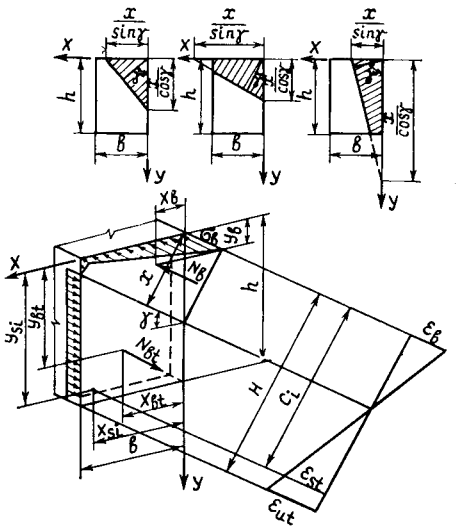


Рис. 1. Возможные положения нейтральной оси и напряженно-деформированное состояние в нормальном сечении элемента при образовании трещин

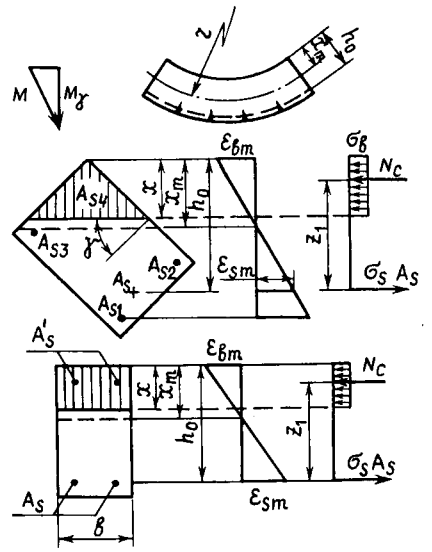


Рис. 2. Схема деформирования и напряженно-деформированное состояние в нормальном сечении с трещиной

Моменты, воспринимаемые нормальным к продольной оси элемента сечением, при образовании трещин в направлении осей X и Y

$$\left.\begin{aligned} M_{crc,X} &= N_b(X_{bt}-X_b)+\sum_{i=1}^{n} N_{si}\,(X_{si}- \\ &\quad - X_{bt}) + P\,(X_{bt}-X_p); \\ M_{crc,Y} &= N_b(Y_{bt}-Y_b)+\sum_{i=1}^{n} N_{si}\,(Y_{si}- \\ &\quad - Y_{bt}) + P\,(Y_{bt}-Y_p), \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где X_p, Y_p — координаты точки приложения нормального усилия от усадки бетона P:

$$\left.\begin{aligned} X_p &= \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_{si}\,A_{si}X_{si}}{P}; \\ Y_p &= \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_{si}A_{si}\,Y_{si}}{P}; \end{aligned}\right\}$$

σ_{si} — напряжение в i-том стержне арматуры, вызванное усадкой бетона; A_{si} — площадь i-того стержня арматуры; X_{si}, Y_{si} — координаты i-того стержня.

При расчете итерационным подбором устанавливают такой угол наклона нейтральной оси γ, при котором удовлетворяется условие параллельности плоскости действия моментов внешних и внутренних сил.

При косом изгибе элемент перемещается в плоскости, перпендикулярной нейтральной оси, не совпадающей в общем случае с плоскостью действия внешнего изгибающего момента. Как и при плоском изгибе в соответствии со СНиП 2.03.01 — 84, общее деформированное состояние элемента после образования трещин определяется средними деформациями растянутой арматуры ε_{sm} и бетона ε_{bm} сжатой зоны и средним положением

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

нейтральной оси с радиусом кривизны r (рис. 2)

$$\frac{1}{r}=\frac{\varepsilon_{sm}}{h_0-x}=\frac{\varepsilon_{bm}}{x_m}=\frac{\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{bm}}{h_0}, \quad (2)$$

где ε_{bm} — средние деформации наиболее сжатого волокна бетона и растянутой арматуры ε_{sm} на участке между трещинами:

$$\varepsilon_{bm}=\psi_b\,\varepsilon_b; \quad \varepsilon_{sm}=\psi_s\,\varepsilon_s.$$

Деформации ε_b и ε_s находим из уравнений равновесия моментов внешних и внутренних сил относительно точки приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре и сжатом бетоне, сохранив принятую в СНиП 2.03.01 — 84 для плоского изгиба прямоугольную эпюру напряжений в сжатой зоне бетона:

$$\left.\begin{aligned}\varepsilon_{bm}&=\frac{M_\gamma}{\nu\,E_b\,W_b}=\frac{M_\gamma}{\nu\,E_b\,A_b\,z_1};\\ \varepsilon_{sm}&=\frac{M_\gamma}{E_s\,W_s}=\frac{M_\gamma}{E_s\,A_s\,z_1},\end{aligned}\right\}$$

где M_γ — проекция внешнего изгибающего момента на ось, перпендикулярную нейтральной оси; ν — коэффициент, характеризующий упругопластическое состояние бетона сжатой зоны $\bar{\nu}$ и полноту эпюры напряжений $\omega:\nu=\bar{\nu}\omega$. В СНиП 2.03.01—84 на эксплуатационной стадии работы $\bar{\nu}=0{,}9$; ω при принятой в расчете прямоугольной эпюре напряжений зависит от формы сечения сжатой зоны: для прямоугольной формы $\omega=0{,}5$, для треугольной $\omega=0{,}33$; W_b, W_s — упругопластические моменты сопротивления по сжатой зоне бетона и растянутой арматуре; A_b — площадь сжатой зоны бетона; A_s — площадь растянутой арматуры; z_1 — расстояние от центра тяжести сжатой зоны бетона до точки приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре в сечении с трещиной.

После соответствующих подстановок

$$\frac{1}{r}=\frac{M_\gamma}{h_0\,z_1}\left[\frac{\psi_s}{A_s\,E_s}+\frac{\psi_b}{\nu\,E_b\,A_b}\right]. \quad (3)$$

При сжатой зоне в виде прямоугольника шириной b уравнение (3) преобразуется в известную зависимость СНиП 2.03.01 — 84 для плоского изгиба

$$\frac{1}{r}=\frac{M}{h_0\,z_1}\left[\frac{\psi_s}{A_s\,E_s}+\frac{\psi_b}{\nu\,E_b\,\xi\,h_0\,b}\right], \quad (4)$$

где ξ — относительная высота сжатой зоны бетона по СНиП: $\xi=xh_0$.

Для треугольной и трапециевидной сжатых зон, отмечающихся при косом изгибе, эмпирических зависимостей для определения ξ не установлено. Поэтому воспользуемся принятой в СНиП 2.03.01—84 на основании многочисленных экспериментов формулой для ξ, заменив фактическую (треугольную или трапециевидную) сжатую зону прямоугольной той же высоты. Ее ширину устанавливают из условия равенства деформаций (напряжений) крайнего сжатого волокна бетона при фактической форме сжатой зоны и заменяющей прямоугольной. В результате, например, относительную высоту сжатой зоны треугольной формы можно найти из уравнения 3-й степени

$$k_1\,\xi^3+k_2\,\xi^2+k_3\,\xi+k_4=0, \quad (5)$$

где $k_1=-\frac{1}{3}\,h_0^2$;

$$k_2=\frac{1}{2}\,h_0^2-\frac{5}{2}\,\frac{\sin\gamma\,\cos\gamma}{h_0}\,\frac{M}{R_b}-9\,A_s\,\alpha\,\sin\gamma\,\cos\gamma;$$

$$k_3=23\,A_s\,\alpha\,\sin\gamma\,\cos\gamma+5\,\frac{\sin\gamma\,\cos\gamma}{h_0}\,\frac{M}{R_b};$$

$$k_4=-10\,A_s\,\alpha\,\sin\gamma\,\cos\gamma.$$

При косом изгибе с поворотом нейтральной оси возникает необходимость учета многорядного расположения арматуры по поперечному сечению элемента. В этом случае кривизну устанавливают в соответствии с п. 4.36 СНиПа.

Для оценки предлагаемых расчетов исследовали на косой изгиб балки прямоугольного сечения 16×25 см, пролетом 3 м с арматурой ∅ 8 мм, расположенной по углам из керамзитобетона призменной прочностью 6,37 и 7,9 МПа. Балки испытали при различных углах наклона силовой плоскости к вертикали, включая плоский изгиб.

Сравнение показало, что теоретические моменты появления трещин для всех балок близки к экспериментальным. Как видно из рис. 3, теоретические значения моментов появления трещин находятся в заштрихованной области между нагрузками на этапах до и после появления трещин. Если сравнивать с нагрузкой на этапе появления трещин, то различие не превышает 8%, а со средней на этапе увеличения нагрузки — 3,3%.

Наклон нейтральной оси при различных уровнях загружения при косом изгибе в

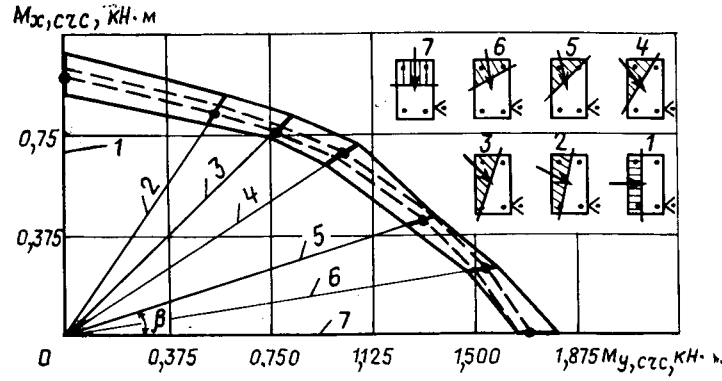


Рис. 3. Горизонтальные и вертикальные изгибающие моменты при образовании трещин в опытных балках

——— — момент на этапе, соответствующем появлению трещин; — — — — появление трещин по расчету; *1...7* — опытные балки Б1...Б7

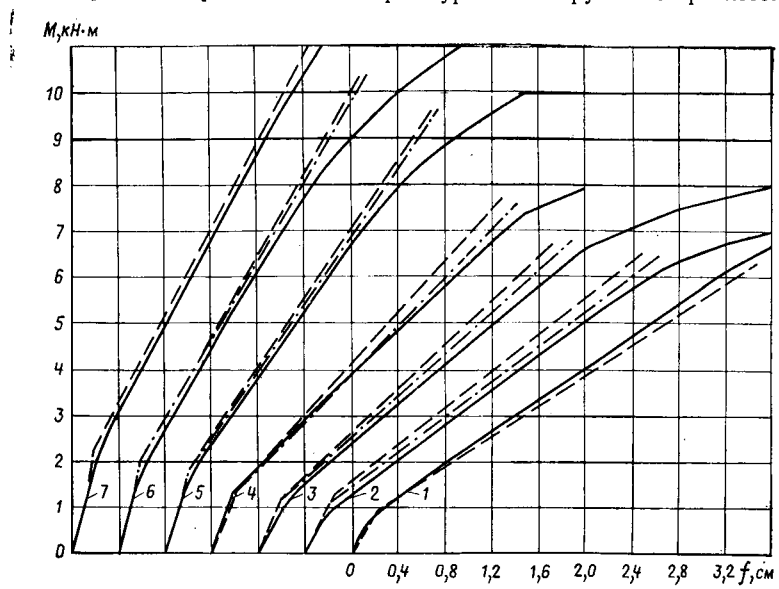


Рис. 4. Перемещения балок в направлении, перпендикулярном нейтральной оси

———, — — — — опытные и теоретические значения при γ из расчета по появлению трещин и средним опытным (—— · ——) 1...7 см. по рис. 3

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

отличие от плоского изгиба не остается постоянным, но мало меняется после появления и стабилизации развития трещин. На этой стадии работы он близок к теоретическому значению угла, найденного из расчета по образованию трещин.

Исследования не выявили какой-либо закономерности изменения ψ_s и ψ_b при различных углах наклона силовой плоскости. Полученные результаты позволяют рекомендовать при косом изгибе принимать их такими же, как и при плоском изгибе: $\psi_b = 0{,}9$;

$$\psi_s = 1{,}25 - 1{,}1 \frac{M}{M_{crc}},$$

где M_{crc} — результирующий момент при образовании трещин в случае косого изгиба.

Найденные с учетом рассмотренных предпосылок теоретические значения перемещений (а значит кривизна и средняя высота сжатой зоны), достаточно хорошо согласуются с экспериментальными (рис. 4). При эксплуатационных нагрузках, составляющих около 0,6 разрушающих, отличия для балок, испытанных на косой изгиб, составляют 2,3...6,5%, а для балок, испытанных на плоский изгиб, — 3,2...4,1%. Проведенное сравнение свидетельствует о правомерности замены фактической формы сжатой зоны эквивалентной прямоугольной.

На основе разработанных предложений составлены программы на ЭВМ для расчета на косой изгиб при любых углах наклона равнодействующей усилий прямоугольных сечений с произвольным расположением по сечению арматурных стержней, которые успешно используют для расчета стеновых панелей из легких бетонов.

Разработанная методика расчета по деформациям позволяет также определить напряжения в каждом стержне арматуры с учетом п. 4.36 СНиПа при многорядном ее расположении. В этом случае напряжение в i-том стержне можно установить из уравнения равновесия моментов внешних и внутренних сил относительно точки приложения равнодействующей усилий в сжатом бетоне. При этом учитывают линейное распределение деформаций в арматурных стержнях по высоте растянутой и сжатой зон.

Полученную формулу использовали для оценки ширины раскрытия трещин на уровне наиболее растянутого арматурного стержня. Ширину раскрытия нормальных трещин определяли по формуле (144) СНиПа с увеличением ее на 20% в соответствии с п. 4.14.

Для всех балок ширина раскрытия трещин оказалась меньше теоретической или незначительно отличалась от нее.

Теория

УДК 624.012+620.172.24

Г. Н. СТАВРОВ, д-р техн. наук, проф., В. А. КАТАЕВ, М. В. ЛЕОНТЬЕВ, инженеры
(Ленинградское высшее военное инженерное строительное училище имени А. Н. Комаровского)

Определение коэффициента поперечных деформаций в бетоне при динамическом и статическом нагружении

Многие бетонные и железобетонные конструкции подвергаются различным видам динамического воздействия. В полной мере их надежность, долговечность и экономичность можно обеспечить учетом при расчете конструкций реальных свойств, деформативных и прочностных характеристик материалов.

Известно, что одной из основных деформативных характеристик бетона является коэффициент поперечных деформаций ν, который изменяется в процессе нагружения. Однако до сих пор нет общепринятого подхода к закону изменения этого коэффициента в зависимости от интенсивности развития деформаций и скорости нагружения. Знание этих зависимостей необходимо для расчета с учетом неупругих деформаций железобетонных плит, оболочек и других конструкций, находящихся в сложном напряженном состоянии при действии статических и динамических нагрузок. Особенно важно это при прямом динамическом расчете конструкций с учетом реальных (упруговязкопластических) свойств материалов численными методами.

Некоторые исследователи принимают для описания деформативных свойств бетона упруговязкие и упруговязкопластические модели с кусочно-линейной аппроксимацией этих свойств. В первом случае коэффициент поперечных деформаций принимается постоянным, во-втором — в соответствии с рекомендациями теории пластичности: при упругом деформировании ν принимается постоянным и равным 0,16...0,20, а затем на участке разупрочнения — равным 0,5 [1]. Существуют и другие подходы.

Для получения реальных зависимостей изменения коэффициента поперечных деформаций бетона при различных режимах нагружения анализировали экспериментальные данные, полученные при испытаниях, проведенных во ВНИИжелезобетоне.

Для проведения экспериментов было изготовлено 12 серий образцов призм размером 7,07×7,07×28,0 см по 6 штук в каждой. В частности, исследовали обычные тяжелые цементные бетоны классов В25 и В40 с прочностью в возрасте 28 сут 30,8 и 53,1 МПа соответственно. Все образцы, изготовленные из одного замеса, проходили термовлажностную обработку (ТВО) в пропарочной камере. До пропаривания их выдерживали 2 ч. Режим ТВО был принят 3+6+естественное остывание с температурой изотермии 80...85°С. После изготовления образцы содержали в течение 7 сут в нормальных условиях твердения (+20°С, относительная влажность 98%) в климатической камере КТП-3000 с автоматическим регулированием режима. Затем их хранили до испытаний в комнатных условиях в течение 40...60 сут.

Образцы нагружали в режиме постоянной скорости деформирования 0,01, 10 и 100 мм/с для статического и динамического нагружения соответственно. Испытания выполнены на сервогидравлической модульной машине системы «Гидропульс» как при простом (одноосном), так и сложном (объемном) напряженном состоянии.

