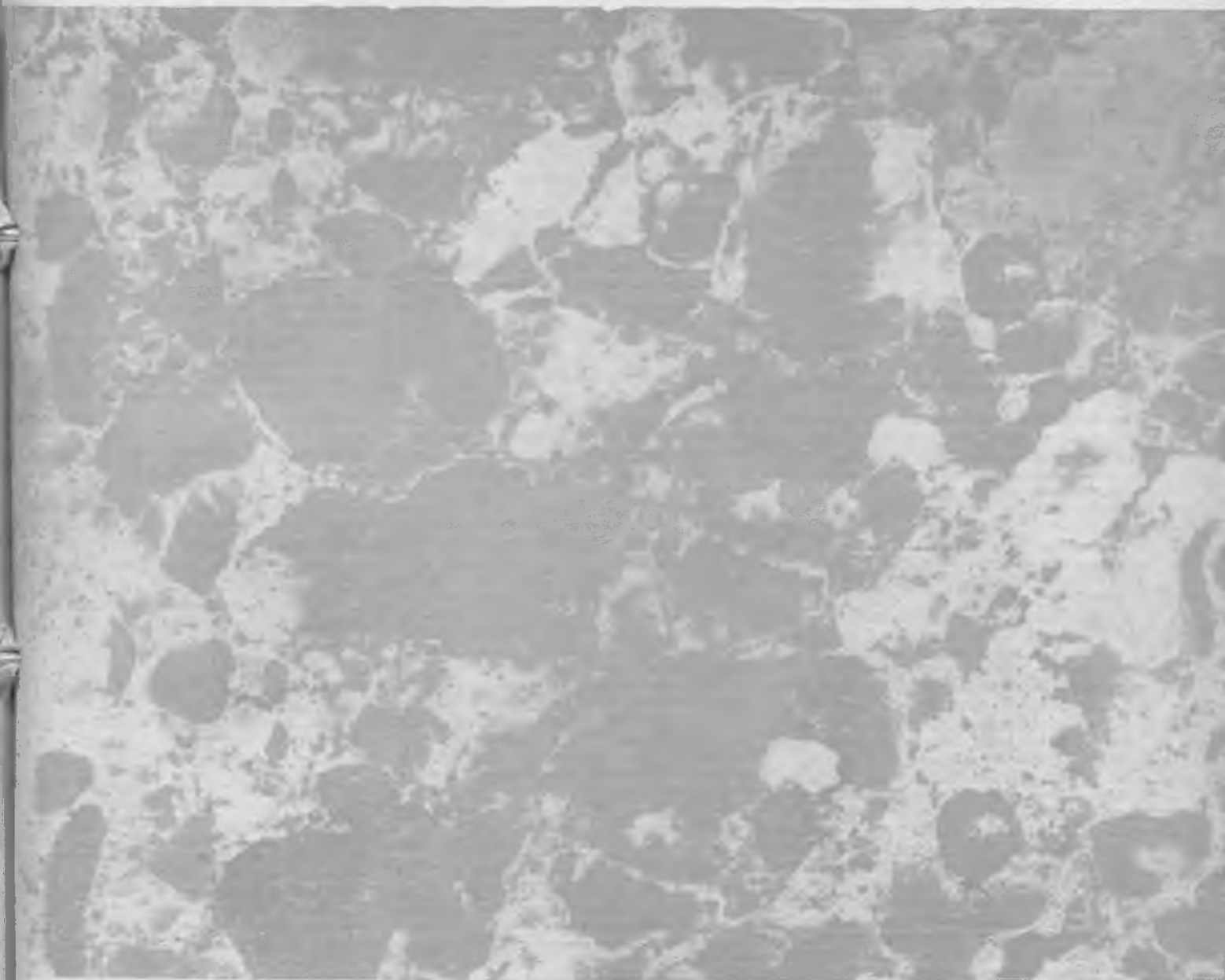


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

9
1984



Авторские свидетельства

№ 16*

№ 1089072. Е. В. Забусова, Л. С., Сигалова, В. И. Соломатов и О. Л. Фиговский. Гидропроект. **Поллимербетонная смесь.**

№ 1089220. Я. Е. Савченко, А. Б., Павлов и М. Л. Охлопков. Особое КБ Гидропроект. **Железобетонный корпус высокого давления.**

№ 17

№ 1090556. А. В. Нестеров, Л. И. Медовский, А. В. Андрейченко и А. Ф. Тупиков. КТБ Стройиндустрия. **Ударник установки для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1090557. Р. В. Крюков, М. О. Саакян, О. В. Еременко и др. ЦНИИЭП жилища. **Двухъярусная технологическая линия для производства железобетонных изделий.**

№ 1090558. А. В. Мотин, В. А. Дианов и В. Я. Коненков. Рязанский филиал КТБ Стройиндустрия. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1090559. А. А. Калачев, Н. В. Катункин, Н. А. Терещенко и др. Казоргтехсельстрой. **Форма для изготовления криволинейных изделий из бетонных смесей.**

№ 1090563. А. А. Андреев, Ю. Д. Беглов, В. М. Туркин и О. В. Шаронин. СКБ Главмосстрой. **Установка для изготовления железобетонных блоков пролетных строений мостов с кессонным перекрытием.**

№ 1090565. Л. Т. Подольский, В. Ф. Двоенко и А. В. Козлов. Росоргтехстрой. **Установка для изготовления объемных железобетонных изделий.**

№ 1090568. А. В. Палей, И. Я. Лучковский, Э. Ю. Малый и В. А. Пилипейченко. Харьковский ПромстройНИИпроект. **Устройство для плавления железобетона.**

№ 1090821. Ю. П. Булыгин. Челябинский ПромстройНИИпроект. **Железобетонная панель.**

№ 1090826. А. Л. Михлин, Б. С. Остюков и И. Н. Рубцов. НИИОСП. **Способ подведения монолитных железобетонных конструкций.**

№ 1090827. М. В. Вшивков. Красноярскгэсстрой. **Устройство для глубинного виброуплотнения бетонных смесей.**

№ 1090828. А. А. Ломанов. **Устройство для натяжения арматуры.**

№ 18

№ 1092040. В. М. Кублов и О. А. Шабалин. ПТТ по оказанию технической помощи строительству. **Карусельно-конвейерная установка для изготовления объемных железобетонных блоков типа «колпак».**

№ 1092044. Ш. Г. Гаджиев, А. В. Дмитриевский, А. Б. Мосенков и А. В. Немкевич. ВНИИЖТ. **Устройство для формования трубчатых изделий из жестких бетонных смесей с немедленной распалубкой.**

№ 1092113. О. Б. Борский, Э. С. Ритерман и С. Е. Устин. Куйбышевский филиал Гидропроект. **Бетоновод.** № 1092263. В. В. Соколов, А. М. Гуштин, А. П. Шиленков и др. ПТИ по совершенствованию организации, технологии и механизации строительства, экономики и АСУ. **Опалубка для бетонирования колонн.**

№ 19

№ 1093564. М. А. Волков и М. И. Платонов. Специализированный трест № 61 «Железобетон» Главзапстрой. **Агрегат для производства изделий из бетонных смесей.**

№ 1093565. О. Т. Гавришук и Е. И. Лутошкин. ИСиА Госстроя БССР и КТБ с опытным производством при ИСиА. **Устройство для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1093566. В. В. Метелкин и В. Н. Марычев. СКБ «Строймеханизация». **Многоместная форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1093776. А. Н. Кузин. Опытное производственно-техническое предприятие Энерготехпром. **Фиксатор арматурных стержней.**

№ 20

№ 1094742. Г. И. Амелькин, В. Г. Матвеев и В. Е. Фомин. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. **Установка для группового изготовления скатых железобетонных призматических элементов.**

№ 1094743. А. В. Яшин и В. И. Андреев. Тамбовский завод ЖБИ № 2. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1094926. И. И. Бергер, В. М. Минц, Л. Н. Рабинович и др. Гипростроммаш и ЦНИИОМТП. **Устройство для монтажа плит перекрытий зданий и сооружений, возводимых методом подъема по ядрам жесткости.**

№ 1094928. Р. А. Гершанок, Л. Б. Перлин, В. А. Клевцов и др. ПИ № 1 и НИИЖБ. **Стыковое соединение подвесных устройств с колонной.**

№ 1094929. Е. П. Гуров. ЛенЗНИИЭП. жилища. **Стыковое соединение колонны с фундаментом.**

№ 21

№ 1096108. Ю. В. Сокольский, Н. Ф. Ефремов, Е. П. Муханов и В. П. Волков. **Передающее устройство технологической линии для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1096109. М. Н. Собенников. Комбинат Братскжелезобетон. **Форма для изготовления многослойных изделий.**

№ 1096110. В. М. Скрипник и Е. Б. Терехов. ПКТБ Узводприборавтоматика. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1096112. В. М. Скрипник, Е. Б. Терехов и С. А. Павленко. ПКТБ Узводприборавтоматика. **Форма для из-**

готовления изделий из бетонных смесей с предварительно напряженной арматурой.