Условия сложного напряженного состояния обеспечивались испытанием образцов в обойме специальной формы с устройством антифрикционного слоя. [2]. Пассивная нагрузка по боковым граням задавалась подбором соответствующего числа стальных стяжных шпилек. Обработку результатов осуществляли на ЭВМ СМ-4.

Экспериментальные зависимости коэффициента поперечных деформаций при динамическом и статическом нагружениях представлены на рис. 1. При одноосном динамическом нагружении наблюдается уменьшение поперечных деформаций по сравнению с данными ста-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тических испытаний, причем с увеличением скорости нагружения оно более значительно. Аналогичная картина наблюдается и при испытании образцов в сложном напряженном состоянии.

Экспериментально обоснованные и достаточно стабильные зависимости для коэффициента ν можно получить лишь при статических испытаниях бетонных образцов на одноосное сжатие. Это связано с тем, что при сложном напряженном состоянии поперечные деформации не свободны и становятся результатом наложения на деформации, зависящие от коэффициента ν, вызванных приложением боковой нагрузки деформаций. Иными словами, коэффициент поперечных деформаций, измеренный при сложном напряженном состоянии, является условным.

В равной степени условен и коэффициент поперечных деформаций при динамическом нагружении, так как в этом случае, как показывают эксперименты, поперечные деформации уменьшаются в результате бокового (инерционного или «вязкого») сопротивления, зависящего не только от уровня, но и от скорости нагружения и учитываемого в методиках расчета. Это условие можно отнести и к железобетонным конструкциям, в которых арматурных каркас обусловливает наличие стесненных условий деформирования, также учитываемых в расчетах с помощью усилий, возникающих в арматуре.

Для получения расчетных зависимостей изменения коэффициента поперечных деформаций предлагается использовать данные статических испытаний (рис. 2). Изменение прочности бетона почти не влияет на характер зависимости коэффициента ν от уровня поперечных деформаций. При этом полученные зависимости можно разбить на два характерных участка. На первом участке, характеризующемся упругой работой бетона, коэффициент поперечных деформаций практически постоянен и равен $\sim 0{,}16$. После достижения поперечными деформациями значений, равных 15% их предельного значения для одноосного нагружения, что соответствует пределу образования микротрещин, наблюдается монотонное увеличение коэффициента ν по закону очень близкому к линейному до значения 0,5 к моменту разрушения образца. Как известно, бетон на этом участке можно рассматривать как сплошной псевдопластический материал. Предельные деформации в поперечном направлении по данным эксперимента могут изменяться в пределах 0,0008...0,0011 в зависимости от класса бетона. Полученные данные хорошо согласуются с результатами [3, 4].

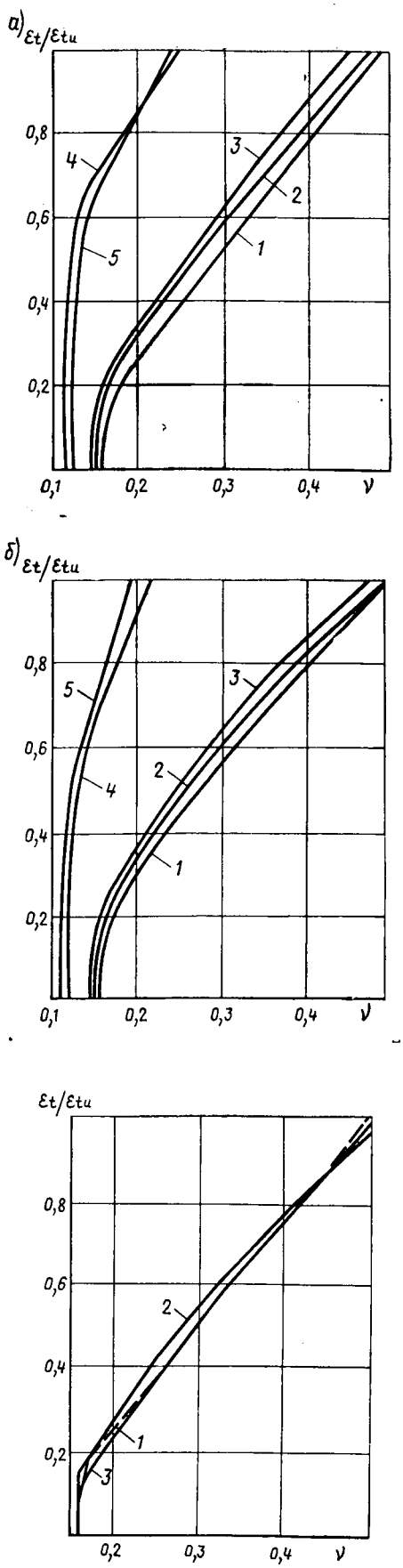


Рис. 2. Зависимость коэффициента поперечных деформаций от относительных поперечных деформаций при статическом одноосном сжатии

1 — предлагаемая зависимость; *2* — для бетона класса B25; *3* — то же класса B40

Рис. 1. Зависимость коэффициента поперечных деформаций от относительных поперечных деформаций при статическом и динамическом сжатии

а — для бетона класса B25; *б* — для бетона класса B40; *1* — при статическом одноосном нагружении (скорость нагружения 0,01 мм/с); *2* — при одноосном динамическом нагружении (скорость 10 мм/с); *3* — то же скорость 100 мм/с; *4* — при трехосном динамическом нагружении (скорость 10 мм/с); *5* — то же скорость 100 мм/с

◀

С достаточной точностью для использования в расчетах полученный из экспериментов закон изменения коэффициента поперечных деформаций можно смоделировать кусочно-линейной зависимостью в виде

$$\nu = 0{,}16 + K \cdot 0{,}4 \left(\frac{|\varepsilon_t|}{\varepsilon_{tu}} - 0{,}15 \right),$$

где ε_t — текущее значение поперечных деформаций; ε_{tu} — предельное значение поперечных деформаций; K — коэффициент, зависящий от состояния материала;

при $\varepsilon_t/\varepsilon_{tu} \leqslant 0{,}15\, K = 0$;

при $\varepsilon_t/\varepsilon_{tu} > 0{,}15\, K = 1$.

Графическая интерпретация закона (см. рис. 2) подтверждает, что предлагаемая зависимость хорошо совпадает с экспериментальными кривыми.

Для проверки предлагаемого закона изменения коэффициента ν разработана программа для ЭВМ на основе методики прямого динамического расчета методом конечных разностей сжатых бетонных призм, как тел, работающих в условиях сложного (трехосного) и одноосного нагружений. Полученные напряжения и деформации по осям хорошо согласуются с данными экспериментов.

Выводы

При динамическом расчете конструкций из бетона и железобетона с учетом упруговязкопластических свойств материалов необходимо учитывать реальный закон изменения коэффициента поперечных деформаций.

Предлагаемая зависимость изменения коэффициента поперечных деформаций на различных этапах работы бетона хорошо согласуется с экспериментальными данными, что позволяет производить динамические расчеты бетонных и железобетонных элементов, работающих в условиях как одноосного, так и объемного нагружения с использованием численных методов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безухов Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. — М.: Высшая школа, 1968. — 512 с.
2. Прочность, структурные изменения и деформации бетона / Под ред. А. А. Гвоздева — М.: Стройиздат, 1978. — 299 с.
3. Берг О. Я. Физические основы прочности бетона и железобетона. — М.: Госстройиздат, 1961. — 95 с.
4. Баженов Ю. М. Бетон при динамическом нагружении. — М.: Стройиздат, 1970. — 272 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.072.23:624.042.8

Л. Р. МАИЛЯН, канд. техн. наук (РИСИ); В. А. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук (Черкесский филиал Ставропольского политехнического ин-та)

Построение динамической диаграммы «момент — кривизна» изгибаемых элементов

Известно, что полные диаграммы деформирования «момент — кривизна» изгибаемых элементов имеют нисходящую ветвь после достижения максимума. Это особенно важно при расчетах на импульсное воздействие, поскольку мгновенный импульс, необходимый для разрушения конструкции, увеличивается на 25...30% [1].

Для построения полной расчетной диаграммы «М — $\varkappa$» необходимо учитывать не только изменение свойств материалов при импульсном воздействии, но и влияние различия в скорости деформирования по высоте поперечного сечения и длине конструкции, преднапряжения арматуры, волнового характера деформирования, служащего причиной разгрузок, знакопеременных и повторных нагружений локальных участков конструкции.

Диаграммы «σ—ε» материалов при импульсном нагружении примем в виде, аналогичном их статической работе, но масштабно увеличенными по оси напряжений на коэффициент динамического упрочнения K_d, зависящий от времени нагружения τ [2] для бетона

$$K_d = m - n \lg \tau + c\,(\lg \tau)^2, \qquad (1)$$

где m, n, c — параметрические коэффициенты, обобщенно учитывающие прочность, структуру и влажность, равные в среднем 1,58; 0,35; 0,07 при сжатии и 1,42; 0,15; 0,01 при растяжении или от скорости деформирования $\dot{\varepsilon}$ [3] для арматуры

$$K_d = 1 + \alpha_s \ln \frac{\dot{\varepsilon}_d}{\dot{\varepsilon}_{st}}, \qquad (2)$$

где $\dot{\varepsilon}_d$, $\dot{\varepsilon}_{st}$ — скорость деформаций при импульсном и статическом нагружении; α_s — эмпирический коэффициент, принимаемый по опыту.

Для описания диаграммы «σ—ε» бетона при сжатии и растяжении используем рекомендации ЕКБ—ФИП

$$\frac{\sigma}{R} = \frac{k\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right) - \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^2}{1 + (k-2)\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)}, \qquad (3)$$

где R, ε_R — максимальное напряжение и соответствующая ему деформация бетона при одноосном сжатии или растяжении: $k = \varepsilon_R E/R$.

Для унификации расчетных зависимостей при описании диаграммы «σ—ε» высокопрочной арматуры используем составную функцию, состоящую из двух участков — прямолинейного до уровня упругой работы $\sigma_{0,02}$ и криволинейного при напряжениях, бо́льших $\sigma_{0,02}$. В последнем случае в формуле (3) следует заменить аргумент ε и функцию σ на их приращения (ε—$\varepsilon_{0,02}$) и (σ—$\sigma_{0,02}$).

Представим графически изменение диаграммы «σ—ε» при конкретном значении скорости деформирования в каждый рассматриваемый момент времени (рис. 1). Для этого к двум координатным осям σ и ε добавим третью, учитывающую среднюю на рассматриваемом этапе скорость деформирования $\dot{\varepsilon}$. В результате получим поверхность, образованную непрерывными параллельными плоскостями, на каждой из которых будет зафиксирован график зависимости «σ—ε» только для этой конкретной средней скорости деформаций $\dot{\varepsilon}$. Если через точку ε_R провести плоскость параллельно плоскости координатных осей $\sigma o \varepsilon$, то линия ее пересечения с полученной поверхностью даст график изменения во времени максимального напряжения R_d, представляющий собой график изменения K_d, умноженный на R_{st}.

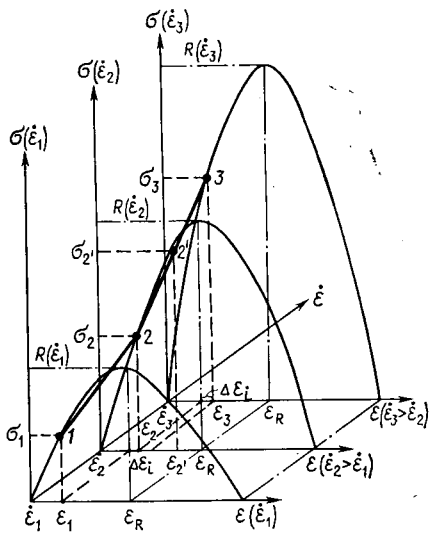


Рис. 1. Учет изменения скорости деформирования на диаграмму работы материалов
1—2—3—2' — характерные точки диаграммы

В дальнейшем, при выполнении расчета вычисляют среднюю на каждом шаге скорость деформаций. Следовательно, на каждом этапе расчет производят дискретно-шаговым методом с учетом упрочнения материалов, соответствующего скорости деформирования именно этого этапа.

Согласно гипотезе плоских сечений деформации по высоте сечения

$$\varepsilon = \frac{\bar{\varepsilon}\,(\bar{z} - z)}{\bar{z}}, \qquad (4)$$

где $\bar{\varepsilon}$, $\bar{z}$ — деформации краевого волокна и высота сжатой зоны; ε, z — деформации рассматриваемого волокна и расстояние от него до нейтральной оси.

Учитывая, что скорость деформирования волокон $\dot{\varepsilon} = \varepsilon_i/t$, линейность распределения деформаций по высоте сечения обусловливает и линейность распределения скоростей. Аналитическое выражение скорости деформирования произвольного волокна на рассматриваемом этапе как функцию его расстояния до нейтральной оси получим, рассматривая изменение деформаций за некоторый малый промежуток времени Δt. Приравняв его шагу счета по времени, определим скорость, усредненную для этого шага счета. От шага к шагу скорость изменяется, что позволяет достаточно дифференцированно оценить работу конструкций.

Из зависимости (4) с учетом $\varkappa = \bar{\varepsilon}/\bar{z}$

$$\dot{\varepsilon}_k(z) = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t} = \frac{\varkappa_k\,(\bar{z}_k - z) - \varkappa_{k-1}\,(\bar{z}_{k-1} - z)}{\Delta t}, \qquad (5)$$

где $\varkappa_k$, $\varkappa_{k-1}$ — кривизны на текущем и предыдущем шаге.

Если же в выражении (5) z заменить на расстояние от сжатой грани бетона до растянутой арматуры, то получим аналогичное выражение для скорости деформирования арматуры. При подстановке его в формулу (2) установим кон-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

кретное значение K_d арматуры на данном шаге счета.

Для нахождения K_d бетона приравняем общую усредненную скорость деформирования бетона $\dot{\varepsilon}=\varepsilon_R/\tau$ к выражению (5), откуда

$$\tau=\frac{\Delta t\,\varepsilon_R}{\varkappa_k(\bar{z}_k-z)-\varkappa_{k-1}(\bar{z}_{k-1}-z)}, \quad (6)$$

и, подставляя это в зависимость (1), получим аналитическое выражение для K_d различных волокон бетона по высоте сечения как функцию расстояния до нейтральной оси.

Поскольку усилия в сжатом и растянутом бетоне определяют интегрированием напряжений по высоте сечения, подставляя в подынтегральное выражение $R_d=K_dR_{st}$ и зависимости для K_d, будем непосредственно учитывать влияние скорости деформирования дифференцированно для каждого волокна.

Влияние же скорости деформирования по длине элементов учитывается автоматически, поскольку расчет производят с помощью разбивки на участки по длине, в процессе счета в них вычисляют скорости деформаций на каждом шаге счета и непосредственно учитывают их различие.

Учет разгрузок, знакопеременных и повторных нагружений локальных участков конструкции базируется на следующих упрощенных предпосылках (рис. 2):

исходная диаграмма «$M-\varkappa$» представляет собой криволинейную зависимость с нисходящей ветвью, вид и форма которой известны;

разгрузка происходит по прямой, параллельной касательной к кривой «$M-\varkappa$» в начале координат, причем $\mathrm{tg}\alpha=E_bI_{red}$;

отжатие пластических деформаций после полной разгрузки происходит по прямой, наклоненной под углом β, причем $\mathrm{tg}\beta=E_b^*I_{red}^*$ (E_b^* — модуль упругости бетона при знакопеременном нагружении, принимаемый по работе [4]: $E_b^*=0{,}154\,E_s$; I_{red}^* — момент инерции приведенного сечения, определяемый по высоте нетреснувшей части сечения бетона);

деформирование в зоне противоположного знака происходит по кривой, вид которой известен и аналогичен исходной. Работа сечения начинается от точки пересечения прямой, характеризующей отжатие пластических деформаций с осью ординат. При этом исходная диаграмма для этой зоны сдвигается вправо по оси абсцисс;

повторное нагружение в зависимости от его начала на диаграмме происходит по прямой, параллельной касательной

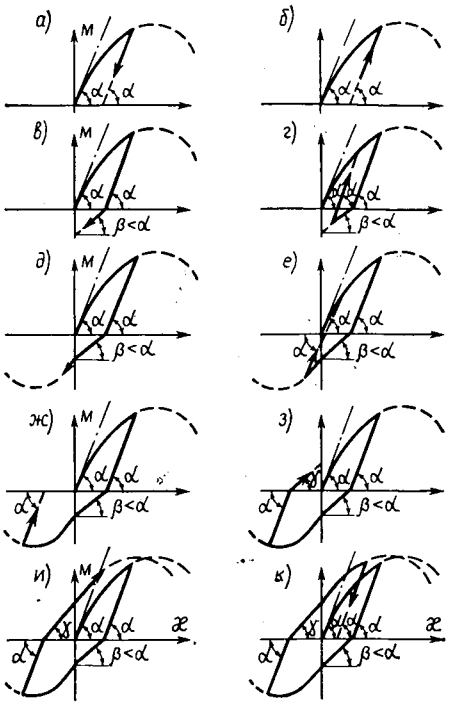


Рис. 2. Варианты реализации расчетной модели разгрузок, знакопеременных и повторных нагружений

а — разгрузка; *б* — повторное нагружение; *в* — отжатие пластических деформаций; *г* — повторное нагружение после отжатия; *д* — знакопеременное нагружение; *е, ж* — разгрузка знакопеременного нагружения; *з* — отжатие пластических деформаций противоположного знака; *и* — повторное нагружение того же знака; *к* — повторная разгрузка

в начале координат до пересечения с исходной, затем по исходной диаграмме (в случае, если повторное нагружение начинается с первой половины цикла разгрузки или отжатия после разгрузки); по прямой разгрузки, затем по прямой отжатия деформаций после разгрузки и далее по исходной диаграмме, сдвинутой по оси абсцисс (в случае, если повторное нагружение начинается со второй половины цикла нагружения обратного знака, его разгрузки или отжатия пластических деформаций).

Критерием состояния приведенной расчетной модели служит сравнение результатов текущего и предыдущего шагов счета.

Динамическую диаграмму «момент — кривизна» строят шаговым способом по известным к этому времени из решения уравнения движения кривизнам. Для определения соответствующих моментов вначале решают уравнение проекций

$$\Sigma X=N_b+N_s'-N_{bt}-N_s=0; \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} N_b&=\int_0^{\bar{z}}\sigma_b[\varepsilon_b(z)]\,b(z)\,dz;\\ N_{bt}&=\int_0^{\bar{z}+\bar{z}_{bt}}\sigma_{bt}[\varepsilon_{bt}(z)]\,b(z)\,dz;\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

$$\left.\begin{aligned} N_s'&=\sigma_s'(\varepsilon_s')\,A_s';\\ N_s&=\sigma_s(\varepsilon_s)\,A_s,\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

где $\sigma(\varepsilon)$ — зависимости «$\sigma-\varepsilon$» материалов с учетом динамического упрочнения; $\bar{z}$, $\bar{z}_{bt}$ — высота сжатой и растянутой зоны, выражаемая через кривизну $\varkappa$ и деформации ε_b; $\bar{\varepsilon}(z)$ — закон изменения деформаций по высоте сечения:

$$\frac{\bar{\varepsilon}_b}{\bar{\varepsilon}_s}=\frac{\bar{z}}{h_0-\bar{z}} \quad \text{или} \quad \frac{\bar{\varepsilon}_b}{\varepsilon_s}=\frac{\psi_b}{\psi_s}\,\frac{\bar{z}}{h_0-\bar{z}}$$

После решения уравнения (7) относительно единственного неизвестного $\bar{z}=\bar{\varepsilon}_b/\varkappa$ определяют момент в сечении

$$M=\int_0^{\bar{z}}\sigma_b[\varepsilon_b(z)]b(z)\,z\,dz+$$
$$+\int_0^{\bar{z}+\bar{z}_{bt}}\sigma_{bt}[\varepsilon_{bt}(z)]\,b(z)\,z\,dz+$$
$$+\sigma_s'(\varepsilon_s')\,A_s'\,z_s'+\sigma_s(\varepsilon_s)\,A_s z_s. \quad (10)$$

В преднапряженных элементах прирост деформаций, вызванных внешним воздействием, отсчитывается не с нуля, а от начальной эпюры, обусловленной преднапряжением арматуры и обжатием бетона, что позволяет непосредственно учитывать влияние преднапряжения арматуры.

Таким образом, ниспадающий участок в расчетной диаграмме «$M-\varkappa$» обусловлен наличием и реализацией нисходящей ветви диаграммы «$\sigma-\varepsilon$» бетона. Увеличение содержания сжатой продольной арматуры существенно увеличивает кривизну $\varkappa_R$ и значительно меньше момент M_R. При этом растет длина нисходящего участка и уменьшается угол наклона его к горизонтали. В меньшей степени указанные явления зависят от наличия поперечной арматуры. Работа бетона сжатой зоны после достижения максимума M_R, $\varkappa_R$ диаграммы «$M-\varkappa$» в слабоармированных балках вызывает рост деформаций арматуры, а в сильноармированных — их снижение.

Экспериментальные исследования неразрезных балок при импульсных воздействиях [5], проведенные для проверки разработанных рекомендаций, включали испытания 20 двухпролетных (2×200 см) балок размером 12×20×430 см. При этом варьировали соотношение площадей арматуры опорных и пролетных сечений $A_{s,sup}/A_{s,sp}=0{,}7$; 1; 2, степень преднапряжения арматуры $\sigma_{sp}/\sigma_{0,2}=0$; 0,6; 0,9 и продолжительность однократного импульсного воздействия $t_k=0{,}0059...0{,}26$ с. Балки из бетона с $R_b=40$ МПа и арматурой Ат-VI загружали силами по середине пролетов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Анализ изменения во времени опорных реакций и внешней нагрузки показал, что нельзя пренебрегать силами инерции, неоднозначно влияющими на различных этапах деформирования на отдельные элементы балок. Так, первоначально показания опорных динамометров идут в сторону, противоположную работе при статическом нагружении. Причина этого заключается в волновом характере деформирования, вызывающем в некоторых балках при распространении волн разрушение в промежуточных сечениях от воздействия момента обратного знака. В дальнейшем волновой процесс ослабевает, нагрузка достигает максимума и начинает снижаться. Для многих балок отмечалось снижение одной из опорных реакций при одновременном или с некоторым опозданием увеличение другой. Вследствие этого максимумы нагрузки и опорных реакций не совпадали во времени, вновь активизировался волновой процесс и свойственные ему разгрузки, знакопеременные и повторные нагружения локальных участков балок (рис. 3).

Разработанные расчетные рекомендации сопоставили с опытной и теоретической кривизной, прогибами и усилиями.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что распределение арматуры в опорных и пролетных сечениях незначительно влияет на скорость распространения волн (в пределах 1,8%), несколько больше на прогибы (до 12% в стадиях со стабилизировавшимся волновым процессом) и существенно на внутренние усилия (до 32%). Преднапряжение несколько повышает скорость (на 1...1,5%), изменяет перераспределение усилий (на 2...7%) и снижает прогибы (до 35%).

В динамических расчетах [5] учитывали переменную по длине жесткость. Начальные условия и коэффициенты уравнения вычисляли по СНиПу, как при статическом воздействии. При решении уравнения движения модуль сдвига считали постоянным. Динамическое воздействие представляли в виде равномерно распределенной нагрузки, действующей на фиксированном участке конечной длины и изменяющейся во времени по заданному закону.

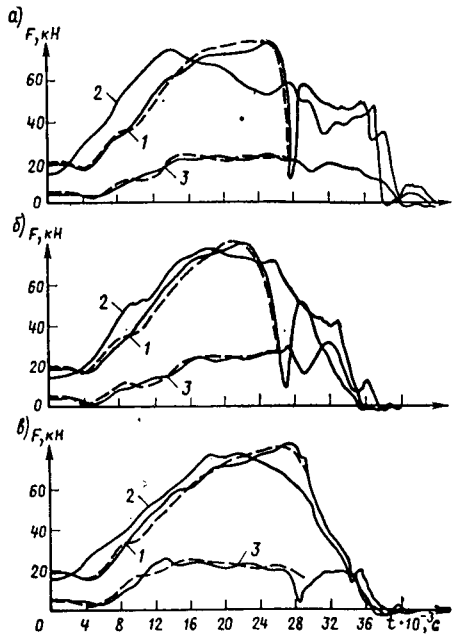


Рис. 3. Перераспределение усилий в опытных балках

а — $A_{s,sup}/A_{s,sp}=0{,}7$; *б* — $A_{s,sup}/A_{s,sp}=1$; *в* — $A_{s,sup}/A_{s,sp}=2$; *1* — Д1; *2* — Д2; *3* — Д3; ———— опытные данные; — — — расчетные по предложенному методу; Д1, Д3 — реакции средней и крайней опор; Д2 — внешняя нагрузка

На каждом шаге счета задавали t, определяли нагрузку $P(t)$ и далее решали уравнение, из которого находили кривизны, по ним с использованием предложений авторов момента на участках, затем их жесткости, и вновь решали уравнение движения уже с откорректированными жесткостями до получения совпадения итерационного счета.

В конечно-разностной аппроксимации уравнение линеаризовалось в систему, решаемую методом прогона с помощью шагово-итерационного счета. В связи с тем, что в уравнениях фигурировали две переменные x и t, для устойчивости разностной схемы необходимо было наличие взаимосвязи между величинами шагов счета по x и t, которая находилась в фиксированных численных пределах, определяемых в соответствии со спектральным условием Неймана. Расчеты выполняли на ЭВМ БЭСМ-6.

Сопоставление опытных данных с расчетными показало удовлетворительное совпадение опорных реакций практически на всех стадиях работы балок, включая и закритические на нисходящих ветвях диаграмм «M — $\varkappa$» расчетных сечений (см. рис. 3), — отклонения не превышали 8,4%. Опытные и теоретические прогибы и их развитие во времени также оказались довольно близки. Лишь в закритических стадиях работы отклонения достигали 15...18%, оставаясь в целом в пределах 11,7%. Деформации бетона и арматуры также удовлетворительно согласовались с опытными данными — отклонения не превышали 12,7 и 10,8%. Примерно в этом же интервале отличались и значения кривизны.

Расчет балок без учета разработанных рекомендаций дал результаты, существенно худшие, отличающиеся от данных расчета с учетом разработанных предложений: по опорным реакциям на 7,2%, по прогибам на 12%, по деформациям материалов и кривизнам до 21%.

Таким образом, разработанные рекомендации по построению расчетной динамической диаграммы «M — $\varkappa$» достоверно и надежно описывают опытные данные при импульсных воздействиях и могут быть рекомендованы для динамических расчетов железобетонных изгибаемых элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов Н. Н., Белобров И. К., Плотников А. И. Исследование неразрезных железобетонных балок при кратковременном динамическом нагружении // Сопротивление железобетонных элементов силовым воздействиям. — Ростов-на-Дону: РИСИ, 1985. — С. 89—96.
2. Баженов Ю. М. Бетон при динамическом нагружении. — М.: Стройиздат, 1970. — 272 с.
3. Дмитриев А. В. Динамический расчет изгибаемых железобетонных элементов с учетом влияния скорости деформирования: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1983. — 22 с.
4. Исследование деформаций железобетонных балочных элементов при знакопеременных нагрузках / Н. И. Карпенко, В. А. Ерышев, А. М. Кокарев, Т. А. Мухамедиев // Исследования железобетонных конструкций при статических, повторных и динамических воздействиях. — М.: НИИЖБ, 1984. — С. 55—72.
5. Маилян Л. Р., Шевченко В. А. Расчет железобетонных балочных систем на динамическое импульсивное воздействие. — Ростов-на-Дону: РИСИ, 1987. — 96 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.565.8

Н. А. МАРКАРОВ, д-р техн. наук, проф., Р. Ш. ШАРИПОВ, Н. Я. БРИСКИН, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Контроль надежности заанкеривания по величине втягивания арматуры в бетон

При изготовлении преднапряженных конструкций в бетоне концевых участков могут возникнуть скрытые дефекты, обусловленные некачественным бетонированием, значительным насыщением косвенной, вертикальной и поперечной арматурой, утечкой цементного молока и бетона через неплотности торцевых бортов и форм и др. К дефектам относятся также частичное или полное оголение концов стержней, образование раковин, пустот и пор в зоне контакта арматуры с бетоном. Появление данных дефектов наряду с другими факторами (способ передачи преднапряжения, толщина защитного слоя и др.) повышает опасность преждевременного исчерпания несущей способности конструкции вследствие продергивания арматуры на приопорных участках и возможности образования продольных трещин по концевым участкам при передаче усилия обжатия.

Поэтому очевидно, что при производстве преднапряженных конструкций на заводах ЖБИ необходим контроль надежности заанкеривания преднапряженной арматуры замером втягивания арматуры в бетон при передаче усилий обжатия. Это позволит ограничивать производство конструкций с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном и, таким образом, предупредить выпуск бракованной продукции.

В соответствии с рекомендациями [1] надежность заанкеривания преднапряженной арматуры устанавливают по предельно допустимым величинам втягивания арматуры в бетон для каждого вида арматуры. Однако данные табл. 47, 48 [1] для канатной и стержневой арматуры не обладают универсальностью, поскольку не распространяются на эффективные классы арматуры (A-V, A-VI) и различные уровни преднапряжения σ_{sp}.

Вместе с тем с помощью измерения втягивания арматуры в бетон можно также оперативно контролировать длину зоны передачи напряжения l_p по зависимости

$$l_p = \lambda \frac{E_s}{\sigma_{sp}} g_0, \qquad (1)$$

где λ — коэффициент, характеризующий форму эпюры напряжений сцепления $\tau_c(x)$ на длине зоны передачи напряжений l_p.

Применение формулы (1) более предпочтительно в производственных условиях по сравнению с выражением для определения l_p, принятой в СНиП 2.03.01—84, поскольку в последнем случае для расчета l_p необходимо также знание R_{bp}. До настоящего времени использование формулы (1) ограничивалось в основном оценкой l_p в конструкциях с канатной арматурой [2]. При этом для практических расчетов принимали среднее значение коэффициента $\bar{\lambda}$, а отклонения λ объяснялись разбросом g_0. В результате и формула (1) описывала значения l_p как средние с некоторой степенью приближения.

Между тем известно, что в соответствии со СНиП 2.03.01—84 l_p устанавливают

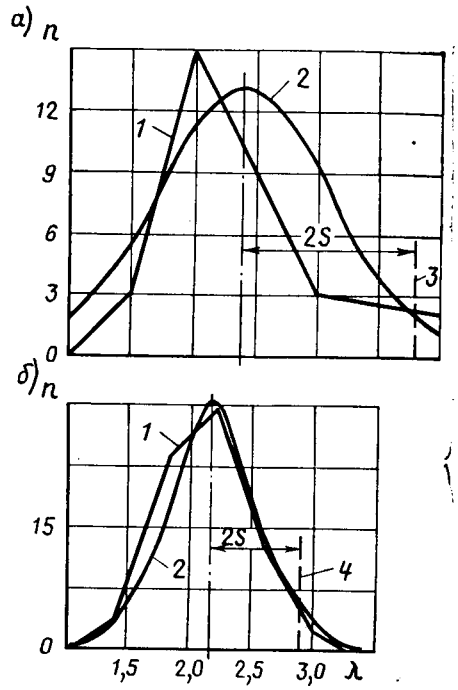


Рис. 1. Кривые распределения λ в элементах с канатной ($\bar{\lambda}$=2,41) (*а*) и стержневой ($\bar{\lambda}$=2,15) (*б*) напрягаемой арматурой

1 — опытная (статистическая); *2* — теоретическая; *3* — λ^*=3,8; *4* — λ^*=2,9

на основании вероятностного подхода с обеспеченностью 0,977. В связи с изложенным изучали возможность применения зависимости (1) для преднапряженных элементов со стержневой и канатной арматурой. В ходе экспериментально-теоретических работ [3, 4] для различных диаметров арматуры (d=12...20 мм), преднапряжения в арматуре (σ_{sp}=280...1150 МПа) и передаточной прочности бетона (R_{bp}=16,5...23 МПа) производили одновременный и независимый контроль l_p и втягиваний арматуры в бетон g_0. На основании полученных данных подсчитывали

$$\lambda_i = \frac{\sigma_{sp\,i}\, l_{p\,i}}{E_s\, g_{0\,i}}. \qquad (2)$$

Эти данные подвергли обработке с учетом статистической изменчивости коэффициента λ_i с определением средних величин $\bar{\lambda}$, отклонений Δ_i и среднеквадратических отклонений σ_i. Наибольшее контролируемое значение λ^* расположено от среднего значения $\bar{\lambda}$ на расстоянии $\varkappa\sigma$ (рис. 1)

$$\lambda^* = \bar{\lambda} + \varkappa\sigma = \bar{\lambda}(1 + \varkappa v), \qquad (3)$$

где $\varkappa$ — число стандартов: для стержневой и канатной арматуры λ^* с обеспеченностью 0,977 равно 2,9 и 3,8; v — коэффициент вариации.