№ 1096113. М. Н. Собенников. **Форма для изготовления предварительно напряженных изделий из бетонных смесей.**

№ 1096114. А. М. Кимберг, Л. А. Прилуцкий, М. П. Трусковский и Н. Г. Григолия. ТблЗНИИЭП жилища. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1096115. М. С. Лебедев и А. С. Кайстриков. Гатчинский сельский строительный комбинат Главзапстрой. **Устройство для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1096116. А. И. Семенов и Ю. Н. Рябов. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1096119. Л. Г. Пилипейко. Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т организации и управления строительством. **Способ автоматического управления укладкой бетонной смеси и сыпучих материалов.**

№ 1096120. О. М. Лунин, К. В. Дмитриев, Н. В. Зуб и др. ПТПО Росоргтехстрой. **Устройство для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1096121. О. М. Лунин, Н. В. Зуб, А. И. Перетолчин и др. ПТПО Росоргтехстрой. **Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1096121. Л. М. Португальский, С. В. Бондаренко и Б. И. Ушаков. Славянский з-д строительных машин **Гравитационный бетоносмеситель.**

№ 1096245. А. Д. Осипов, А. П. Кириллов, Г. Д. Ананьев и др. Гидропроект. **Бетонная смесь.**

№ 1096246. В. С. Грызлов, С. Е. Александров, Н. Я. Спивак и др. ЦНИЛ по строительству и стройматериалам Главлипецкстроя. **Способ приготовления легковесной смеси.**

№ 1096247. Н. И. Федьнин, Н. П. Феськова и С. И. Павленко. Новокузнецкое отделение Уральского научно-исследовательского и проектного ин-та строительных материалов. **Легковесная смесь.**

№ 1096248. Т. Д. Семенова, В. Н. Россовский, Х. С. Воробьев и др. НИЛ ФХММ и ТП. **Способ приготовления легковесной смеси.**

№ 1096355. К. М. Матвеев, В. М. Безруков и А. Т. Власкин. Промстройпроект. **Железобетонная колонна.**

№ 1096356. Т. И. Баранова, Б. С. Соколов, О. В. Лаврова и И. И. Муштафин. Пензенский инженерно-строительный ин-т. **Арматурный каркас железобетонной двухветвевой колонны.**

№ 1096359. Э. П. Жигус, П. П. Кликунас, И. П. Рибокас и А. М. Зак. ПТТ Оргтехстрой Минстроя ЛитССР. **Щитовая опалубка для возведения бетонных стен с проемами.**

№ 1096360. В. И. Беляев, В. П. Колпаков, М. М. Львов и др. СКБ Мосстрой. **Опалубка перекрытий.**

№ 1096362. В. Ф. Пясецкий, Ю. С. Алексеев, В. Г. Пивень и В. З. Запкина. ЦНИИОМТП. **Пустотообразователь для изготовления железобетонных изделий.**

* См.: Открытия, изобретения, 1984.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

<i>Михайлов В. В.</i> Метод непрерывного армирования как средство автоматизации арматурных работ	2
<i>Лунин М. Г., Зайцев И. И., Бергер И. И., Караковский А. К., Блиникова С. Н., Фейгин Э. М.</i> Применение роботов для непрерывного армирования преднапряженных конструкций	4
<i>Гамбаров Г. А., Гиглевич М. Б., Фейгин Э. М., Гамбаров А. М., Подольский И. Я.</i> Конструкции из тонких непрерывно армированных пластин	6
<i>Нудель В. С., Вольф Г. А., Марков В. К., Дьяченко П. Я.</i> Заводское производство непрерывно армированных многопустотных панелей перекрытий	9
<i>Иссерс Ф. А., Карев В. И., Вершинина Н. И., Борисов В. Д.</i> Непрерывно армированные криволинейные элементы сборных элеваторных сооружений	10
<i>Альбрехт В. Г., Гетманенко О. М., Рискинд Б. Я.</i> Преднапряженные малогабаритные рамы для магистральных железных дорог	13
<i>Гитман Ф. Е., Хабаров В. В.</i> Многопустотная панель, опирающаяся по длинной стороне	15

Экономия ресурсов

<i>Токарев М. С., Суховерхов А. И.</i> Повышение эффективности использования арматурной стали класса А-Шв	17
---	----

Конструкции

<i>Родов Г. С., Лейкин Б. В., Голубенков В. А., Стерин В. С., Хромов В. М.</i> Применение сталефибробетона в забивных сваях	18
---	----

Бетоны

<i>Спивак Н. Я., Смирнов А. Е., Чемлева Т. А.</i> Конструктивный керамзитобетон для панелей внутренних стен	20
<i>Миронов С. А., Курбатова И. И., Высоцкий С. А., Сорокин Ю. В., Шевченко Г. С.</i> Свойства бетонов на алиниопортландцементях	22

Строительное производство

<i>Лагойда А. В.</i> Зимнее бетонирование с использованием противоморозных добавок к бетону	23
---	----

Вопросы экономики

<i>Ефименко А. З., Рыбко А. Н.</i> Применение ЭВМ при формировании планов выпуска изделий	26
---	----

В помощь проектировщику

<i>Гроздов В. Т., Гуков С. В.</i> Расчет прочности сжато-изогнутых элементов по наклонным сечениям	28
--	----

Библиография

<i>Гусев Б. В.</i> Полезная для строителей книга	30
<i>Баженов Ю. М.</i> Книга об эффективной технологии формования	30

Информация

Трубы большого диаметра	31
-------------------------	----

9

[354]

сентябрь 1984



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
МОСКВА

УДК 666.982.24

В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки и техники РСФСР (НИИЖБ)

Метод непрерывного армирования как средство автоматизации арматурных работ

В настоящее время достигнутый нормированный предел прочности применяемой в строительстве стальной арматуры для железобетона составляет 1950 МПа, что в 8 раз превышает предел прочности стали класса А-I (240 МПа). С увеличением прочности стали уменьшается и ее расход на изделие, и ее удельная стоимость. На графике (рис. 1) убедительно показано, как изменяются затраты железной руды, из которой выплавляется сталь, и арматурной стали при увеличении расчетного сопротивления арматуры. Дается изменение стоимости арматуры, затраченной на 1 м³ железобетонного изделия, в зависимости от ее расчетного сопротивления.

Чем больше расчетное сопротивление примененной арматуры, тем меньше ее затрачивается в железобетоне. Так, на 1000 м³ изделий арматуры класса А-I требуется 150 т, А-II — 93 т, а канатов К-7 диаметром 6 мм — 20,4 т, т. е. в 5,7 и 3,5 раза меньше. Это означает, что вместо 1000 м³ изделий с арматурой класса А-I и А-III можно изготовить соответственно 5700 и 3500 м³ изделий с канатной арматурой К-7 диаметром 6 мм.

Особенно важно, что при замене стержневой арматуры канатной или проволочной для рассматриваемых 1000 м³ изделий требуется добыть и переработать железной руды всего 64 т в натуральном выражении вместо 390 или 230 т при использовании арматуры соответственно класса А-I и А-III. Таким образом экономится соответственно 326 или 176 т руды. Высокая прочность проволочной и канатной арматуры достигается за счет присадки в шихту углерода, а не за счет легирующих добавок редкоземельных минералов, как это, например, имеет место в металле стержневой арматуры класса А-IV.

Химические составы присадок к стали (%) представлены в таблице.

Для изготовления 1 млн. т канатной арматуры вместо арматуры класса А-IV требуется затратить марганца 2,6 и хрома 0,07 тыс. т соответственно вместо 19

и 1,2 тыс. т, т. е. получить многократную экономию этих редких металлов.

Известные преимущества преднапряженного железобетона являются следствием применения высокопрочной стержневой — классов А-IV — А-VII и канатной К-7 или проволочной В-II и Вр-II арматуры, которые хотя и дороже обычной стали А-I, А-II и А-III в железобетонном изделии стоят дешевле обычной стержневой (рис. 1). Из рис.

видно, что в преднапряженном железобетонном изделии имеется выигрыш в затрате металла и в его стоимости. Это несмотря на то, что по СНиП II-21-75 коэффициент безопасности для стержневой арматуры А-I и А-III принят ниже, чем для канатной и проволочной арматуры. Поскольку в ближайшее время намечается производить канатную и проволочную арматуру с низкотемпературным отпуском, для такой арматуры рас-

Арматура	Углерод	Кремний	Марганец	Фосфор	Сера	Хром	Никель	Медь
Канатная и проволочная	0,83	0,27	0,26	0,12	0,019	0,07	0,11	0,12
Стержневая А-IV	0,26	0,7	1,9	—	—	1,2	—	—

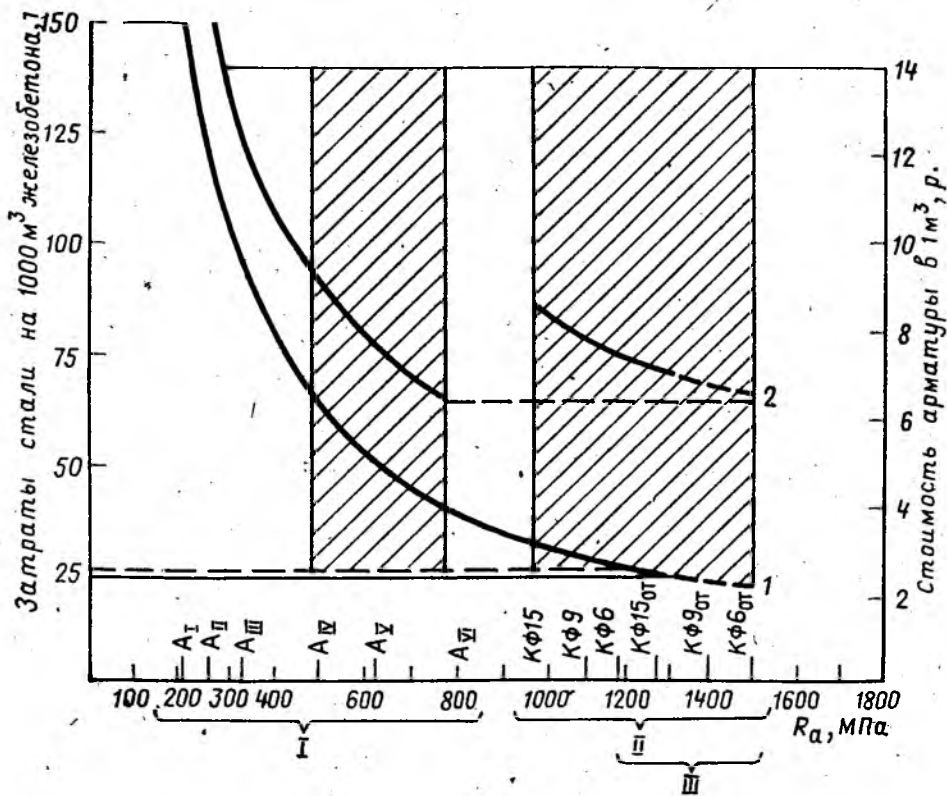


Рис. 1. Техничко-экономические особенности высокопрочной арматуры предварительно напряженных конструкций

I — стержневая арматура; II — канатная и проволочная арматура; III — арматура с низкотемпературным отпуском; 1 — затраты арматуры и железной руды; 2 — стоимость арматуры; заштрихована преднапряженная арматура

четные сопротивления могут быть повышены, а коэффициент безопасности уменьшен. Эта арматура также показана на рис. 1.

С переходом на применение высокопрочной арматуры и предварительно напряженного железобетона потребность строителей в стали значительно уменьшится (примерно на 1—2 млн. т), что означает ежегодное существенное сбережение железной руды в недрах.

Для использования тонкой проволоочной арматуры производителю сборного железобетона было необходимо проволоку или канат расправить, нарезать на отрезки заданной длины, собрать в пакеты, перенести и заправить в стенд или форму в определенном положении, надеть на концы зажимы, натянуть арматуру домкратными устройствами точно до заданного усилия и закрепить ее в зажимах. Чем тоньше и прочнее проволока и канат, тем больше кусков ее надо было перерабатывать, больше труда надо затратить для завершения арматурных работ, т. е. для получения на стенде или поддоне формы предварительно напряженного каркаса. Этим можно объяснить то обстоятельство, что в 50-е годы строители отказывались от применения эффективной арматуры, так как в эти годы ее использование было невыгодно.

Специальное производство, где можно применить только тонкую проволоку (например, заводы предварительно напряженных железобетонных шпал) использует ее до сих пор и, несмотря на большие трудовые затраты, выпускает ежегодно более 1 млн. м³ высококачественных предварительно напряженных шпал.

В настоящее время отношение к получению и применению высокопрочных сталей в строительстве должно быть кардинально пересмотрено.

Положение дел с использованием тонкой проволоки и каната сейчас уже в корне изменилось. Производители сборного железобетона все в больших количествах применяют канаты малых диаметров. Изобретен и разработан новый метод непрерывного армирования при изготовлении железобетонных предварительно напряженных изделий.

Идея непрерывного армирования потребовала создания и отработки намоточных агрегатов различного назначения, а также возможной конфигурации предварительно напряженного каркаса из проволоки или каната с размещением штырей для железобетонных изделий массового назначения. Это сплошные и многопустотные плиты перекрытий, двухосно-преднапряженные сборные панели покрытий аэродромов и дорог, предварительно напряженные малогабаритные рамы подрельсового основа-

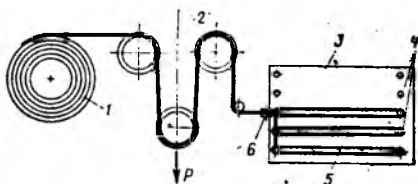


Рис. 2. Принципиальная схема агрегата непрерывного армирования
1 — заводская бухта каната; 2 — натяжное устройство; 3 — поддон; 4 — упоры; 5 — арматура, навитая на упоры; 6 — пиньоль

ния железных дорог, плиты для облицовки мелiorативных сооружений, стеновые панели промышленных и жилых зданий, криволинейные и объемные элементы силосов, напорные трубы большого диаметра, составные элементы производственных зданий из предварительно напряженных пластин и другие конструкции.

Министерства и ведомства страны заинтересованы в том, чтобы на предприятиях, производящих предварительно напряженные изделия, в автоматическом режиме получать на стендах и в формах готовые предварительно напряженные каркасы, подготовленные к обетонированию. Созданы действующие посты непрерывного армирования. Если метизная промышленность обеспечит бесперебойную поставку во все возрастающем объеме проволоки и канатов, можно говорить о реальной возможности расширения производства.

Например, была создана автоматическая стационарная намоточная машина 6281 для зарядки поддонов форм при конвейерном поточно-агрегатном производстве.

Такие автоматические намоточные посты работают на заводах ЖБИ им. Ленинского комсомола в Свердловске (два поста), в Ново-Троицке (один пост), а также на заводе «Стройдеталь № 1» в Пензе (один пост). К настоящему времени выпущено более 10 млн. м² многопустотных панелей. По сравнению со стержневым армированием получена экономия 10 тыс. т стали.

Для складирования и хранения зерна разработаны конструкции сборных предварительно напряженных круглых и коробчатых силосов, составленных из циркульных и объемных элементов, армированных канатами К-7 диаметром 6 мм. Для изготовления подобных элементов с объемными предварительно напряженными каркасами создана машина с поворотной платформой, осуществляющая скоростную намотку напряженного каркаса объемного или криволинейного элемента. В Ивантеевке, Запорожье, Гирее, Курске, Стерлитамаке и других городах осуществляется массовое производство элементов силосов с непрерывной канатной арматурой. В течение 1982 г. только на за-

водах ЖБИ треста Элеваторстройконструкция Минсельстроя РСФСР с применением арматурнонамоточных машин изготовлено конструкций более чем для 250 тыс. т емкости, что дало экономию 500 тыс. р. Изготовление стен силосов из предварительно напряженного железобетона с канатным армированием позволит на каждом миллионе тонн емкости сэкономить 5,5 тыс. т стали, 50 тыс. м³ бетона, 1,74 млн. р.

В настоящее время отработана и испытана самоходная намоточная машина 6540А для двухосной намотки канатной и проволоочной арматуры на упоры стендов. Идет подготовка к организации таких стендов на заводе ЖБИ в Рязани для изготовления двухосно-напряженных пластин, предназначенных для получения составных Т-образных плит-оболочек на пролет промышленного здания, а также линии для изготовления подрельсовых оснований в Вязьме на заводе ЖБИ.