На основании данных об l_p по СНиПу и σ_{sp} установили предельно допустимые величины g_0^u (табл. 1, 2) по формуле

$$g_0^u = \frac{\sigma_{sp}\, l_p}{E_s\, \bar{\lambda}}. \qquad (4)$$

На практике опытные величины g_0^{obs} (среднее не менее чем из трех измерений, произведенных с одного торца изделия на трех канатах или стержнях) сравнивают с табличными значениями g_0^u. Если $g_0^{obs} < g_0^u$, то изделия отвечают требованиям обеспечения надежной анкеровки арматуры. В противном случае рекомендуется выяснить надежность заанкеривания канатов или стержневой арматуры в этом изделии испытанием конструкции внешней нагрузкой.

Кроме того, при наличии опытных величин g_0^{obs} можно назначать длину участка размещения косвенной арматуры дифференцированно в зависимости от конкретных параметров конструкций. При этом значения g_0^{obs} подставляют в формулу (1) для определения фактических величин l_p^{obs}, на основании которых в соответствии с п. 5.61 СНиП 2.03.01—84 и рассчитывают длину участка $l_k = 0{,}6\, l_p^{obs}$.

Использование зависимостей (1) и (4) целесообразно еще и потому, что в соответствии с экспериментальными данными на величину коэффициента λ не влияют d, R_{bp} и σ_{sp} (рис. 2). Вместе с тем

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

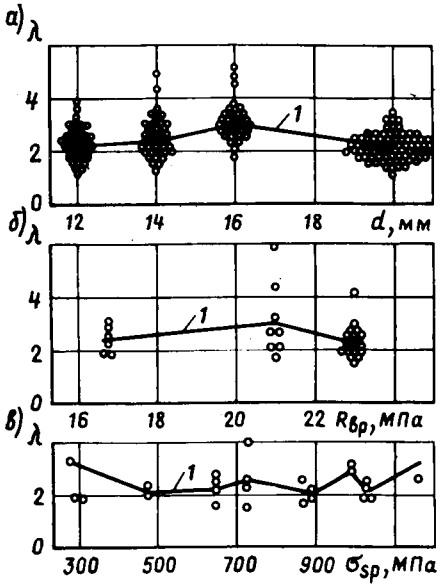


Рис. 2. Зависимость λ от диаметра стержневой (*а*), передаточной прочности бетона (*б*) и преднапряжения арматуры (*в*)

1 — средние значения

Таблица 1

σ_{sp}, МПа	g_0^u мм, каната ∅ 15 мм при передаточной прочности бетона R_{bp}, МПа				
	15,5	19,0	23,0	26,5	30,5
500	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70
600	1,30	1,15	1,05	1,00	0,90
700	1,70	1,70	1,35	1,25	1,15
800	2,10	1,85	1,65	1,55	1,40
900	—	2,25	2,00	1,85	1,70
1000	—	—	2,35	2,15	2,00

определение l_p по имеющимся величинам втягиваний g_0 удобно в случаях, когда концевые участки конструкций выполнены из бетонов различных видов (фибробетон, бетон с замедлителями твердения и др.), а также при отсутствии данных о R_{bp}.

Величины втягивания напрягаемой арматуры рекомендуется определять с помощью индикаторов с ценой деления 0,01 мм, устанавливаемых на торцах изделия симметричными парами с помощью специальных зажимов (рис. 3) с упором в стеклянные репера, а при установлении g_0^{obs} следует вносить поправки на укорочение арматуры в пределах участка l_b между торцом конструкций и местом установки индикаторов

$$g_0' = \frac{\sigma_{sp}}{E_s} l_b. \qquad (5)$$

Пример. При контроле надежности заанкеривания стержневой напрягаемой арматуры в ригеле марки ИБ-6—3 по серии ИИ 23-2/70 (3∅32 А-IIIВ, контролируемое преднапряжение в арматуре 301, 439 и 454 МПа) в процессе передачи усилия обжатия g_0=0,256; 0,355 и 0,47 мм. Длину свободного участка l_b при измерениях принимали равной 30 мм, передаточная прочность бетона составляла 21,5 МПа. Требуется оценить надежность заанкеривания арматуры в бетоне и длину участка l_k.

Определим поправку на укорочение свободных участков арматуры g_0' по формуле (5), которые составляют 0,05; 0,073 и 0,076. С учетом данных величин округленные фактические значения g_0^{obs} равны 0,205; 0,28 и 0,395 мм, а среднее значение $\bar{g}_0^{obs}$=0,3 мм. При $\bar{\sigma}_{sp} \approx$ ≈398 МПа предельно допустимое значение g_0^u для R_{bp}=21,5 МПа принимаем по табл. 2 равным 0,53 мм. Полученная средняя величина $\bar{g}_0^{obs}$ = 0,3 мм < g_0^u = 0,53 мм, поэтому конструкция отвечает критерию обеспечения надежности заанкеривания арматуры в бетоне.

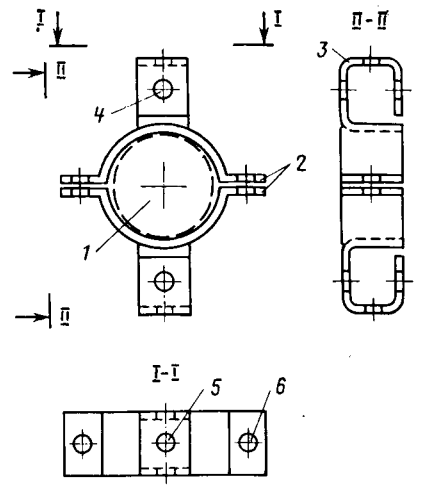


Рис. 3. Рекомендуемая конструкция кольцевого захвата для установки индикаторов на арматуре

1 — напрягаемая арматура; *2* — крепежные планки; *3* — отгибы для пропуска индикаторов и их крепления; *4* — отверстия для пропуска индикаторов; *5* — для крепежного винта индикатора; *6* — для болтовых соединений полуколец захвата

Для установления l_k рассчитаем l_p по формуле (1)

$$l_p^{obs} = \lambda^* \frac{E_s}{\sigma_{sp}} \bar{g}_0^{obs} = 393 \text{ мм},$$

тогда l_k=0,6 l_p^{obs}≈236 мм.

По проекту длина размещения спиралей косвенного армирования l_k'=450 мм, поэтому, очевидно, длина размещения l_k' данных спиралей отвечает требованиям СНиПа.

Таблица 2

σ_{sp}, МПа	g_0^u, мм, стержневой арматуры при *d*, мм											
	10—12	14—18	20—25	28—36	10—12	14—18	20—25	28—36	10—12	14—18	20—25	28—36
400	0,30[1] / 0,20	0,40[1] / 0,30	0,45[1] / 0,35	0,65[1] / 0,50	0,25[2] / 0,20	0,35[2] / 0,30	0,40[2] / 0,35	0,60[2] / 0,50	0,20[3] / 0,20	0,35[3] / 0,30	0,35[3] / 0,35	0,53[3] / 0,45
450	0,35 / 0,25	0,50 / 0,35	0,55 / 0,40	0,80 / 0,60	0,30 / 0,25	0,40 / 0,35	0,50 / 0,40	0,70 / 0,55	0,25 / 0,25	0,40 / 0,35	0,45 / 0,40	0,60 / 0,55
500	0,40 / 0,30	0,60 / 0,40	0,65 / 0,45	— / 0,65	0,35 / 0,25	0,50 / 0,40	0,55 / 0,45	0,80 / 0,65	0,30 / 0,25	0,45 / 0,40	0,50 / 0,45	0,70 / 0,60
550	0,45 / 0,30	— / 0,50	— / 0,55	— / 0,75	0,40 / 0,30	0,55 / 0,45	0,65 / 0,50	0,90 / 0,75	0,35 / 0,30	0,50 / 0,45	0,60 / 0,50	0,85 / 0,70
600	— / 0,35	— / 0,55	— / 0,60	— / 0,85	0,45 / 0,35	0,65 / 0,50	0,70 / 0,60	— / 0,60	0,40 / 0,35	0,60 / 0,50	0,65 / 0,55	0,95 / 0,80
650	— / 0,40	— / 0,60	— / 0,70	— / 0,95	0,50 / 0,40	— / 0,55	— / 0,65	— / 0,90	0,45 / 0,35	0,65 / 0,55	0,75 / 0,60	— / 0,85
700	— / 0,45	— / 0,65	— / 0,75	— / —	— / 0,45	— / 0,65	— / 0,70	— / —	0,50 / 0,40	— / 0,60	— / 0,65	— / 0,95
750	— / 0,50	— / —	— / —	— / —	— / 0,45	— / —	— / —	— / —	— / 0,45	— / 0,65	— / 0,75	— / —

Примечания: 1. Над чертой — R_{bp}=11, под чертой — 23 МПа;
2. Над чертой — R_{bp}=15,5, под чертой — 26,5 МПа;
3. Над чертой — R_{bp}=19, под чертой — 30,5 МПа.

Выводы

В соответствии с изложенной методикой на заводах ЖБИ можно осуществлять оперативный контроль надежности заанкеривания стержневой и канатной арматуры в бетоне, что позволит ограничить изготовление конструкций с производственными дефектами в бетоне и тем самым улучшить качество выпускаемой продукции. Для конкретных типовых серий можно назначать длину участка размещения косвенной арматуры дифференцированно в зависимости от особенностей технологии изготовления преднапряженных конструкций с экономией расхода косвенной арматуры (0,8...1,2 кг/м³).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1975. — 192 с.
2. Брискин Н. Я. Исследование анкеровки арматурных канатов П 19 (ТК) в бетоне // Сцепление арматуры с бетоном. — М.: НИИЖБ, 1971. — С. 145—151.
3. Брискин Н. Я. Исследование условий применения новых видов спиральных арматурных канатов в железобетонных конструкциях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1975. — 18 с.
4. Шарипов Р. Ш. Прочность и трещиностойкость концевых участков преднапряженных балочных железобетонных конструкций: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1986. — 21 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327.691.147

К. К. МИРОШНИЧЕНКО, инж., О. А. ЗВЕЗДИН, канд. техн. наук
(Днепропетровский инженерно-строительный ин-т)

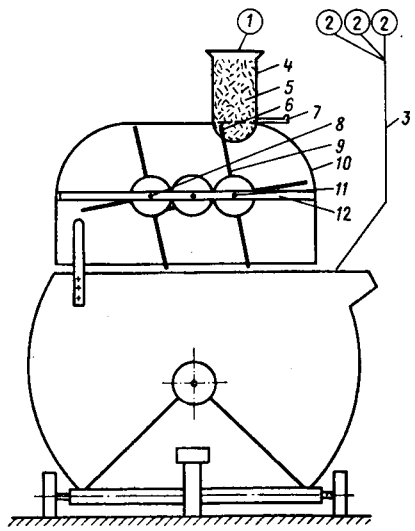
Повышение качества приготовления фибробетона

Равномерное распределение дисперсной арматуры по всему объему цементной матрицы в процессе перемешивания компонентов смеси является одной из наиболее сложных проблем в технологии приготовления фибробетона. Особенно заметно на физико-механические свойства фибробетона влияет способ введения волокнистой арматуры. В настоящее время в строительных организациях нет смесительных агрегатов, предназначенных для приготовления дисперсно-армированных бетонов и растворов.

С целью повышения качества фиброармированной смеси Днепропетровским инженерно-строительным институтом предложен способ получения дисперсно-армированной бетонной смеси и разработано устройство для его осуществления. В экспериментах использовали следующие материалы: напрягающий цемент НЦ-20 Днепродзержинского цементного завода, рубленое щелочестойкое стекловолокно Щ-15 ЖТ Московского опытного завода ГИСа, пластификатор ПР-1, речной песок и воду. Смесь готовили в передвижном цикличном смесителе принудительного действия СО-46 (смесительные агрегаты такого типа есть практически в любой строительной организации). Проведенные ранее эксперименты показали, что из-за невысокой эффективности смешивания в таких смесителях образуются клубки фибр и участки неармированного бетона, что существенно снижает прочность.

На рисунке показана установка для приготовления фиброармированной бетонной смеси. Под распушкой дисперсной арматуры следует понимать расщепление отрезков рассыпающегося ровинга на отдельные моноволокна. По предлагаемому способу приготовления фиброармированной бетонной смеси, включающем нарезку армирующего материала на фибры, его транспортирование к месту приготовления смеси и подачу фибр в смеситель во время перемешивания компонентов бетонной смеси, фибры поступают в смеситель с помощью специального устройства после распушки их с синхронным разбрасыванием распушенного материала равномерно по всей поверхности бетонной смеси.

Благодаря наличию в устройстве для распушки и подачи неметаллических фибр в бетоносмеситель двух валов со стержнями-распушивателями, а в бункере для фибр удерживающих полукольцеобразных скоб приготовление фиброармированой бетонной смеси реализуется следующим образом. Вначале стержни-распушиватели одного из валов устройства производят забор-распушку фибр из бункера, а затем происходят окончательная распушка и разбрасывание фибр между стержнями-распушивателями двух, вращающихся в одном направлении валов.



Установка для приготовления фиброармированной бетонной смеси

1 — дозатор для фибр; *2* — дозатор компонентов бетонной смеси; *3* — приемно-передающее устройство; *4* — бункер для фибр; *5* — фибры; *6* — удерживающие полукольцеобразные скобы; *7* — задвижка; *8* — вал; *9* — стержни-распушиватели; *10* — кожух; *11* — бетоносмеситель; *12* — зубчатая передача

Авторами было исследовано влияние различных условий приготовления на качество фиброармированной бетонной смеси. При этом испытали две партии образцов-балочек размером 40×40×160 мм по 32 в каждой одинакового состава, смеси для которых готовили в передвижном цикличном смесителе принудительного действия СО-46 с использованием предлагаемого устройства и без него при подаче фибр вручную.

В результате испытания образцов установлено, что предлагаемый способ приготовления фиброармированной бетонной смеси и устройство для его осуществления значительно повышают качество смеси и, как следствие, прочность.

Так, в возрасте 28 сут прочность на растяжение при изгибе образцов, изготовленных из смеси по предлагаемому способу, составляет 12,6 МПа (состав смеси: П:Ц=1:1, В/Ц=0,45, 2% массы цемента стекловолокно длиной 20 мм, 0,4% массы цемента ПР-1, песок с $M_к$ 1,6), $R_{сж}$=56,9 МПа, в то время как у образцов, изготовленных из смеси, приготовленной в смесителе СО-46, в который фибры подавались вручную, — 8,9 и 43,9 МПа.

В первом случае коэффициент вариации отклонений показателей прочности на растяжение при изгибе и на сжатие от средних их значений не превышал 2,5 и 3,5%, во втором эти величины составляли 8,5 и 9%.

Внедрение в 1986 г. предлагаемого способа и устройства на строительстве цеха прессования труб Волжского трубного завода позволило получить высококачественные фиброармированные отечественные составы для подливки под импортное технологическое оборудование вместо дорогостоящих импортных подливок типа «Эмбеко».

Экономический эффект при этом составил свыше 800 р/м³.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.941.003

В. А. ЯВОРСКАЯ, инж. (Новгородский ДСК); Г. И. БЕРДОВ, д-р техн. наук, Б. Л. АРОНОВ, канд. техн. наук (НИСИ); А. С. ДМИТРИЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Опыт экономии цемента на Новгородском ДСК

Проблема экономии цемента в технологии бетона является постоянной задачей, поскольку цемент — это основной и наиболее дорогой, дефицитный и энергоемкий компонент бетона.

Для рационального использования цемента и снижения его расхода на 1 м³ бетона для железобетонных изделий серии 90, выпускаемых Новгородским ДСК, на протяжении нескольких лет был проведен комплекс мероприятий: переход на прогрессивные методы изготовления изделий (автоматизированные конвейерные линии, кассетно-конвейерные установки с термообработкой в туннельных и щелевых тепловлажностных камерах); оборудование бетоносмесительного цеха автоматическими станциями СУБЗ-1-4; разработка и внедрение новой комплексной добавки МС-Нов-1 на основе отходов химических производств; внедрение системы пооперационного контроля технологических переделов (включая входной контроль цемента и материалов) с выводом и обработкой результатов на электронно-вычислительной машине; применение статистического метода контроля прочности бетона; усовершенствование методики оценки прочности бетона путем изменения значений масштабных коэффициентов, определение средней прочности в серии и широкое внедрение неразрушающих методов контроля.

Внедрение новых технологических линий на Новгородском ДСК (кассетно-конвейерной по производству внутренних стеновых панелей и конвейерной по производству плит перекрытий) позволило улучшить качество изделий и повысить культуру производства. Так, уже в 1986 г. число некачественных изделий сократилось вдвое по сравнению с 1985 г. Следует отметить, что внедрение новых технологических линий требует больших капиталовложений, реконструкции производства в течение длительного времени, поэтому на комбинате большое внимание уделяется вопросам экономии цемента, не требующей больших капитальных затрат и сложного оборудования.

Важным источником получения экономии цемента является применение химических добавок при приготовлении бетонов, керамзитобетонов и растворов. На комбинате химические добавки применяются с 1971 г. Среди них добавки четырех видов:

добавка МС-Нов-1, представляющая собой водный раствор лигносульфонатов технических, модифицированных кубовыми остатками фурфурольного производства. Вводится в весь объем низкомарочных бетонов классов до В15, экономия цемента составляет 30...40 кг/м³;

суперпластификатор С-3, который вводится в бетоны класса В22,5, позволяющий получать до 15% экономии цемента. Объем применения С-3 на ДСК ограничен из-за отсутствия необходимых фондов и его высокой стоимости;

добавка СДО, вводимая в керамзитобетоны для улучшения их структуры, снижения объемной массы и получения экономии 3...5% цемента;

добавка нитрита натрия, применяемая в качестве противоморозной в бетоны и растворы на стройплощадке в зимнее время, и как пластификатор в растворы для заделки стыков.

Для повышения культуры производства работ с добавками введен в действие автоматизированный узел по их приготовлению. В 1985—1986 гг. весь объем выпускаемого бетона содержит добавки. Годовая экономия цемента от их применения составляет около 1000 т.

Вторым важным направлением в экономии цемента стало внедрение на комбинате системы пооперационного контроля технологических переделов, в частности контроля за приготовлением бетонной смеси с учетом фактической активности цемента. С февраля 1986 г. внедрен экспресс-метод прогнозирования активности цемента, разработанный в Новосибирском инженерно-строительном институте. В течение 10...20 мин проводятся испытания цементного теста и по времени его электроразогрева определяется активность цемента. С учетом фактической активности цемента на ЭВМ Электроника ДЗ-28 в течение 5 мин корректируются составы бетона и выдаются в бетоносмесительных цех. Для расчета составов бетона на ЭВМ используется пять рабочих программ. Введение экспресс-метода определения активности цемента с последующей корректировкой сосоставов бетона обеспечивает экономию цемента в среднем до 17 кг/м³.

Совершенствование методов испытаний и оценки качества позволяет получать экономию цемента путем самого контроля. Неразрушающими методами лаборатория контролирует изделия с 1971 г., в настоящее время процесс контроля автоматизирован многопостовыми установками НС-1883 и стендом акустического контроля САК-1, с помощью которого фиксируется распалубочная прочность плит перекрытий на конвейерной линии.

Учитывая накопленный опыт, Госстрой СССР в 1976 г. перевел Новгородский ДСК на третий этап внедрения неразрушающего контроля, при этом сокращен отбор проб образцов-кубов на 60% и полностью исключены испытания конструкций на разрушение. По данным ультразвукового контроля ведется статистический метод расчета показателей однородности бетона для регулирования прочности. Для оперативности обработки данных, получения результатов с последующим контролем соответствующих технологических переделов для ЭВМ Электроника ДЗ-28 разработаны программы «Ультразвук» и «Прочность». С их помощью оперативно выдается контрольная карта по партии изделий с расчетом коэффициента вариации, требуемой отпускной прочности и выдачи решения о возможности приемки изделий данной партии. На комбинате ежегодно принимают до 10000 партий изделий. Время, затрачиваемое для расчета статистических характеристик, ранее составляло 1 ч, с применением ЭВМ — 65 с.

Лаборатория комбината в последнее время выявила причины, связанные с воз-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

можным искажением результатов при испытании бетона. По данным экспериментальной работы при испытании образцов-кубов на ДСК принят единый масштабный коэффициент $\alpha = 0{,}96$.

В настоящее время ДСК переведен на выпуск изделий с пониженными прочностными характеристиками в зимний период по ГОСТ 13015—83, с изм. № 1. Данная работа проводилась совместно с Новгородгипрогорсельстроем. В результате проведенных расчетов конструкций серии 90 была назначена требуемая отпускная прочность, причем по отдельным конструкциям она меньше на 10% требуемых ГОСТом, так как комбинат ранее перевел эти конструкции на пониженную отпускную прочность и проверил их в монтаже. Перевод комбината на выпуск таких изделий позволит дополнительно получить до 500 т экономии цемента.

Необходимо отметить, что огромную помощь во внедрении научно-технических новшеств и разработок на протяжении многих лет Новгородскому ДСК оказывают ведущие научно-иследовательские институты: НИИЖБ, НИИСК и БВ НИИСКа, инженерно-строительные институты Новосибирска и Ленинграда, ЛенЗНИИЭП. Благодаря сотрудничеству ученых и специалистов ДСК многие достижения и разработки успешно внедрены на комбинате. Годовая экономия цемента от внедрения всех мероприятий составляет 1600 т. Годовой экономический эффект от использования ЭВМ в системе контроля качества составил 36 тыс. р., от внедрения комплексной добавки МС-Нов-1 — 66 тыс. р., от проведения контроля прочности готовых изделий с обеспечением и гарантией требуемой марки — 18,7 тыс. р.

Вопросы реконструкции

УДК 69.022.326.002

В. К. ВОЛКОВ, инж. (завод ЖБИ № 6 ППО Моспромстройматериалы);
В. Н. БАРЫКИН, М. Б. КАПЛАН, Л. З. РОМАНОВ, инженеры (СКТБ ППО Моспромстройматериалы)

Многоярусные линии по выпуску пустотных панелей перекрытий

В последние годы ведутся реконструкция завода ЖБИ № 6 ППО Моспромстройматериалы и оснащение его современным оборудованием по выпуску многопустотных панелей перекрытий с целью повышения производительности и качества выпускаемой продукции. Формовочное производство сосредоточено в трех сблокированных пролетах шириной 24 и длиной 135 м. Реконструкцию каждого пролета проводили без остановки производства в других пролетах. Реконструировали также вспомогательные службы завода. Конструирование основного технологического оборудования выполняло СКТБ ППО Моспромстройматериалы, строительную и другие части проекта — институт Моспроектстройиндустрия.

В основу технологии реконструированного производства положены традиционный для этого завода конвейерный способ, уплотнение бетонной смеси вибровкладышами и немедленная распалубка изделий. В каждом пролете размещены две формовочные линии. Принятая схема конвейерной линии аналогична схеме трехъярусного стана: верхний ярус предназначен для технологических операций, под ним размещены ярусы, представляющие собой щелевые камеры для термовлажностной обработки.

Трехъярусные линии для производства многопустотных панелей перекрытий созданы впервые в промышленности сборного железобетона. Здесь объединены преимущества конвейерной технологии (четкая разбивка всех операций по постам, высокий ритм выпуска изделий, специализация рабочих и повышение качества выполнения каждой операции, подача материалов в конкретному посту и повышение уровня организации производства в целом) с преимуществами схемы трехъярусного стана (сокращение необходимых производственных площадей с полным исключением площадей под камеры термообработки, отсутствие транспорта, пересекающего пролет, применение эффективного способа термообработки в щелевых камерах, возможность автоматизации транспортных операций и тепловлажностного режима в камерах).

Каждая линия представляет собой многоярусный конвейер движущихся по рельсовым путям поддонов-вагонеток, замкнутый по концам подъемником и снижателем. На верхнем ярусе, расположенном на уровне пола цеха, последовательно выполняют такие технологические операции, как обрезку напряженной арматуры, съем изделий, чистку и смазку поддонов, укладку преднапряженной арматуры и арматурных каркасов, а затем на одном посту — формование, отделку верхней поверхности и немедленную распалубку изделий.

Поддон-вагонетки с отформованными изделиями поступают на платформу снижателя и поочередно опускаются в один из нижних ярусов, где перемещаются на шаг с помощью толкателя, установленного на платформе снижателя. Продвигаясь по ярусу, изделие последовательно проходит все стадии термообработки. Находящийся в конце камеры подъемник принимает переднюю поддон-вагонетку, доставляет ее на верхний ярус и сталкивает на первый технологический пост. Длина яруса выбрана кратной длине поддон-вагонетки. На верхнем ярусе на одну поддон-вагонетку меньше, что позволяет создать разрывы между ними на тех постах, где это необходимо по технологии.

По сравнению с существующими трехъярусными станами в новых линиях изменена транспортная схема. Перемещение поддон-вагонеток по верхнему ярусу осуществляется двумя толкателями. В начале цикла толкатель постов подготовки отодвигает поддон-вагонетку от края приямка, обеспечивая свободный и безопасный доступ к ней со всех сторон для обрезки стержневой арматуры и снятия готового изделия. После завершения работ на постах подготовки этот толкатель смещает на шаг все стоящие здесь поддон-вагонетки к посту формо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вания. Перемещение очередной поддон-вагонетки на пост формования, а также поддон-вагонетки с отформованными изделиями на следующий пост, а потом на платформу снижателя, осуществляется с помощью толкателя формовочных постов. На платформу подъемника поддон-вагонетка подается толкателем снижателя, поэтому толкатель на подъемнике имеет укороченный ход: в нижних ярусах он отрывает поддон-вагонетку от следующих за ней, а в верхнем — выдает ее в зону обрезки арматуры на переднем торце панели.

Толкатели штангового типа, перемещающие поддоны по постам, имеют раму из двух связанных по горизонтали труб, которые перемещаются в роликах, выполненных в форме катушки с вертикальной осью. Толкатель совершает возвратно-поступательное движение, причем его рабочий ход выбран по максимальному расстоянию между постами. Поскольку это расстояние различно, захваты на раме толкателя расставлены так, что те, которые передвигают поддон-вагонетку на полный ход, сразу вступают во взаимодействие с нею, а те, которые передвигают ее на меньшее расстояние, сначала движутся вхолостую на разницу между полным ходом и заданным, а потом начинают перемещать поддон-вагонетку. К концу хода толкателя все поддон-вагонетки расставлены по рабочим постам. Приводная цепь толкателя закреплена на его раме, что позволяет ликвидировать обратную ветвь цепи и уменьшить глубину приямка под толкатель. Мотор-редукторная группа привода вынесена с помощью длинного вала за пределы перекрытия яруса, поэтому всегда доступна для обслуживания и ремонта.

Комплект формовочного оборудования (см. рисунок) включает в себя самоходный бетоноукладчик с механизмом разравнивания, самоходный вибропригрузочный щит, подъемную бортоснастку, формовочную машину с вибровкладышами и подпружиненную площадку на посту формования.

Вместимость бункеров бетоноукладчика рассчитана по потребности в бетонной смеси на один цикл формования. Подъемно-опускное разравнивающее устройство в нижней части по форме соответствует расположению пустот в изделии, что позволяет правильно распределять бетонную смесь при формовании. Пригрузочный щит подвешен к самоходному порталу, перемещающемуся вдоль линии.

Установку вибровкладышей в бортоснастку и извлечение их после формования осуществляет формовочная машина. Цепной привод каретки машины установлен стационарно. Вибровкладыши и их приводы закреплены на каретке. Корпусом вибровкладыша является труба диаметром 159 мм, вовнутрь которой вставлены корпуса с дебалансами, запирающиеся коническими устройствами. Дебалансы приводятся во вращение карданным валом со шлицевым соединением с помощью клиноременной передачи.

Продольные и торцевые балки бортоснастки коробчатого сечения сварены в единую рамную конструкцию, которая работает во взаимодействии с вибровкладышами и поддон-вагонеткой, фиксируясь по ней при установке. С внутренней стороны на ее продольные балки приварены накладки, образующие в изделиях шпоночные пазы. Подъем и опускание бортоснастки осуществляются приводом каретки формовочной машины.

Работа формовочного поста происходит в следующем порядке: подготовленная поддон-вагонетка накатывается на подпружиненную площадку и фиксируется в продольном направлении лунками на рельсах. Затем с помощью каретки вводятся вибропустотообразователи, и одновременно при начальном перемещении каретки бортоснастка опускается на поддон-вагонетку. В собранную таким образом форму бетоноукладчик за два прохода выдает и дозирует бетонную массу, далее совместной вибрацией вибровкладышей при опущенном на изделие пригрузочном щите производится уплотнение, и затем машина с пригрузом отходит.

В комплект оборудования линий многопустотных панелей входят также установки для электронагрева стержневой арматуры, машины для автоматической чистки и смазки поддон-вагонеток.

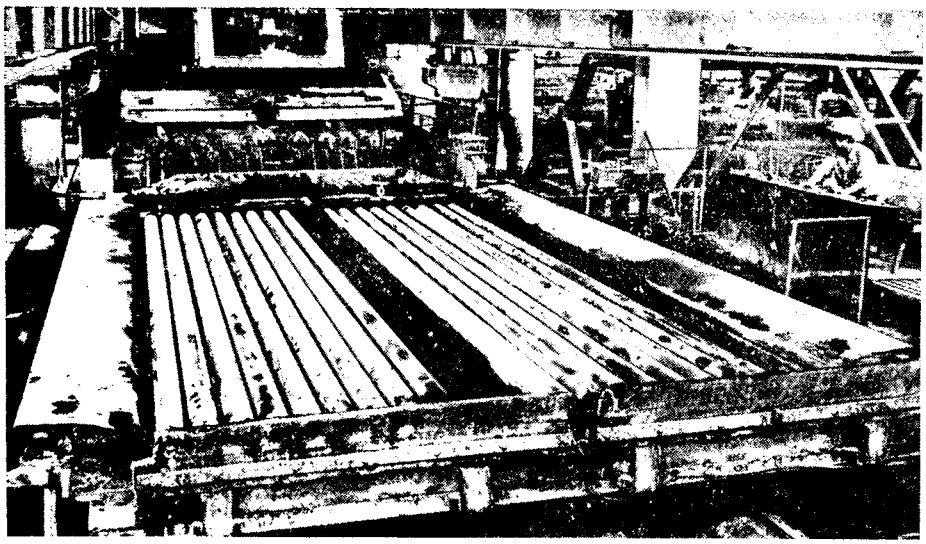
Для обеспечения заданной проектной производительности на линиях первой очереди принят принцип одновременного формования двух изделий шириной по 1,8 м на одной поддон-вагонетке.

В ходе второй очереди реконструкции впервые в промышленности сборного железобетона Москвы было создано и успешно освоено оборудование для изготовления многопустотных панелей перекрытий широкого шага. На линии, выпускающей панели шириной 3 м, решена задача получения панелей калиброванной толщины. Для этого в состав оборудования формовочного поста ввели самоходную двухвалковую машину, которая срезает избыток бетона и отделывает верхнюю поверхность изделия вровень с уровнем бортоснастки до извлечения вибровкладышей. Дополнительная операция позволила повысить качество панелей перекрытий, обеспечить соблюдение допусков на их толщину.

Успешное освоение оборудования, в первые годы эксплуатации которого значительно перекрыта проектная мощность всех линий (см. таблицу), позволило в проекте третьей очереди реконструкции заложить дальнейший рост показателей производства. Здесь на линиях предусмотрено одновременное формование на одной поддон-вагонетке двух панелей шириной 3 и 1,8 м, т. е. предполагается довести объем каждого цикла формования до 6,75 м³, что на 35% больше, чем на линиях первой очереди.

Принятая технология позволяет увеличить ритм формования изделий. Однако сдерживающим фактором является длина камер термообработки, поэтому в проектируемых линиях предполагается предусмотреть четвертый ярус (дополнительную камеру термообработки), при этом отметка пола цеха будет повышена. При некотором усложнении подъемно-транспортного оборудования и его автоматики будет получен значительный резерв производительности линий.

Пост формования



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Показатели	Трехъярусные и четырехъярусные линии СКТБ			Конвейерные линии**	
	шифр 1438	шифр 1457	шифр 1499-00*	ЦНИИЭП жилища	КБ по железобетону
Годовая производительность, тыс. м³	90	70	120	55	100
Ритм выпуска, мин	12	15	15	15	10
Число смен	3	3	3	2	2
Габариты формуемых изделий, м	6,4×1,8+ +1,8×0,22	6,4×3×0,22	6,4×1,8+ +3×0,22	6,6×3,6× ×0,22	7,2×3,0× ×0,22
Установленная мощность, кВт	236	238,3	360	370	356
Масса нестандартизированного оборудования, т (без форм-вагонеток)	200	187,9	220	240	266
Габариты линии, м	105,7×7,5	105,4×7,0	105,4×9,0	120×18	120×18
Число рабочих в смену	7	7	7	11	9
Годовая выработка, м³/чел.	4285	3333	5714	2272	5555
Годовой съем продукции, м³/м²	62,5	49,6	82,8	21,3	42,7
Удельная годовая металлоемкость (с учетом массы поддон-вагонеток), кг/м³	5,2	6,0	6,0	14,2	10,2
Удельная годовая энергоемкость, кВт/м³	0,0021	0,0021	0,0033	0,07	0,004

* Проект.
** Проектные показатели. На практике не достигнуты.