Внедрение высокоиндустриального метода непрерывного армирования железобетонных изделий является прямым выполнением решений XXVI съезда КПСС. Необходимо проводить линию на более быстрое перевооружение производства, создание выпуска машин и оборудования, позволяющих улучшать условия труда и повышать его производительность, экономить материальные ресурсы; создавать и внедрять в производство принципиально новую технику и материалы, прогрессивную технологию; обеспечить рост выпуска машин и агрегатов большой единичной мощности и производительности, высокоэкономичного оборудования, законченных систем машин для комплексной механизации и автоматизации производства.

При проектировании различных сооружений следует шире использовать предварительно напряженные конструкции, изготавливаемые методом непрерывного армирования, а при проектировании заводов ЖБИ предусматривать применение этого метода для создания в автоматическом режиме предварительно напряженных изделий с наиболее эффективной проволоочной и канатной арматурой малых диаметров.

Минстройдормашу необходимо расширить выпуск намоточных машин всех видов и назначений, обеспечить поставку этих машин строителям в соответствии с увеличением поставок им канатной арматуры.

Госплану СССР при планировании производства арматурной стали для сборного железобетона следует всемерно способствовать существенному увеличению производства канатной и проволоочной арматуры малых диаметров, обеспечивая экономное расходование этой стали;

М. Г. ЛУНИН, И. И. ЗАЙЦЕВ, инженеры (ЗОКИО ЦНИИСК);
И. И. БЕРГЕР, инж. (Гипростроммаш); А. К. КАРАКОВСКИЙ, канд. техн. наук
С. Н. БЛИННИКОВА, Э. М. ФЕЙГИН, инженеры (НИИЖБ)

Применение роботов для непрерывного армирования преднапряженных конструкций

В машиностроении и других отраслях промышленности роботы находят широкое применение. В промышленности сборного железобетона, в частности для изготовления преднапряженных конструкций, где по некоторым причинам, особенно из-за повышенной опасности, связанной с натяжением арматуры, применение роботов крайне желательно, они до настоящего времени практически не используются.

При производстве преднапряженного железобетона особенно трудоемкими являются заготовка стержней, создание анкерных головок, раскладка стержней в форму, надвигка натяжных приспособлений, захват, натяжение и закрепление натянутых стержней на силовой форме. Это сдерживает распространение эффективных по затрате металла видов арматуры — высокопрочной проволоки и канатов.

Непрерывность и гибкость канатной и проволоочной арматуры позволяют рассматривать ее как гибкую нить, свитую в бухту, и использовать ее в производстве, не разделяя ее на отрезки-стержни.

Метод непрерывного армирования заключается в сматывании гибкой нити арматуры с заводской бухты, пропуске ее по блокам и устройствам натяжной машины и навивке уже в натянутом состоянии на упоры силовой формы или стенда.

В настоящее время разработаны и эксплуатируются на предприятиях стройиндустрии арматурно-намоточные агрегаты трех типов.

Современный арматурно-намоточный стационарный агрегат 6281 предназначен для эксплуатации на конвейерных

или агрегатно-поточных технологических линиях (рис. 1). Он осуществляет непрерывное армирование по упорам силовой формы в следующей последовательности: гибкая нить арматуры (канат или проволока) разматывается с заводской бухты, проходит через механизм подачи, натяжную станцию с грузовым устройством, распределительный блок пиноли,двигающийся вдоль моста, огибает упоры и закрепляется на них. Одновременно, когда это требуется, могут наматываться две нити с изолированных бухт.

Силовая форма установлена и закреплена неподвижно под блоком пиноли, который в заданной последовательности совершает перемещения вдоль или поперек формы.

Подача нити арматуры с заводской бухты при помощи механизма подачи и потребление ее с блока пиноли автоматизировано и синхронизировано. Величина груза на натяжной станции определяет механическую составляющую (P_m) натяжения нити (обычно для каната $\varnothing 6$ мм К-7 около 800 кг). Кроме того, используется дополнительное натяжение арматуры (P_n) от ее электронагрева непосредственно в процессе навивки до температуры 350°C и остывания арматуры после навивки в зафиксированном состоянии. В результате суммарное усилие натяжения $P_o = P_m + P_n$, принимаемое обычно равным 0,65—0,7 усилия разрыва каната.

Арматурно-намоточный агрегат 6281 представляет собой полнорценный робот, действующий в автоматическом режиме по заданной программе. Перед пуском машины специальный носитель держит

конец арматурной нити в захвате. Под агрегат по рольгангу или конвейеру подходит очередная форма-поддон и закрепляется фиксаторами, подающими одновременно команду на пуск агрегата. Пиноль начинает возвратно-поступательное движение вдоль формы, укладывая заданное число витков на первую пару упоров, со скоростью 0,6 м/с. При первом витке катушки происходит перехлест нити, благодаря чему она закрепляется и держатель начала нити автоматически освобождается. Далее продолжается автоматическая намотка на упоры, при этом счетный механизм контролирует число наматываемых витков и дает команду на переход моста с пинолью к следующей паре упоров. Когда пиноль делает последний виток катушки на последней паре упоров, с помощью гидравлического устройства осуществляется перехлест последней ветвью арматуры предшествующей нити и процесс намотки прекращается. Мост с пинолью передвигается в крайнее положение, держатель зажимает нить и производит пережог нити на отрезке между держателем и последним упором. Мост с концом нити, зажатым в держателе, возвращается в исходное положение, ожидая подхода очередной формы. Все описанные операции совершаются роботом без участия оператора.

Агрегаты 6281 нашли применение на конвейерных и поточно-агрегатных линиях производства многоспустотных панелей перекрытий на заводах ЖБИ в Свердловске, Новотроицке, Пензе. При их эксплуатации уменьшаются трудозатраты на арматурные работы в 4—5 раз при высокой стабильности достигаемого преднапряжения на заданном уровне.

Техническая документация на агрегат выполнена Гипростроммашем, а изготовлен он на заводе ЗОКИО ЦНИИСК.

В настоящее время ведется подготовка к пуску линий, оснащенных агрегатами 6281 на заводе ЖБИ в Орске и заводе КПД в Горьком.

Для изготовления конструкций с одноосным и двухосным армированием на стендовых технологических линиях предназначены агрегаты самодвижного типа (ДН-7, 6540, 3269) (рис. 2). Они движатся вдоль механизированного стенда по рельсовому пути и осуществляют продольную и поперечную навивку на упоры стенда (рис. 3).

Основными узлами самоходного агрегата являются рама на рельсовом ходу, несущая бухтодержатели, под тормаживающее устройство, электромагнитную муфту подачи, натяжную станцию с грузами, каретку с пинолью, привод перемещения каретки с пинолью, привод перед

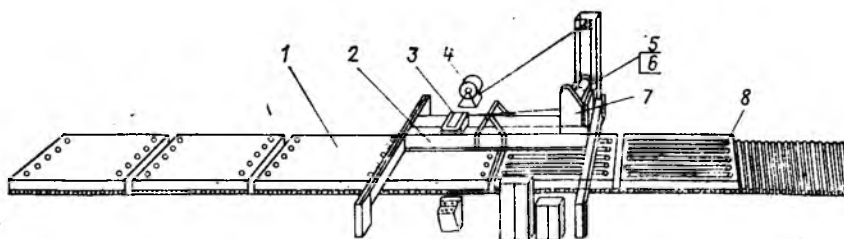


Рис. 1. Схема действия арматурно-намоточного агрегата стационарного типа

1 — силовая форма; 2 — мост; 3 — распределительный блок пиноли; 4 — бухта пряди;
5 — грузовое устройство с грузом; 6, 7 — механизм подачи; 8 — упоры

вижения агрегата, привод подъема и опускания пиноли, систему электронагрева арматуры и пульт управления.

Агрегатом управляет оператор, который, закрепив начало арматуры на стенде, осуществляет навивку каркаса по заданной схеме, при этом продольная арматура укладывается при движении агрегата вдоль стенда (скорость около 0,8 м/с), а поперечная — при движении каретки с пинолью по поперечной балке рамы агрегата (скорость около 0,5 м/с). При одновременном движении агрегата и каретки можно уложить арматурную нить по диагонали (под углом к оси стенда).

К настоящему времени на механизированном стенде НИИЖБ эксплуатируется механизированный самоходный агрегат (6540), изготовленный на ЗОКИО ЦНИИСК по чертежам Гипростромаша и смонтированный при участии НИИЖБ. Модернизация агрегата заключается в применении новой конструкции каретки с пинолью и введении автоматического режима работы для отхода пинолью упоров при поперечной навивке арматуры, что позволяет осуществлять эту операцию без продольного передвижения всего агрегата. Агрегат оснащен тиристорными преобразователями, что обеспечивает плавное изменение скорости продольного и поперечного хода.