По условиям размещения в пролетах самоходные машины формовочного поста выполнены на линиях первой очереди эстакадными, на линиях второй очереди — портальными, на проектируемых — полупортальными. При одновременном формовании двух изделий пригрузочные щиты, разравнивающие устройства и калибрующие валки сделаны раздельно на каждое изделие.

При проектировании поддон-вагонеток был использован накопленный в СКТБ богатый опыт создания поддонов для изготовления тяжелых преднапряженных плит. Поддон-вагонетка на линиях первой очереди шириной 3,8 м рассчитана на суммарное усилие от натяжения арматуры 1750 кН. Ее повышенная грузоподъемность потребовала увеличить по сравнению со стандартными диаметры колес и применить более мощные подшипники. Значительно повышаются нагрузки на поддон-вагонетку для двух изделий шириной 3,0 и 1,8 м. Для получения требуемой жесткости поддон пришлось дополнительно обшить по низу рамы.

Эффективная технология с немедленной распалубкой изделий, уплотнением их вибровкладышами, конвейерный способ организации работ, размещение камер термообработки под технологическими постами — все это позволило получить высокие показатели по производительности труда, объему выпуска продукции, съема с 1 м² производственной площади. Опыт коллектива завода ЖБИ № 6 показал, что при правильной организации освоение новых линий и выход на проектную мощность можно осуществить в более короткие, чем предусмотрено нормативами, сроки.

В порядке обсуждения

УДК 691.87:693.554.001.24

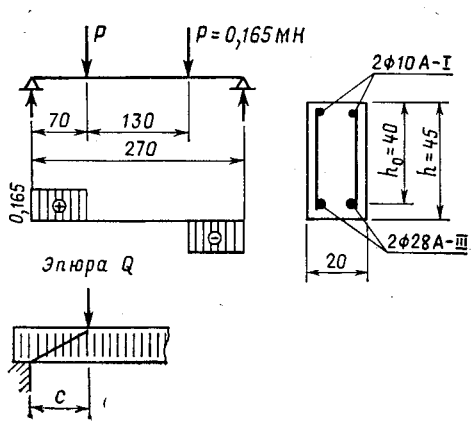
А. В. ЖДАНОВ, Б. А. ОДНОЛЬКО, инженеры (ГПИ-4, Ташкент)

Расчет поперечной арматуры в железобетонных элементах

В СНиП 2.03.01—84, введенном в действие с 01.01.86, по сравнению с отмененным СНиП П-21-75 изменен расчет по раскрытию наклонных к продольной оси элемента трещин.

За истекший период времени установлено, что напряжение в хомутах σ_{sw} по формуле (153), величиной которого определяется ширина раскрытия трещин, как правило, превышает расчетное сопротивление $R_{sw,\,ser}$ несмотря на то, что площадь хомутов A_{sw} и их шаг S удовлетворяют расчету на прочность.

В качестве примера рассмотрим наиболее распространенную железобетонную балку, расчетная схема и сечение которой приведены на рисунке. Бетон класса В20, $R_b=11{,}5$ МПа, $R_{bt}=0{,}9$ МПа, $R_{bt,\,ser}=1{,}4$ МПа. Поперечная арматура класса А-I, $R_{sw}=175$ МПа, $R_{sw,\,ser}=235$ МПа. Коэффициент надежности по нагрузке $n=1{,}05$.



Поскольку

$$Q = 165\ \text{МН} > \varphi_{b3} R_{bt}\, b\, h_0 = 0{,}6\cdot 0{,}9\times 0{,}2\cdot 0{,}4 = 0{,}0432\ \text{МН}$$ и $$Q=0{,}165\ \text{МН} < 0{,}3\,\varphi_{w1}\,\varphi_{b1}\, R_b\, b\, h_0 = 0{,}3\cdot 1\cdot 0{,}885\times 11{,}5\cdot 0{,}2\cdot 0{,}4 = 0{,}244\ \text{МН},$$

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

то размеры сечения достаточны, а поперечная арматура требуется по расчету.

Максимальный шаг хомутов из условия обеспечения прочности по наклонному сечению в пределах участка между хомутами

$$S_{max} = \frac{\varphi_{b4} R_{bt} b h_0^2}{Q} = \frac{1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,165} = 0,262 \text{ м}.$$

По конструктивным требованиям

$$S_{max} = \frac{h}{2} = \frac{0,45}{2} = 0,225 \text{ м} \leqslant 0,15 \text{ м}.$$

Примем двухсрезные хомуты 2Ø8 А-I с шагом 150 мм

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{S} = \frac{175 \cdot 1,01 \cdot 10^{-4}}{0,15} = 0,1178 \text{ МН/м}.$$

Условие (83) выполняется

$$q_{sw} = 0,1178 > \frac{\varphi_{b3} R_{bt} b}{2} = \frac{0,6 \cdot 0,9 \cdot 0,2}{2} = 0,054 \text{ МН/м}.$$

Длина проекции опасной наклонной трещины на продольную ось элемента

$$C_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{q_{sw}}} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,1178} = 0,6992 \text{ м}.$$

Условия ограничения $C_0 = 0,6992$ м $\geqslant 2h_0 = 2 \cdot 0,4 = 0,8$ м и $C_0 = 0,6992$ м $\leqslant = 0,4$ м выполняются. Поперечное усилие, воспринимаемое хомутами,

$$Q_{sw} = q_{sw} C_0 = 0,1178 \cdot 0,6992 = 0,0824 \text{ МН}.$$

Поперечное усилие, воспринимаемое бетоном, определим при $C = 0,7$ м (см. рисунок)

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,7} = 0,0823 \text{ МН}.$$

Поперечная сила, воспринимаемая наклонным сечением,

$$Q = Q_b + Q_{sw} = 0,0823 + 0,0824 = 0,165 \text{ МН}.$$

Таким образом, принятые двухсрезные хомуты 2Ø8 А-I с шагом 150 мм удовлетворяют расчету на прочность. Однако напряжения в хомутах σ_{sw} от нормативной нагрузки, установленные по формуле (153), превышают расчетное сопротивление $R_{sw,ser}$

$$Q = \frac{0,165}{1,05} = 0,1571 \text{ МН};$$

$$Q_{b1} = \frac{0,8 \varphi_{b4} R_{bt,ser} b h_0^2}{C} = \frac{0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,7} = 0,0768 \text{ МН};$$

$$Q_{b1\,min} = \varphi_{b3} R_{bt,ser} b h_0 = 0,6 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,0672 \text{ МН};$$

$$Q_{b1\,max} = 2,5 R_{bt,ser} b h_0 = 2,5 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,28 \text{ МН}.$$

Вычисленная величина $Q_{b1} = 0,0768$ МН не превышает ограничений пункта 3.32

$$\sigma_{sw} = \frac{Q - Q_{b1}}{A_{sw} h_0} S = \frac{0,1571 - 0,0768}{1,01 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4} \times 0,15 = 298,2 > 235 \text{ МПа}.$$

Фактические напряжения в хомутах σ_{sw} значительно превосходят допустимую величину, возрастая при уменьшении нагрузки. При смещении сосредоточенных сил $P = 0,144$ МН на 0,1 м ближе к центру балки $C = 0,8$ м.

$$Q_b = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,8} = 0,072 \text{ МН};$$

$$q_{sw} = \frac{Q_{sw}}{C_0} = \frac{Q - Q_b}{\sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{q_{sw}}}} = \frac{(Q - Q_b)^2}{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2};$$

$$q_{sw} = \frac{(0,144 - 0,072)^2}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2} = 0,09 \text{ МН/м};$$

$$C_0 = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,09} = 0,8 \text{ м} \geqslant 2h_0 = 0,8 \text{ м};$$

$$A_{sw} = \frac{q_{sw} S}{R_{sw}} = \frac{0,09 \cdot 0,15}{175} = 0,77 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Из условия обеспечения прочности можно принять двухсрезные хомуты 2Ø7 А-I с шагом 150 мм

$$Q = \frac{0,144}{1,05} = 0,1371 \text{ МН};$$

$$Q_{b1} = \frac{0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2}{0,8} = 0,0672 \text{ МН};$$

$$\sigma_{sw} = \frac{0,1371 - 0,0672}{0,77 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4} 0,15 = 339,8 \text{ МПа} \gg 235 \text{ МПа}.$$

Достоверность такого неожиданного результата сомнительна. Очевидно, формула (153) нуждается в уточнении, поскольку она не отражает действительную работу поперечной арматуры в железобетонных элементах, а при определении ширины раскрытия наклонных трещин следует временно руководствоваться методикой СНиП II-21-75.

Нам пишут

УДК 691.327.002

Изготовление быстроизнашивающихся деталей в условиях заводов ЖБИ

Запас быстроизнашивающихся деталей и своевременная их смена в производстве сборных железобетонных изделий определяют ритм работы предприятий. Изготовление непосредственно на заводе ЖБИ приспособлений и с их помощью быстроизнашивающихся деталей позволяет поддерживать технологическое оборудование в работоспособном состоянии, более рационально использовать материалы.

Рабочие органы в бетоносмесительных и арматурных цехах приводятся в действие пневмосистемами. Пневмоцилиндры в них требуют частой замены резиновых манжет и колец. Их изготовление в печах-вулканизаторах в основном налажено, но износ стенок пневмоцилиндров из-за различного давления воздуха требует различной твердости изделий. Получить нужную упругость позволяет введение вместе с сы-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

рой резиной определенного количества порошковой канифоли.

При работе точечных сварочных машин расходуется большое количество меди на электроды. Отработанные электроды можно повторно использовать после их переплавки и заливки в специальные металлические формы.

Фильеры правильно-отрезных станков арматурных цехов работают в тяжелом режиме и быстро изнашиваются. Технология их изготовления из пальцев ходовой части трактора Т-100 или Т-130 не сложна. Нужно произвести термический отпуск закаленного пальца, затем выточить на токарном станке из пальца фильеры и закалить их.

Хорошую работоспособность транспортерной ленты у ленточных транспортеров в бетоносмесительных цехах дает вулканизация стыков. Но такой способ соединения транспортерной ленты требует много времени (6 ч), что не всегда возможно. Приходится временно соединять стыки ленты с помощью болтов диаметром 8 или 10 мм и шайб наружным диаметром 35 мм. Одну шайбу можно сэкономить при изготовлении болта по следующей технологии. Болт вытачивают на токарном станке из металлического прутка диаметром 18 мм. Головка остается такой длины, чтоб нагрев ее в кузнечном горне можно было осадить в оправке до диаметра 35 мм.

В формовочных цехах и на полигонах заводов при ремонте вибротумб требуются отторцованные трубы диаметром 200 мм и более. Не прибегая к люнету, можно отторцевать трубу, зафиксировав ее второй конец с помощью специально изготовленной крестовины, вставленной внутрь трубы, распертой выдвижными болтами-упорами и прижатой вращающимся центром токарного станка.

Изготовление резиновых фланцев, применяемых для мягкого соединения валов вибростола, облегчит изготовленный резак, состоящий из металлического диска, приваренного электросваркой к конусу, который вставляется в сверлильный станок. В диске на заданных радиусах просверлены два отверстия, в которые вставлены резаки, с тыльной части диска обваренные сваркой. Транспортерная лента закрепляется по углам к деревянной подставке и подается под резак. При нажатии вращающегося резака получаются необходимые резиновые кольца.

При резке арматурных стержней или

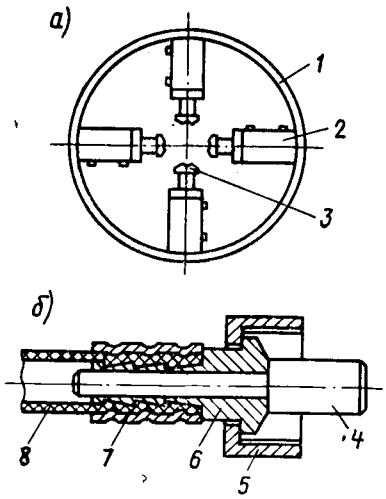


Рис. 1. Устройство для правки профильного металла

1 — гидроцилиндр; *2* — выпрямляемый швеллер или уголок; *3* — ролики; *4* — рамка; *5* — рама из двух тавровых балок; *6* — соединяющий раму швеллер

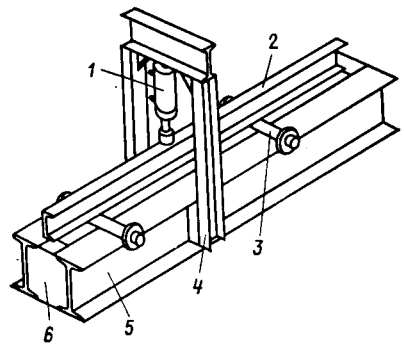


Рис. 2. Устройство для ремонта наконечников гидрошлангов

а — обжимающее устройство; *б* — обжимаемый конец гидрошланга; *1* — металлическое кольцо; *2* — гидроцилиндры, установленные на кольцо; *3* — обжимающие оправки, установленные на штоки гидроцилиндров; *4* — стержень; *5* — гайка; *6* — штуцер; *7* — металлическая втулка; *8* — конец гидрошланга

круглого металла на заготовки иногда необходимо получить ровно обрубленный конец без заусенцев. Это можно выполнить на станке СМЖ-175А, если с обратной стороны подачи заготовок установить на заданное расстояние мощный упор. Результат будет положительным только в том случае, если диаметр заготовки соизмерим с ее длиной так, что заготовка не прогнется.

Выпуск качественной продукции возложен только при качественной оснастке — металлоформы, съемные рамки и т. д. Для их изготовления и ремонта необходим строго прямолинейный швеллер или уголок. Для правки профильного металла можно воспользоваться несложным прессом, состоящим из станины, сваренной из двух расположенных параллельно мощных тавров длиной около 6 м, дополнительно раскрепленным между собой перпендикулярно расположенными швеллерами, приваренными к таврам. К последним приварена также рамка, к верхней перекладине которой прикреплен гидроцилиндр от любой кассетной установки, от нее же подсоединена насосная станция. На станину положены по концам два стальных круга, обрамленных на ширину станины кольцами, предохраняющими их от скатывания со станины (рис. 1). Швеллер концами ложится на круги, в месте изгиба упирается штоком цилиндра и прогибается на нужную величину. Если на оголовок штока гидроцилиндра установить нож, а на станину положить металлический столик, то пресс можно использовать для резки гидрошланга или металлического каната.

Все бóльшую популярность в строительном производстве приобретает гидравлика. Для ремонта гидравлических шлангов можно изготовить специальный станок. К круглой рамке на равных расстояниях крепятся четыре гидроцилиндра, подсоединенных гидрошлангами к насосной станции. При сжатии штоков цилиндров приспособленные на них оправки образуют отверстие такой величины, которое необходимо для опрессовки наконечников гидрошлангов. Последние собираются следующим образом. На выточенный заранее штуцер устанавливают гайку, а затем гидрошланг с предварительно закрепленной на нем металлической втулкой. В отверстие штуцера вставлен стержень, предохраняющий его от сплющивания. Собранный наконечник шланга подают в зону сжатия штоков с оправками. Втулка обжимается в четырех местах, затем стержень вынимают из отверстия штуцера, и один конец шланга готов к работе. Приспособление показано на рис. 2.

Описанные способы изготовления и ремонта быстроизнашивающихся деталей и приспособлений не требуют специализированных ремонтных предприятий и могут быть внедрены на любом заводе ЖБИ с положительным эффектом.

Дополнительную информацию можно получить по адресу: 606805, Горьковская обл., Уренский р-н, пос. Арья. Арьевский завод ЖБИ.

А. В. ЛЮБЕЗНОВ, инж.
(Арьевский завод ЖБИ)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Экономическая проблема защиты металла в строительных конструкциях

Агаджанов В. И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций. — 2-е изд., перераб., доп. — М.: Стройиздат, 1988. — 144 с.

В числе многих проблем экономии металлов в народном хозяйстве вообще и в строительстве в частности является борьба с его невосполнимыми потерями от коррозии. Достаточно сказать, что эти потери в мире превышают 100, а в Советском Союзе — 15...20 млн. т в год. Как показывают научные исследования, прямой ущерб от коррозии металлов в нашей стране превышает 15 млрд. р., что составляет более 4% годового национального дохода. Потери металлов от коррозии во всем мире ежегодно возрастают. Коррозия металлов и меры по ее предотвращению неизбежно связаны с экономическими издержками материалов, электроэнергии, трудовых ресурсов. В нашей стране более 3 млрд. р. в год составляет ущерб только от коррозии стали в строительных конструкциях, где годовое потребление металла составляет более 20 млн. т, из которых около 65% приходится на железобетонные конструкции.

В этой связи следует приветствовать второе издание интересной публикации, посвященной экономическим проблемам коррозии и коррозионной защиты металлов в строительных конструкциях.

Автор анализирует научные исследования, относящиеся к различным аспектам экономики повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций, в составе которых превалируют конструкции из бетона и железобетона. В частности, исследованы эксплуатационные расходы и потери от коррозии в конструкциях на предприятиях с агрессивной средой, изложена разработанная автором методология экономических обоснований антикоррозионной защиты конструкций. Содержательный материал (глава 4) посвящается проектированию и сооружению объектов с обеспечением требуемой долговечности конструкций, работающих в агрессивной среде. Приведены конкретные примеры расчетов экономической эффективности антикоррозионной защиты металлических и железобетонных конструкций (глава 5). Здесь было бы полезным, на наш взгляд, отдельно проанализировать эффективность защиты при электрокоррозии металла в железобетонных конструкциях, в частности в железобетонных опорах контактной сети электрифицированных железных дорог, где электрокоррозионные явления, к сожалению, широко распространены.

Материалы НИИЖБа, ЦНИИпромзданий, ПромстройНИИпроекта и других научно-исследовательских и проектных организаций позволили автору объективно оценить современное состояние проблемы борьбы с коррозией в строительных конструкциях и сооружениях, разработать и апробировать методику экономической эффективности проектных решений антикоррозионной защиты конструкций (в том числе железобетонных), определить межремонтные сроки службы конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах и др. Отмечено, что минимальные межремонтные сроки службы железобетонных конструкций и возобновления их противокоррозионной защиты даже при сильной степени агрессивного воздействия среды в 1—2...1—3 раза продолжительнее по сравнению с металлическими конструкциями.

В книге даны ссылки на нормативные и отчетные материалы, директивные документы, разработки видных зарубежных и отечественных ученых и специалистов в рассматриваемой области. В главе 4 оцениваются возможности оптимизации проектных решений с применением ЭВМ и автоматизированных систем проектирования строительных конструкций и их противокоррозионной защиты, приводятся основы комплексной системы обеспечения долговечности строительных конструкций в агрессивных средах, соотношения способов защиты от коррозии железобетонных конструкций по уровню 1980 г. и по прогнозу на 1990 г.

Полезный справочный материал подобран в приложениях к изданию.

В заключение правомерно отметить, что рассматриваемая работа — хорошее пособие по разделу экономики строительного производства. С большой пользой его могут использовать специалисты научно-исследовательских институтов, строительно-монтажных подразделений, служб по эксплуатации зданий и сооружений, студенты строительной специальности высших учебных заведений, а также в системе экономического образования строителей.

И. Г. ВЫПОВ, канд. техн. наук

Вниманию строительных организаций

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР на договорных началах проводит испытания бетона на морозостойкость (ускоренным методом), водонепроницаемость и воздухопроницаемость

Телефоны для справок: 174-86-92, 174-83-86

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:666.941

С. А. ВЫСОЦКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

О применении в бетонах цементов с минеральными добавками

Использование цементов с минеральными добавками является важным резервом увеличения производства бетонов и изделий на их основе. В НИИЖБе ведутся широкие исследования, направленные на поиск эффективных минеральных добавок, уточнение их действия и области применения. В связи с этим интересны сведения о классификации и вещественном составе цементов по европейским нормам и нормам ФРГ, особенности применения стандартизированных в ФРГ цементов, а также подход к изучению и применению новых цементов [1]. В статье приводится проект европейских норм (табл. 1) с подробной классификацией цементов с минеральными добавками. Характерно выделение золо- и известняксодержащего цементов в самостоятельные разновидности композиционных портландцементов. Аналогичные предложения, основанные на изучении бетонов на цементах с добавкой до 40% доменных шлаков, а также топливных зол, ранее высказывались отечественными исследователями.

Большое значение имеет максимально допустимое содержание добавок в цементе, зависящее от их гидравлической активности. По усредненным данным для натуральных пуццоланов и зол она в 1,25, а для наполнителей — в 1,75 раза ниже, чем для доменного шлака; эти соотношения положены в основу ограничения содержания добавок в композиционных портландцементах (см. табл. 1). Следует отметить, что по данным НИИЖБа указанные соотношения и эффективность минеральных добавок могут изменяться в зависимости от В/Ц бетона, удобоукладываемости смесей и других факторов и требуют уточнения в бетонах заданного качества.

Особое место среди цементов с добавками занимают широко применяемые в различных странах цементы с доменными гранулированными шлаками. Для норм ФРГ ДИН 1164 характерна детальная классификация таких цементов (пп. № 2, 3, 8...10, табл. 2). Содержание шлака может достигать 85% при сравнительно высокой прочности, соответствующей марке 35 L (среднее значение прочности 6 половинок балочек на сжатие), из раствора 1 : 3 на полифракционном песке при В/Ц=0,5 через 28 сут нормального твердения не ниже 35 и не выше 55 МПа, а через 7 сут — не ниже 10 МПа [2].

Для потребителей желательно, чтобы цементы различных видов не отличались правилами применения в бетонах. В связи с этим в [2] подтверждается, что для большинства конструкций по ДИН 1095 портландцемент, шлакопортландцемент и шлаковый цемент можно применять примерно в равной степени, однако трассовый цемент имеет собственную область применения. Для нормированных в ДИН 1164 цементов указываются следующие ограничения:

для преднапряженного бетона с непосредственным сцеплением с арматурой допускается только портландцемент и шлакопортландцемент марки минимум 35 F и шлаковый цемент марки 45 (пп. 1, 2, 3 табл. 2);

для преднапряженного бетона с нагнетаемым раствором — портландцемент марки минимум 35 F (п. 1);

при сульфатной агрессии по ДИН 4030 от определенного содержания SO_4^{2-} — портландцемент с высокой сульфатостойкостью и шлаковый цемент с высокой сульфатостойкостью (пп. 5 и 8);

при щелочной реакции с заполнителем (при определенных соотношениях) — портландцемент и шлаковый цемент с низким содержанием щелочей (пп. 7 и 10);

при морозосолевом воздействии — портландцемент, шлакопортландцемент и шлаковый цемент марки минимум 35, а при очень сильном воздействии — портландцемент и шлакопортландцемент марки минимум 35, а также шлаковый цемент марки 45Z (п. п. 1, 2, 3);

для бетона с пониженным тепловыделением при определенных условиях —

Таблица 1

Вид цемента	Главные составляющие (без компонента, содержащего SO_3), % по массе					Второстепенные составляющие (без специальных добавок*), % по массе
	клинкер, *K*	шлак, *S*	натуральные пуццоланы, *Z*	летучая зола, *C*	наполнитель, *I*	
CEI портландцемент	95—100	—	—	—	—	0—5
CE II композиционный портландцемент**	65—90	1,00	1,25	1,25	1,75	—
CE II шлакопортландцемент	65—90	10—35	—	—	—	0—5
CE II Z пуццолановый портландцемент	65—90	—	10—28	—	—	0—5
CE II C золопортландцемент	65—90	—	—	10—28	—	0—5
CE II известняксодержащий портландцемент	65—90	—	—	—	10—20	0—5
CE III шлаковый цемент***	20—64	36—80	—	—	—	0—5
CE IV пуццолановый цемент****	*min* 60	—	—	*max* 40	—	0—5

* Второстепенными составляющими могут быть *S*, *Z*, *C* или *I*, если они не являются основными компонентами.
** Содержание компонентов без клинкера не должно превышать 35%.
*** Цемент, содержащий более чем 65% *S* по массе, обозначается дополнительно.
**** Добавка должна удовлетворять пуццолановому тесту по EN 196.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

№ п.п	Вид цемента	Портландцементный клинкер	Доменный гранулированный шлак или трасс	Дополнительные требования	Марка по прочности
		% массы от суммы главных составляющих			
1	Портландцемент	100	—	—	35, 45, 55
2	Шлакопортландцемент	94—65	6—35	—	35, 45
3	Шлаковый цемент	64—15	36—85	—	35*L*, 45*L*
5	Трассовый цемент	80—60	20—40	—	35
5	Портландцемент с высокой сульфатостойкостью	100	—	$\leqslant$ 3% C_3A $\leqslant$ 5% Al_2O_3	35, 45
6	Портландцемент с низкой теплотой гидратации	100	—	По теплоте гидратации	35*L*
7	Портландцемент с низким содержанием щелочей	100	—	$\leqslant$ 0 6% Na_2O (экв.) по массе	35, 45
8	Шлаковый цемент	30—15	7,0—85	—	25, 35*L*
9	Шлаковый цемент с низкой теплотой гидратации	64—15	36—85	По теплоте гидратации	25, 35*L*
10	Шлаковый цемент с низким содержанием щелочей	50—36	50—64	$\leqslant$ 1% Na_2O (экв.) по массе	35*L*
		35—15	65—85	$\leqslant$ 2% Na_2O (экв.) по массе	35*L*

Таблица 3

Вид цемента	Портландцементный клинкер	Доменный граншлак или обожженный глинистый сланец	Трасс или лава	Летучая зола или фонолит	Известняковая мука	Марка по прочности
	% массы от суммы главных составляющих					
Цемент с глинистым сланцем*	73±7,5	27±7,5	—	—	—	35 *F*** 45 *F*, 55
Трассошлаковый цемент	55±7,5	30±7,5	15±7,5	—	—	35 *L*
Трассошлаковый цемент с низкой теплотой гидратации и высокой сульфатостойкостью	30±7,5	50±7,5	20±7,5	—	—	25
Зольный цемент	77,5±7,5	—	—	22,5±7,5	—	35 *F*
Золошлаковый цемент	$\geqslant$65	15±5	—	15±5	—	35 *F*
Фонолитцемент	72,5±7,5	—	—	25±7,5	—	35 *F*
Цемент с вулканической лавой	75±7,5	—	25±7,5	—	—	35 *F*
Известняксодержащий цемент	85±5	—	—	—	15±5	35 *F*

* Норма перерабатывается.
** Среднее значение 6 половинок балочек на сжатие через 28 сут не ниже 35 МПа и не выше 55 МПа, а через 2 сут — не ниже 10 МПа.

портландцемент и шлаковый цемент с низкой теплотой гидратации (пп. 6, 9).

Для бетона заданной прочности нет ограничений по виду используемого цемента.

В нормах ФРГ отсутствуют также специальные положения о зависимости минимального расхода цемента, максимального В/Ц и толщины защитного слоя бетона до арматуры от вида цемента за исключением отдельных случаев изготовления бетона на цементе марки 25, наружных строительных изделий на основе цемента марок 45 и 55 и бетона рецептуры В I*, а также особого условия для максимального В/Ц бетона на цементе марки 25. Однако минимальные требования по перечисленным показателям установлены для бетона на всех видах цемента. При этом различная скорость твердения бетона на тех или иных цементах выравнивается различной длительностью их выдерживания, которая лишь косвенно зависит от вида цемента. Зависимость же ползучести бетона от марки, а как следствие и от вида цемента, по мнению автора [1], незначительна.

В ФРГ, как и в других странах, разрабатываются новые цементы, преимущественно пуццоланового типа (табл. 3). Поскольку по одному или нескольким признакам они не удовлетворяют требованиям ДИН 1164, для их применения в несущих конструкциях необходимо разрешение специального строительного надзора. В течение нескольких лет в ФРГ допускалось применение цемента с обожженным глинистым сланцем (27,5%), а в особых областях также трассошлаковых цементов. В последнее время к ним добавились цементы с вулканической лавой и для использования в большом количестве строительных конструкций зольной и золошлаковый цементы, фонолитцемент (цемент с вулканической горной породой) и портландцемент с известняковым наполнителем.

С данными цементами в ФРГ обращаются как с новыми материалами и перед выдачей разрешения проводят их всестороннее изучение. Оно включает оценку предпосылок для изготовления хранения, поставки и испытаний цемента; больший отбор проб цемента и исходных материалов в различные сроки; исследование свойств, однородности, пригодности в целом исходных материалов, однородности свойств цемента при испытании по ДИН 1164, водопотребности, удобоукладываемости и сохраняемости цементов и бетонных смесей, прочности и ее нарастания в поздние сроки цементов и различных бетонов; исследование структуры растровым электронным микроскопом и рентгеновским методом, пористости и проницаемости раствора и бетона различных сроков выдерживания различными методами, карбонизации и морозостойкости растворов и бетонов, отчасти усадки и ползучести. Полученные данные сравниваются с результатами испытаний бетона на стандартизированных цементах, полученных из максимально близкого по составу клинкера. Разрешение на применение выдается (сначала на 2 года) в том случае, если результаты исследований нового цемента удовлетворительны и соответствуют результатам испытаний стандартизированных цементов. Из предосторожности ввиду отсутствия длительного практического опыта применение новых цементов не допускается в преднапряженных бетонах, бетонах с высокой морозосолестойкостью, а также бетонах с дополнительно введенными добавками. Требуют уточнения и сроки выдерживания бетонов при пониженных температурах. В дополнение к рекомендациям [1] следует подчеркнуть,

* Бетоны группы В 1 включают классы В5 В25 по ДИН 1045.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

что для нашей страны особое значение приобретает оценка поведения подобных цементов в условиях тепловлажностной обработки, в которых может проявиться негативное влияние замедленного твердения и повышенной усадки.

В [1] отмечается, что для новых цементов, как и для ожидаемых цементов по объединенным нормам, которые прошли испытания и показали идентичные свойства со стандартизированными цементами, можно сделать аналогичные выводы и об их поведении в конструкциях. Это заключение и предварительные данные по изучению бетонов на цементах с минеральными добавками, в том числе вулканического происхождения (до 50%), полученные в НИИЖБе, подтверждают целесообразность организации выпуска и применения подобных цементов в различных изделиях и конструкциях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. I. Bonzel. Weiterentwicklung bei Zement und seine Anwendung zu Beton // Betonwerk Fertigteil-Technik. — 1987. — N 4. S. 217—225.
2. Zement-Taschenbuch. 48 Ausgabe. — Wiesbaden — Berlin: Bauverlag GMBH, 1984. — 584 S.

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 693.542.011.8
Соломатов В. И. **Проблемы интенсивной раздельной технологии** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 4—6
Раскрыты сущность и особенности интенсивной раздельной технологии приготовления бетонной смеси. Проанализирован опыт внедрения технологии на предприятиях стройиндустрии и названы проблемы, требующие первоочередного решения. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 693.542.011.8
Интенсификация приготовления бетонной смеси / Б. В. Гусев, К. М. Королев, Э. Х. Кушу // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 6—7
Показана возможность увеличения прочности и морозостойкости бетона, а также улучшения его однородности при применении раздельной технологии приготовления бетонной смеси и обогащения (активации) крупных заполнителей в бетоносмесителях. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 693.542.011.8
Технологические особенности использования интенсивной раздельной технологии на заводах ЖБИ Главтюменьстроя / И. Ф. Руденко, Г. М. Васильева, А. А. Галонена, В. Г. Чекордина // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С.
Рассматривается освоение интенсивной раздельной технологии, приготовления бетонных смесей на заводах ЖБИ № 3 и № 5 Главтюменьстроя, позволившей получить экономию расхода цемента в среднем на 45...65 кг на 1 м³ бетона. На основании проведенных исследований разработаны технологические регламенты на приготовление бетонной смеси по ИРТ для заводов ЖБИ № 3 и № 5. — Ил. 2.

УДК 693.542.011.8
Романов Р. Л., Савин В. Д. **Совершенствование технологии раздельного приготовления бетонов** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 9—11
Изложен опыт совершенствования смесителей активаторов на предприятиях страны, приведены недостатки применявшихся ранее конструкций и направления по их устранению. — Ил. 2.

УДК 693.542.52.65.011.8(478.9)
Опыт внедрения интенсивной раздельной технологии на предприятиях Молдавии / В. И. Ионаш, Р. Ф. Васильева, А. И. Шубенок и др. // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 11.
Изложен опыт производственного внедрения интенсивной раздельной технологии на объектах стройиндустрии МССР. Показана стабильная экономия цемента не менее 10% без ущерба для прочности бетона. — Ил. 1, табл. 1.

УДК 693.542.011.8(479.24)
Применение интенсивной раздельной технологии на ДСК-3 Главбакстроя / Х. М. Мусаев, А. Г. Гусейнов, Р. А. Вейсов и др. // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 12—13.
Описан опыт внедрения интенсивной раздельной технологии приготовления бетонных смесей на заводе КПД ДСК-3 Главбакстроя с одновременным использованием суперпластификатора 40-03. Совместное применение раздельной технологии и суперпластификатора 40-03 позволило улучшить качество железобетона, снизить энергетические затраты, улучшить условия труда, повысить долговечность конструкций, сэкономить расход цемента. — Ил. 1, табл. 1.