С помощью самоходного агрегата навивают напряженные арматурные каркасы изделий различной конфигурации, включая, например, и такие сложные, как фермы с полигональным верхним поясом и с напряженным армированием всех элементов решетки и обоих поясов. К изготавливаемым на стендах конструкциям также относятся двухосные армированные дорожные и аэродромные плиты, подрельсовые основания рамного и плитного типов для железных дорог, а также длинномерные (12—24 м) тонкие гибкие плиты, одно- и двухосно армированные, которые формуют на стенде в плоском положении, а затем придают им заданную кривизну и используют в качестве облицовки каналов или в составе конструкций покрытий.

В настоящее время намечен перевод агрегата на полный автоматический режим навивки, совершенствуются отдельные узлы агрегата, в частности каретка с пинолью.

Применение модернизированного агрегата наиболее эффективно при стендовом изготовлении плитных и стержневых конструкций с двухосным армированием.

В то же время в условиях расширения стендового производства массовых плитных конструкций возникает необходимость разработки модификации самоходного агрегата, предназначенного для из-

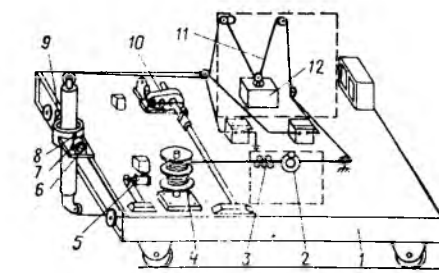


Рис. 2. Кинематическая схема самоходного арматурно-намоточного агрегата
1 — рама; 2 — электромагнитная муфта подачи; 3 — подтормаживающее устройство; 4 — бухтодержатель; 5 — привод поперечного перемещения тележки; 6 — пиноль; 7 — механизм вращения пиноли; 8 — тележка поперечного перемещения пиноли; 9 — привод подъема и опускания пиноли; 10 — привод перемещения машины; 11 — натяжная станция; 12 — груз

готовления на стендах одноосно армированных конструкций различной длины. Опыт применения стендовой технологии для выпуска массовых изделий, в том числе относительно небольшой длины, свидетельствует о том, что при этом можно существенно снизить металлоемкость оборудования (вследствие отказа от парка форм) и уменьшить отходы напрягаемой арматуры, облегчить переход от одного типоразмера изделия к другому.

Предназначаемый для этих целей самоходный арматурно-намоточный агрегат должен обладать повышенной, по сравнению с существующими, скоростью передвижения вдоль стенда — 1,5—2 м/с. При этом должен обеспечиваться плав-

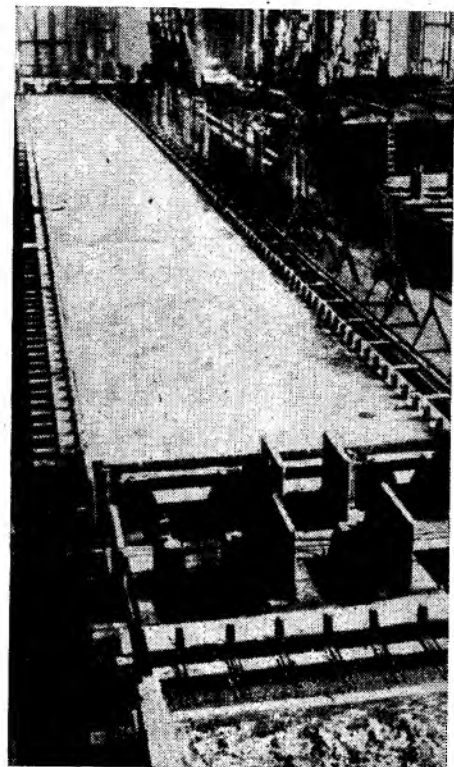


Рис. 3. Стенд для двухосной непрерывной намотки канатной или проволочной арматуры

ный набор скорости и плавное торможение при приближении к торцу стенда. Особое значение приобретает вопрос о роли грузовой натяжной станции, находящейся на шасси агрегата.

При навивке арматурная нить подвергается нагреву электрическим током (рис. 4). При односекционном нагреве арматурная нить, закрепленная на упоре В нагревается током от одного трансформатора на участке АВ, имеющем приблизительно постоянную длину (см. рис. 4). Источник нагрева непрерывно перемещается влево, длина нагретого участка БВ увеличивается. Чтобы в арматурной нити после закрепления ее на упорах было создано требуемое преднапряжение, необходимо на участке АВ несколько повысить температуру нагрева

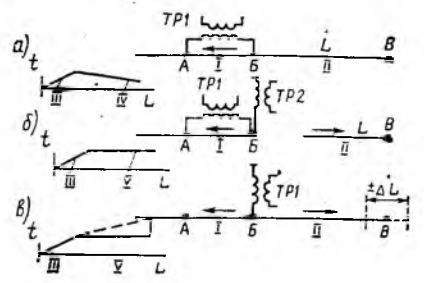


Рис. 4. Схема нагрева каната и проволоки в процессе непрерывной намотки и раскладки ее на стенде или поддоне
а — односекционный нагрев; б — двухсекционный нагрев; в — двухветвевой дополнительный прогрев
I — постоянный участок; II — переменный участок; III — нагревание; IV — охлаждение; V — дополнительное нагревание

для компенсации потерь. Это возможно в тех случаях, когда секция БВ невелика и охлаждение незначительно.

Для полной компенсации потерь применяется двухсекционный нагрев, при котором в секцию БВ включается второй трансформатор для догрева остывающей арматуры (см. рис. 4).

При двухветвевом нагреве ток от одного трансформатора идет по секциям АВ и БВ в соответствии с их проводимостями. При такой системе нагрева секция АВ рассматривается как основная, а БВ как нагреваемая дополнительно (иногда наоборот). От правильного выбора длины этих секций в значительной степени зависит равномерность нагрева арматуры по длине.

Первый и третий способы в основном применяются в стационарных агрегатах, а второй — в самоходных. При перемещении агрегата вдоль стенда контакты секций нагрева АВ и догрева БВ движутся вдоль арматурной нити. Длина секции АВ меняется незначительно, ее можно считать постоянной. Разбивая всю длину второй секции, нагреваемой от своего трансформатора, на участке по 4 м, которые машина при скорости, на-

пример 1 м/с, проходит за 4 с, получим, что первый участок находится под током 60 с каждый. Последующий участок находится под током на 4 с меньше предыдущего и следовательно нагревается меньше, (сила тока постоянна). Расчетом можно определить, как необходимо менять силу тока для обеспечения постоянной температуры нити по мере увеличения ее длины в результате движения агрегата вдоль стенда.

В НИИЖБ создается установка для дистанционного автоматического регулирования температуры нагрева непрерывной арматурной нити в диапазоне 150—350°C в процессе создания напряженного каркаса. Установка, основанная на использовании фотоэлектрического пирометра, имеет обратную связь с системой нагрева. Ее применение позволяет исключить пережог арматуры, повысить равномерность натяжения и сократить время изготовления каркасов, поскольку отпадает необходимость замера величины натяжения арматуры после ее остывания. При этом улучшаются условия безопасности работы на агрегате.

Для навивки преднапряженных каркасов объемных или криволинейных элементов емкостей, тоннелей, водоводов и т. п. разработан третий тип арматурно-намоточных агрегатов — с вращающейся платформой. Такие агрегаты применяют преимущественно для изготовления сборных конструкций стен силосов зерновых элеваторов (объемные блоки размером 3×3 м и криволинейные элементы колец диаметром 6 м). Форму для изделия устанавливают на платформу агрегата, при вращении которой на нее, как на сердечник, навивается арматура. Расположение арматуры на форме по высоте регулируется пантографом, перемещающимся по вертикальным направляющим



Рис. 5. Конструкция наклонного упора

в соответствии с заложенной программой, обеспечивающей необходимый шаг укладки арматуры.

Модернизированный агрегат с поворотной платформой, у которого грузовая натяжная станция заменена электромеханическим подтормаживающим устройством, позволяет уменьшить динамические усилия на узлы и механизмы агрегата, сделать его более компактным. Платформа агрегата дает возможность изготавливать изделия большей массы и больших габаритов, чем на прежних модификациях.

Партия таких агрегатов изготовлена на заводе ЗОКИО по чертежам ЭКБ ЦНИИСК (шифр АНМ-3,5) и к настоящему времени они эксплуатируются в составе технологических линий по выпуску элементов силосов зерновых элевато-

ров на заводах ЖБИ Минсельстроя РСФСР в Ивантеевке, Гирее, Курске, Стерлитамаке, Челябинске, Донском и Минсельстроя УССР в Запорожье. Опыт применения агрегатов с поворотной платформой свидетельствует о том, что в настоящее время для изготовления сборных преднапряженных железобетонных конструкций зерновых элеваторов метод непрерывного армирования обладает техническими и экономическими преимуществами.

Применение арматурно-намоточных агрегатов требует создания специальной номенклатуры технологической оснастки форм и стендов. В последние годы проведены работы по ее совершенствованию. Разработан способ укладки арматуры в узкие пазы форм, куда не проходит пиноль агрегата, основанный на применении наклонных упоров. Арматуру укладывают на верхнюю зону упора и затем по мере движения агрегата она перемещается вниз по наклонной образующей упора до ограничителя (рис. 5). Этот прием используют и при изготовлении плитных конструкций для обеспечения точного проектного положения навиваемой арматуры на упоре (см. рис. 5). В этом случае облегчаются требования к точной фиксации положения пинноли по высоте при обходе упоров.

Выводы

Метод непрерывного армирования преднапряженных железобетонных конструкций, осваиваемый в настоящее время на предприятиях стройиндустрии, открывает широкие возможности использования роботов, позволяющих значительно сократить трудоемкость работ, уменьшить потребность в производственных площадях, улучшить качество продукции, повысить социальную привлекательность труда.

УДК 624.012.45

Г. А. ГАМБАРОВ, канд. техн. наук (МИСИ);
М. Б. ГИТЛЕВИЧ, Э. М. ФЕЙГИН, А. М. ГАМБАРОВ, инженеры (НИИЖБ);
И. Я. ПОДОЛЬСКИЙ, канд. техн. наук (ПИ-3)

Конструкции из тонких непрерывно армированных пластин

С целью сокращения материалоемкости зданий и сооружений в настоящее время созданы железобетонные конструкции коробчатой структуры, собираемые из очень тонких преднапряженных плоских элементов ограниченного сортамента. Несущие и ограждающие конструкции зданий намечается монтировать из тонких железобетонных пластин, объединенных сваркой закладных деталей.

Высокий уровень преднапряжения бетона и ограниченная толщина пластин создают условия для их изгиба из плоскости без трещин, что дает возможность использовать их при формировании конструкций с верхними пластинами криволинейного очертания, толщина которых ограничивается двумя защитными слоями бетона и диаметром используемой продольной и поперечной арматуры.

Кроме этого, интенсивное двухосное обжатие бетона обеспечивает надежное закрепление закладных деталей в пластине и тем самым дает возможность передавать значительные сдвиговые и другие усилия с одной пластины на другую.

Ограниченная толщина пластин и метод сборки конструкций из плоских элементов существенно снижают мате-

риалоемкость и значительно облегчают транспортировку конструкций.

Первыми экспериментальными исследованиями тавровой панели-оболочки длиной 12 м, шириной 3 м, составленной из двух крупных пластин, одна из которых являлась ребром панели, а другая — ее криволинейной плитой, изогнутой при сборке, установлены высокая прочность, трещиностойкость и жесткость*.

Однако экономически эффективными конструкции из тонких железобетонных пластин могут стать только при высокой степени механизации изготовления, поскольку значительная сложность производства по частям существенно снижает эффект от сокращения материальных затрат.

Наиболее рациональным для производства арматурных работ в данном случае оказался метод непрерывного армирования, обеспечивающий предельную степень механизации изготовления каркасов тонких железобетонных пластин, армирование которых в одном или в двух направлениях вследствие их малой толщины можно осуществлять только канатной или проволоочной арматурой.

Кроме того, этот метод дает возможность использовать высокопрочные стали и точно фиксировать проектное положение арматуры относительно поперечного сечения изделий, что особенно важно при изготовлении тонких пластин. Принятый способ натяжения арматуры и ее закрепление на упорах позволяют с высокой точностью натягивать длинные и короткие элементы каркасов.

В зависимости от требований самоходные арматуранамоточные машины способны выпускать однослойные и многослойные преднапряженные каркасы различной конфигурации из непрерывной арматурной нити, закрепляемой на упорах стенда (рис. 1).

Преднапряженные каркасы для железобетонных пластин опытного образца тавровой панели-оболочки выполняли с помощью самоходной арматуранамоточной машины 6540, осуществляющей раскладку, закрепление и преднапряжение арматуры. Машина, управляемая оператором, двигалась вдоль стенда, наматывала непрерывную канатную арматуру Ø6 мм К-7 по упорам, закрепленным в торцах стенда и по его длинным сторонам. Для более точной фиксации продольной арматуры относительно поверхности стенда при изготовлении каркаса

плиты по всей его ширине в торцах были установлены планки толщиной 10 мм, на которые машина и укладывала арматурную нить. Положение поперечной арматуры фиксировали рисками, нанесенными на боковые упоры. При промышленном производстве положение арматуры фиксируют канавки с покатыми бортами, выполненными на упорах, куда соскальзывает арматурная нить в процессе изготовления каркаса. Начало и конец арматурной нити закрепляли на горце стенда с помощью клиновидных захватов.

Преднапряженный каркас плиты панели был выполнен в виде равномерной сетки из двух канатов с ячейкой 250 мм. Величина предварительного обжатия бетона составила 65—70 кг/см². Продольный преднапряженный каркас пластины, которая являлась ребром панели, представлял собой два пучка из 6 и 10 канатов, расположенных около продольной прямолинейной грани пластины. Ограниченная ее ширина не позволила разместить в пластине поперечную преднапряженную арматуру, что повлекло за собой повышенный расход стали на арматурные сетки, которые были установлены в два ряда по всей длине пластины.

На базе экспериментального стендового производства панелей перегородок в объединении Рязаньстрой возводится здание, стены и покрытие которого предполагается выполнить из разрабатываемых тонкостенных конструкций. Конструкции намечено выпускать на экспериментальной линии по производству

преднапряженных панелей перегородок завода ЖБИ № 5 объединения Рязаньстрой.

Планом работ намечалось осуществить строительство экспериментального одноэтажного неотапливаемого здания пролетом 12 м, высотой 4,2 м. Проектом предусматривается апробация в одном здании двух конструктивных решений, отличающихся в основном конструкцией стен и фундаментов.

Вариант I (рис. 2), по аналогии с распространенным в США конструктивным решением, предусматривает применение Т-образных стеновых панелей ребром наружу, на которые опираются Т-образные панели покрытия. Ребро панели покрытия устанавливается на торец ребра стеновой панели, а плита панели покрытия по короткой стороне в двух точках опирается через соединительные элементы на плиту стеновой панели. Между ребристыми стеновыми панелями устанавливаются плоские подоконные панели, над которыми образуется вертикальный световой проем. Несущие стеновые панели устанавливают на плоские фундаментные плиты и закрепляют тремя болтами.

Вариант II (см. рис. 2) предусматривает применение П-образных несущих стеновых панелей и соединенных с ними внахлест плоских стеновых панелей со световыми проемами. Как и в варианте I, на торцы ребер стеновых панелей устанавливают Т-образные панели покрытия, плиты которых опираются короткой стороной на плиты двух смежных стеновых панелей. Такое конструктив-

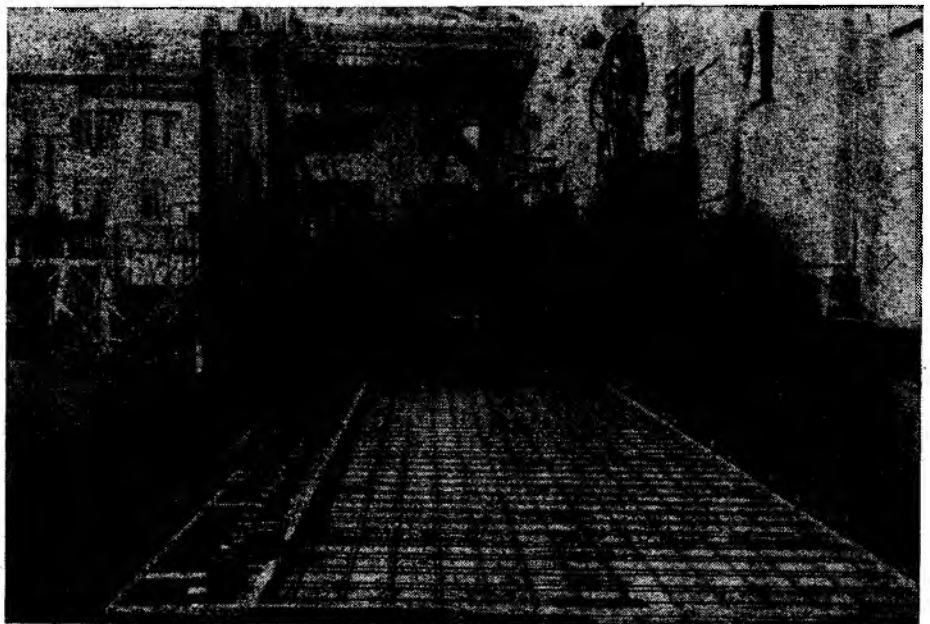


Рис. 1. Двухосный преднапряженный арматурный каркас плиты панели покрытия, изготовленный самоходной арматуранамоточной машиной 6540 на механизированном стенде НИИЖБ

* Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б. Сборная панель покрытия из тонких предварительно напряженных пластин. — Бетон и железобетон, 1981, № 7.

ное решение обеспечивает снижение трудозатрат при возведении здания, поскольку вдвое сокращается число стеновых панелей, требующих выверки, а заделка и герметизация вертикальных швов между стеновыми панелями осуществляется непосредственно в процессе монтажа плоских стеновых панелей. При этом повышается пространственная жесткость здания. Стойки стеновых панелей заземляются в стаканах фундаментов, а плиты опираются на верхнюю грань фундаментов.

Расчетная схема поперечника принята в виде стоек, жестко заземленных в фундаменте, и шарнирно опирающихся на них панелей перекрытия. Расчетная

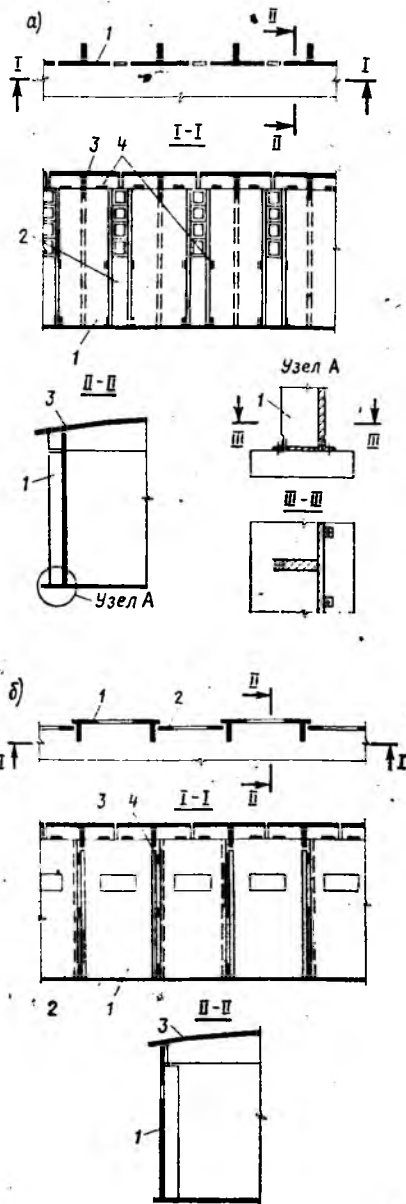


Рис. 2. Схема экспериментального здания из Т-образных панелей перекрытия и стеновых панелей различной конструкции
а — вариант I; б — вариант II; 1 — Т- или П-образная стеновая панель; 2 — стеновая панель без ребер; 3 — Т-образная панель перекрытия; 4 — закладные детали

Таблица 1

Конструкция	Расход материалов на конструкцию	
	бетона, м ³	стали, кг
П1-А1У 3×12 -1 (серия 1.465-3)	2,3	233
Т-образная панель перекрытия	1,56 (1,67)*	130,8 (140)

* В скобках приведен расход материалов, пересчитанный для ширины плиты 3 м.

Таблица 2

Сопоставляемые здания	Расход материалов на 1 м ² площади	
	бетона, м ³	стали, кг
Экспериментальное	0,08	7,33
Из типовых конструкций:		
с плитами 3×12 м и балками 12 м	0,141	12,4
с плитами 3×12 м и балками 6 м	0,136	10,2

схема здания в продольном направлении принята в виде стоек, жестко заземленных в фундаментах и соединенных между собой диафрагмами жесткости в виде плит стеновых панелей.

Панель перекрытия, принятая в основном по аналогии с испытанной в НИИЖБ, состоит из ребра высотой 400—900 мм, толщиной 60 мм, а также плиты параболического очертания толщиной 32 мм, длиной 12 м, шириной 2,8 м (ширина плиты принята 2,8 м вместо 3 м исходя из габаритов действующего экспериментального стенда).

Плита панели и ребро, так же как и в опытно образце, объединяются между собой сваркой закладных деталей.

Из табл. 1 видно, что по расходу материалов экспериментальные Т-образные панели перекрытия более эффективны, чем типовые (серия 1.465-3).

Стеновые панели толщиной 32 мм состоят из стоек сечением 250×80 мм, армированных 4Ø6 мм К-7. Связь между стойками и плитами панели принята по аналогии со связями ребра и плиты панелей перекрытия. Шаг между связями определяли исходя из влияния плиты на устойчивость гибкой стойки, при этом работу стойки принимали аналогичной работе стержня в упругой среде, отпорность которой определяли с учетом ослабления плиты оконными проемами и присоединения плиты к одной грани стойки.

Совместную работу стойки с плитой учитывали только при расчете из плоскости рамы, в плоскости рамы все усиления воспринимаются только стойкой.

Оценку эффективности предлагаемого конструктивного решения проводили при сопоставлении расхода материалов на 1 м² площади с соответствующими показателями двух зданий-аналогов из типовых конструкций. В первом применены плиты покрытия размером 3×12 (серия 1.865-4), установленные по балкам пролетом 6 м (2563-Э-74). Стойки в обоих вариантах приняты по серии 1.423-3, стеновые панели — по серии 1.432-5.

Из табл. 2* видно, что предлагаемое конструктивное решение здания обеспечивает значительное снижение расхода материалов.

Выводы

Конструкции из тонких преднапряженных железобетонных пластин, изготавливаемых методом непрерывного армирования, и новая технология их производства из отдельных плоских элементов обеспечат резкое снижение материалоемкости несущих и ограждающих частей зданий, сокращение трудозатрат на их изготовление, транспортировку и монтаж.

Метод непрерывного армирования существенно упрощает основные виды арматурных работ по производству тонких преднапряженных пластин, обеспечивает высокую производительность труда, а также даст возможность существенно повысить механизацию и автоматизацию изготовления преднапряженных арматурных каркасов.

Новые книги

Гольшев А. Б., Полищук В. П., Руденко И. В. Расчет железобетонных стержневых систем с учетом фактора времени. — Киев: Будівельник, 1984.

Бондаренко В. М., Судницын А. И. Расчет строительных конструкций. Железобетонные и каменные конструкции. Учеб. пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1984.

Оборудование для производства арматурных работ на предприятиях стройиндустрии: Справочник/Г. Н. Собко и др. — Киев: Будівельник, 1984.

Любарский А. Д. Технология и организация строительного производства. Учеб. для техникумов: 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1984.

В. С. НУДЕЛЬ, инж. (Свердловский завод ЖБИ); Г. А. ВОЛЬФ, инж. (Новотроицкий з-д сборного железобетона);
В. К. МАРКОВ, инж. (Пензенский з-д «Стройдеталь» № 1);
П. Я. ДЬЯЧЕНКО, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Заводское производство непрерывно армированных многопустотных панелей перекрытий

Для экономии арматурной стали в промышленности сборного железобетона в пятидесятых годах начал широко внедряться преднапряженный железобетон. Для натяжения арматурных стержней был разработан электротермический метод.

Эта технология в начальный период развития производства преднапряженного железобетона была прогрессивной, т. к. не требовала больших капитальных вложений, сложного нестандартного оборудования и высококвалифицированных кадров. Однако электротермический метод натяжения имеет существенные недостатки: требует больших затрат ручного труда, обладает чрезвычайно низким КПД использования расходуемой электроэнергии, не обеспечивает требуемой точности величины усилия натяжения арматуры, ориентирован на применение только стержневой, а не высокопрочной проволочной и канатной арматуры.

На некоторых заводах ЖБИ совместно с НИИЖБ и Гипростроммашем внедрена более эффективная технология изготовления преднапряженного железобетона — метод непрерывного армирования с помощью арматурно-намоточных агрегатов.

На заводах ЖБИ им. Ленинского комсомола в Свердловске, заводе сборного железобетона в Новотроицке, заводе «Стройдеталь» № 1 в Пензе 1960—1970 гг. организованы специализированные технологические линии по выпуску преднапряженных непрерывно армированных панелей перекрытий, одного из самых массовых изделий в номенклатуре сборного железобетона.

Линии оснащены арматурно-намоточными агрегатами стационарного типа, изготавливаемыми заводом ЗОКИО ЦНИИСК по рабочим чертежам Гипростроммаша (проект 6281).

Техническая характеристика агрегата	
Размеры изделий, мм	
длина	3500—6800
ширина	4500
Наматываемая арматура	канат Ø 6 мм К-7
Скорость намотки, м/с	
вдоль формы	0,6
поперек формы	0,1
Высота подъема линоли, мм	200
Установленная мощность электродвигателей, кВт	45
трансформатора нагрева, кВ·А	72
Способ натяжения арматуры	комбинированный, электромеханический
Температура электронагрева арматуры, °С	до 350
Годовая потребность каната для производства 60 тыс. м ³ изделий, т	1000
Габариты машины, мм	
длина	11 150
ширина	до 5900
высота от уровня пола	2840

Достоинство технологии непрерывного армирования заключается в том, что гибкая тонкая высокопрочная арматурная нить транспортируется с метизного завода на завод ЖБИ в бухтах длиной до 10—12 тыс. м, которые легко пере-

мешаются краном, не требуют много места для складирования и поступают непосредственно на формовочную линию, минуя арматурный цех. Для переработки арматуры не требуется резать ее на мерные куски, заготавливать и насаживать шайбы, устраивать на их концах анкеры. Нить под натяжением груза поступает непосредственно в машину, подвергается там электронагреву и укладывается по упорам. Методом непрерывной намотки обеспечивается требуемая величина силы натяжения каната независимо от точности установки на поддоне упоров. Все эти операции выполняются под наблюдением одного оператора.

Использование технологии непрерывного армирования на конвейере № 1 на Свердловском заводе ЖБИ при годовом объеме производства 60 тыс. м³ многопустотных панелей позволило сэкономить 600 т стали, снизило расход электроэнергии на 27%, трудозатрат на 8300 чел.-ч.

После освоения агрегата 6281 на конвейере № 1 была установлена такая же машина на конвейере № 4. В настоящее время две машины обеспечивают годовую выпуск 150 тыс. м³ многопустотных панелей перекрытий.

По сравнению с электротермическим натяжением арматурных стержней технология непрерывного армирования с электротермомеханическим способом натяжения арматуры менее энергоемка.

Нагрев стержней требует повышенного расхода энергии, т. к. они обладают большой массой и поверхностью излучения. Стержни необходимо нагревать до температуры 300—350°C для получения

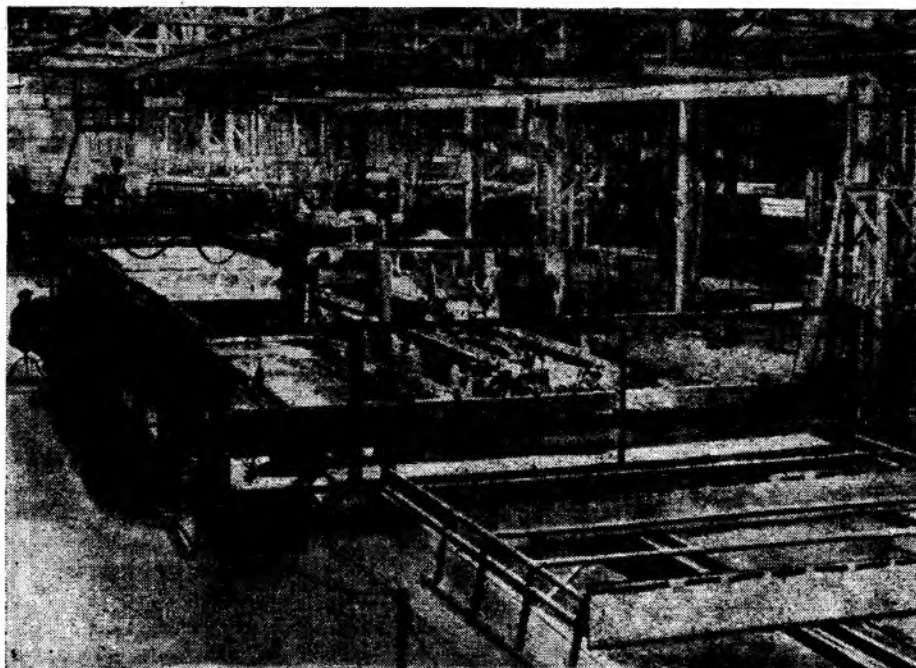


Рис. 1. Намоточная машина на конвейерном производстве завода ЖБИ им. Ленинского комсомола.

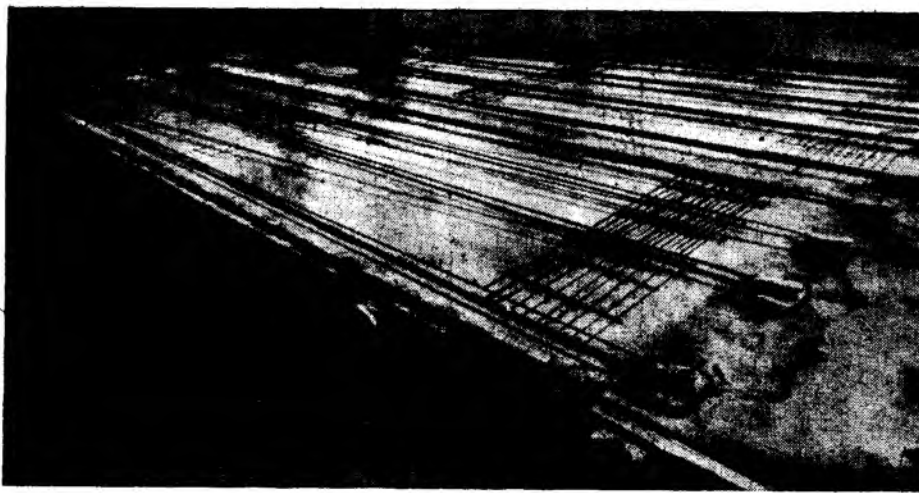


Рис. 2. Поддон с упорами, на котором навита напряженная арматура

дополнительной деформации между анкерами, необходимой для укладки стержней на упоры.

При непрерывном армировании натяжение арматуры осуществляется комбинированным электротермомеханическим способом — под действием груза до 30—40%, от номинального натяжения и остатальное вследствие температурной деформации арматуры, подогретой до $t = 300...350^{\circ}\text{C}$ и зафиксированной в таком состоянии на упорах поддона.

Важнейшим преимуществом метода непрерывного армирования является точная фиксация положения напряженной арматуры на упорах, чем обеспечивается строго заданная толщина защитного слоя.

Точная фиксация рабочей арматуры

производится автоматически скольжением ее по наклонной плоскости опорной части упоров, расположенной под углом 60° к поверхности поддона. На одном конвейере можно изготавливать панели перекрытий под различную нагрузку, имеющие неодинаковое количество арматуры в сечении. В этом случае оператор переключает задатчик программы.

На Свердловском заводе ЖБИ установлены две арматурно-намоточные машины, работающие на двух широких конвейерах формовочного цеха. На одном поддоне изготавливают одновременно панели длиной 6 м, шириной 2,6 (для домов серии I-468, а затем блок-секции I-141CB) шириной 1,5 м (для жилых

домов серии I-141-Г, а затем блок-секции I-141CB $l=5,8$ м). На Новотроицком заводе сборного железобетона и Пензенском заводе «Стройдеталь» № 1 установлены по одной машине в агрегатно-поточном производстве для выпуска панелей по серии I-141-1 длиной 6—6,3 м, шириной 1,5 м. В результате применения высокопрочной арматуры ее расход снижается по сравнению с арматурой классов Ат-IV и Ат-V в 1,5 раза и более.

Следует также иметь в виду, что многослойные панели перекрытий рассчитаны на недопущение трещин при нормативной нагрузке. Это подтверждается неоднократными заводскими испытаниями.

Панели, армированные стержневой арматурой, проектируют с допущением трещин, что снижает жесткость и оказывает влияние на звукопроводность. К сожалению эти обстоятельства не учитываются при определении технико-экономических показателей.

Выводы

Применение при изготовлении преднапряженных железобетонных панелей перекрытий метода непрерывного армирования, осуществляемого арматурно-намоточным агрегатом 6281 и использование каната $\varnothing 6$ мм К-7 позволяет автоматизировать процесс армирования, снизить трудоемкость арматурных работ, уменьшить