УДК 693.542.011.8.003.13
Довжик В. Г., Хаймов И. С. **Эффективность интенсивной раздельной технологии в сочетании с другими цементосберегающими приемами** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 13—15.
Описаны результаты исследований влияния интенсивной раздельной технологии в сочетании с применением пластифицирующих добавок и золы ТЭС на прочность конструкционного керамзитобетона и возможную экономию цемента. — Ил. 1, табл. 2.

УДК 693.542. 011.8.182.2
Королев К. М., Бочаров Н. А. **Смесители-активаторы для раздельной технологии** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 15—16.
Обобщен опыт разработки смесителей-активаторов для раздельной технологии приготовления бетонной смеси, приведены краткие технические характеристики, указаны их достоинства и недостатки. — Ил. 2, табл. 2.

УДК 693.542.011.8.003
Бруссер М. И., Подмазова С. А. **О методике определения эффективности внедрения интенсивной раздельной технологии** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 17
Приведена методика определения эффективности интенсивной раздельной технологии, необходимая для единой сравнительной оценки данной технологии приготовления бетонной смеси на предприятиях. Основной целью внедрения является снижение расхода цемента в бетоне.

УДК 666.9.055.002
Фуников А. Г., Еременко О. В., Суслин Б. Н. **Переналаживаемые формы с рельефообразующими матрицами при производстве изделий КПД** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 18—19.
Приведена информация по групповым переналаживаемым формам, включающая основные принципы их проектирования, особенности конструкции бортоснастки и узлов ее крепления к типовому поддону. Проанализирована область рационального применения их при изготовлении панелей наружных стен в условиях гибкой системы панельного домостроения. Даны также сведения о рельефообразующих матрицах-прокладках из различных материалов, которые предлагается применять в переналаживаемых формах. — Ил. — 2. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 693.565.8
Воронов Ю. И., Шашин А. Ф. **Совершенствование технологической анкеровки стержневой высокопрочной арматуры** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 20—21
Освещены вопросы анкеровки преднапрягаемой стержневой арматуры типов «обжатая обойма» и «обжатая спираль», дана инженерная методика расчета анкеров «обжатая спираль», определяющая число витков в зависимости от усилия в арматурных стержнях различных классов. — Ил. 3, табл. 1.

УДК 691.327.32:666.64-492.3
Меркин А. П., Зейфман М. И., Кулиев М. С. **Керамзитобетонные изделия на основе пеплоизвестково-гипсового вяжущего** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 22—23
Приводятся составы бесцементных вяжущих на основе вулканических пеплов, результаты испытаний керамзитобетонных панелей и оценка их эксплуатационной стойкости. — Табл. 3. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 624.152.634.3:691.327
Матвеев В. Г., Кришан А. Л. **Пустотные брусковые элементы из опрессованного бетона** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 24—25
Предложена новая конструкция железобетонного пустотного брускового элемента с внешним уголковым армированием. Разработан способ его изготовления, позволяющий одновременно с опрессовкой уложенной в силовую форму бетонной смеси осуществлять преднапряжение поперечных стержней каркаса. Приведены основные результаты испытаний лабораторных и натурных образцов таких брусков при работе на сжатие в области случайных и малых эксцентриситетов, изложена методика расчета. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 691.87:691.714
Термомеханически упрочненная арматурная сталь с повышенными эксплуатационными характеристиками / В. В. Калмыков, Н. Г. Воловик, А. В. Осадченко и др. // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 26—27
Приведены результаты исследований термомеханически упрочненной арматуры из стали марки 10ХГС2. Показана ее высокая стойкость против коррозионного растрескивания (Ат-VK) и при воздействии низких температур (включая — 60°С), возможность контактно-точечной сварки. — Ил. 2, табл. 2. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 624.012.45.046
Чиненков Ю. В., Строцкий В. Н. **Расчет на косой изгиб элементов прямоугольного сечения по трещиностойкости и деформациям** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 28—30.
Приведены основные положения расчета по трещиностойкости и деформациям при косом изгибе элементов прямоугольной формы. Дана численная оценка предлагаемых методик расчета сопоставлением теоретических и опытных величин, полученных при испытании балок сечением 16×25 см из керамзитобетона призменной прочностью 6,37 и 7,9 МПа. — Ил. 4.

УДК 624.012+620.172.24
Ставров Г. Н., Катаев В. А., Леонтьев М. В. **Определение коэффициента поперечных деформаций в бетоне при динамическом и статическом нагружении** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 7. — С. 30—31
Анализируется изменение коэффициента поперечных деформаций бетона по результатам исследований при статическом и динамическом нагружении в условиях одноосного и трехосного сжатия. Предложены аналитические зависимости изменения коэффициента поперечных деформаций и их кусочно-линейная аппроксимация. Показано, что в условиях сложного напряженного состояния бетона обеспечивается применимость предложенных зависимостей при прямом динамическом расчете. — Ил. 2. — Библиогр.: 4 назв.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Solomatov V. I. Problems of intensive separate technology
Gusev B. V., Koroleuv K. M., Kushu E. H. Intensification of preparation of concrete mix
Rudenko I. Ph., Vasiljeva G. M., Galonena A. A., Tchekordina V. G. Technological peculiarities of use of intensive separate technology at plants of reinforced concrete articles of GlavTumenstroy
Romanov R. L., Savin V. D. Improvement of technology of separate preparation of concrete
Ionash V. I., Vasiljeva R. Ph., Shubenok A. I., Litvjak V. I., Akimov A. V., Solomatov V. I. Experience of application of intensive separate technology at enterprises of Moldavie
Musaev H. M., Gusejnov A. G., Vejssov R. A., Adkhamov S. R., Dubashinsky L. B., Mamedov M. A. Application of intensive separate technology at group of enterprises of building construction of GlavBakstroy
Dovzhik V. G., Khajmov I. S. Efficiency of intensive separate technology in combination with others cement-saving methods
Koroleuv K. M., Botcharov N. H. Mixers-activators for separate technology
Brusser M. I., Podmazova S. A. About methods of determination of efficiency of application of intensive separate technology
Funikov A. G., Eremenko O. V., Suslin B. N. Re-adjusting forms with relief-forming matrixes for production of articles for large-panel building construction
Voronov Yu. I., Shashin A. Ph. Improvement of technological anchoring of high-resistant reinforcing bars
Merkin A. P., Zejfman M. I., Kuliev M. S. Articles from keramziteconcrete on base of ashes-lime-gyps binding
Matveev V. G., Krishan A. L. Voided bar elements from pressed concrete
Kalmykov V. V., Volovik N. G., Osadtchenko A. V., Omes N. M., Gratcheuv V. I., Krasovskaja G. M. Thermomechanically reinforced steel with improved service characteristics
Tchinenkov Yu. V., Strotsky V. N. Calculation on oblique flexure of elements of rectangular cross-section according to its crack-resistance and deformations
Stavrov G. N., Kataev V. A., Leontjev M. V. Determination of coefficient of transverse deformations in concrete under dynamic and static loading

CONTENU

Solomatov V. I. Les problèmes de la technologie intensive séparée
Goussev B. V., Koroleuv K. M., Kouchou E. Kh. L intensification de la préparation du béton frais
Roudenko I. Ph., Vassiljeva G. M., Galonena A. A., Tchekordina V. G. Les particularités technologiques de l'utilisation de la technologie intensive séparée aux usines des produits en béton armé de GlavTumenstroy
Romanov R. L., Savine V. D. Le perfectionnement de la technologie de la préparation séparée des bétons
Ionach V. I., Vassiljeva R. Ph., Choubenok A. I., Litvjak V. I. Akimov A. V., Solomatov V. I. L'expérience de l'application de la technologie intensive séparée aux entreprises de Moldavie
Moussaev Kh. M., Goussejnov A. G., Vejssov R. A., Adkhamov S. R., Doubachinsky L. B., Mamedov M. A. L'application de la technologie intensive séparée à l'ensemble des entreprises pour la construction des bâtiments d'habitation (3 de GlavBakstroy
Dovzhik V. G., Khajmov I. S. L'efficacité de la technologie intensive séparée en combinaison avec d'autres procédés d'économiser le ciment
Koroleuv K. M., Botcharov N. A. Les melangeurs-activateurs pour la technologie séparée
Brousser M. I., Podmazova S. A. Sur la méthodologie de la détermination de l'efficacité d'application de la technologie intensive séparée
Phounikov A. G., Ereumenko O. V., Sousline B. N. Les formes ré-ajustables avec les matrices formant le relief pendant la fabrication des produits de construction des bâtiments d'habitation en gros panneaux
Voronov Yu. I., Chachine A. Ph. Le perfectionnement de l'ancrage technologique des armatures à haute résistance en barres
Merkine A. P., Zejfman M. I., Kouliev M. S. Les produits en béton de kéramsite sur la base de liant cendre-calcaire gypseux
Matveev V. G., Krichan A. L. Les éléments en barres avec des vides en béton pressé
Kalmykov V. V., Volovik N. G, Ossadtchenko A. V., Omes N. M., Gratcheuv V. I., Krassovskaja G. M. Les armatures en acier renforcées thermo-mécaniquement avec des caracteristiques de service perfectionnées
Tchinenkov Yu. V., Strotsky V. N. Le calcul sur la flexion oblique des éléments avec des sections rectangulaires compte tenu de la résistance à la fissuration et des déformations

INHALTSVERZEICHNIS

Solomatow W. I. Probleme über intensive geteilte Technologie
Gussew B. W., Koroljow K. M., Kuschu E. Ch. Intensivierung der Zubereitung des Betongemisches
Rudenko I. F., Wassiljewa G. M., Galonena A. A., Tschekordina W. G. Technologische Anwendungsbesonderheiten intensiver geteilter Technologie an Werken für Stahlbetonerzeugnisse von Glawtjumenjstroj
Romanow R. L., Sawin W. D. Technologienverbesserung geteilter Zubereitung von Betonen
Ionasch W. I., Wassiljewa R. F., Schubenock A. I., Litwjack W. I., Akimow A. W., Solomatow W. I. Erfahrung der Einführung intensiver geteilter Technologie auf Betrieben der Moldau
Mussajew Ch. M., Gussejnow A. G., Wejssow R. A., Adchamow S. R., Dubaschinskij L. B., Mamedow M. A. Verwendung intensiver geteilter Technologie am Wohnungsbaukombinat-3 von Glawbakstroj
Dowshick W. G., Chaimow I. S. Effektivität intensiver geteilter Technologie in Verbindung mit anderen zementsparenden Verfahren
Koroljow K. M., Botscharow N. A. Aktivatormischmaschinen für geteilte Technologie
Brusser M. I., Podmasowa S. A. Bestimmungsmethodik über Einführungseffektivität intensiver geteilter Technologie
Funikow A. G., Jerjomenko O. W., Suslin B. N. Übereinrichtete Formen mit reliefbildenden Matrizen bei Produktion von Erzeugnissen mit komplexer Plattenbauweise
Woronow Ju. I., Schaschin A. F. Vervollkommnung technologischer Verankerung der hochfesten Stabbewehrung
Merkin A. P., Sejfman M. I., Kulijew M. S. Keramsitbetonerzeugnisse mit Anwendung vom Aschen-Kalk-Gips-Bindemittel
Matwejew W. G., Krischan A. L. Hohle Stangenelemente aus abgedruckten Beton
Kalmykow W. W., Wolowick N. G. Ossadtschenko A. W., Omessj N. M., Gratschjow W. I., Krassowskaja G. M. Thermomechanisch verfestigter Betonstahl mit erhöhten Betriebscharakteristiken
Tschinenkow Ju. W., Strozkij W. N. Berechnung auf schiefe Biegung der Elemente vom rechteckigem Querschnitt nach Rissfestigkeit und Deformationen
Stawrow G. N., Katajew W. A., Leontjew M. W. Ermittlung des Querverformungskoeffizients des Betons unter dynamischer und statischer Belastung

Редакционная коллегия: Ю. П. Гуща (главный редактор), В. И. Агаджанов, Ю. М. Баженов, В. Г. Батраков, Н. Л. Биевец, В. М. Бондаренко, А. И. Буракас, В. В. Гранев, П. А. Демянюк, В. Г. Довжик, Ф. А. Иссерс, Б. И. Кормилицын, Р. Л. Маилян, К. В Михайлов, Т. М. Пецольд, В. А. Рахманов, И. Ф. Руденко, Р. Л. Серых, В. М. Силин, В. М. Скубко, Ю. Г. Хаютин, А. А. Шлыков (зам. главного редактора), Е. Н. Щербаков

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

Сдано в набор 12.05.89. Подписано в печать 23.06.89. Т-11725 Формат 60×90 1/8
Печать высокая. Бумага книжно-журнальная. Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,75. Уч.-изд л. 7,78
Тираж 13643 экз. Зак. 186 Цена 60 коп.

Адрес редакции:
Москва, Георгиевский пер., 1, строение 5, 3-й этаж
Почтовый адрес редакции (экспедиция): 101442, Москва, ГСП, Каляевская, 23а
Тел. 292-41-34, 292-62-05

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

НИИЖБ и КТБ НИИЖБа Госстроя СССР

оказывают на договорной основе консультативную, научно-методическую помощь проектным, производственным и строительным организациям, а также выполняют расчеты экономической эффективности от создания и внедрения новой техники в области бетона и железобетона по следующим направлениям:

- формирование и технико-экономические обоснования планов внедрения новой техники и мероприятий по экономии материальных, трудовых и теплоэнергетических ресурсов;
- расчеты экономического эффекта к проектам государственных стандартов, технических условий и технологических регламентов; составление оптовых цен на новые виды бетонов, железобетонных конструкций;
- определение расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования;
- технико-экономическая оценка различных технологий изготовления железобетонных конструкций и изделий (в том числе режимов тепловлажностной обработки);
- определение экономической эффективности повышения качества, долговечности строительных конструкций (включая антикоррозионную защиту);
- технико-экономическая оценка применения добавок в бетоне;
- определение расчетной стоимости и трудоемкости возведения сборных, монолитных и сборно-монолитных железобетонных конструкций (в том числе стыковых и узловых соединений);
- составление смет и сметно-финансовых расчетов.

Работы проводятся в сжатые сроки. Кроме того, КТБ НИИЖБа предлагает к продаже по договорной цене «Сборник расценок на работы по внедрению научно-технической продукции в области бетона и железобетона».

ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ: 109389 МОСКВА, 2-Я ИНСТИТУТСКАЯ УЛ., Д. 6, НИИЖБ, ЛАБОРАТОРИЯ № 16, ТЕЛ. 171-88-28 ИЛИ КТБ НИИЖБа, ОТДЕЛ № 9, ТЕЛ. 174-80-68.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ЦНИИОМТП Госстроя СССР и Московский коксогазовый завод Минчермета СССР предлагают

эффективную технологию производства бетона и железобетона из литых и высокоподвижных бетонных смесей с комплексными пластифицирующими добавками КД на основе солевых растворов цехов сероочистки коксохимической промышленности.

Технология позволяет:

- сократить расход цемента на 10...15%
- уменьшить продолжительность вибрации в 2...3 раза
- повысить качество строительных изделий и конструкций
- улучшить условия труда рабочих
- обеспечить охрану окружающей среды от загрязнений
- получить экономический эффект в размере 1,5...2 р. на 1 $м^3$ бетона.

Технология внедрена на Тушинском заводе ЖБК ДСК-1 ПСО «Мосстрой», а также на комбинате ЖБИ № 343.

Комплексные пластифицирующие добавки КД недефицитны и дешевы (ориентировочная стоимость 15...20 р/т). Выпускаются они Московским коксогазовым заводом, а также могут быть приготовлены на предприятиях стройиндустрии. При этом рекомендуется использовать типовой проект «Автоматическое отделение по приготовлению жидких химических добавок ТП 404-28-24» либо разработанную ЦНИИОМТП автоматизированную установку для приготовления и дозирования пластифицирующих и комплексных химических добавок (проект № 1879М).

Институт проводит на хоздоговорных началах работы по внедрению комплексных пластифицирующих добавок КД, включающие:

- отработку технологии приготовления и применения добавок в бетонах и растворах;
- разработку необходимой нормативно-технической документации.

ЗАЯВКИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ДОГОВОРНЫХ РАБОТ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ: 127434 МОСКВА, ДМИТРОВСКОЕ ШОССЕ, 9, ЦНИИОМТП ГОССТРОЯ СССР, ТЕЛЕФОН 216-44-45.

ISSN 0005—9889 Бетон и железобетон, 1989, № 7, 1—48

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru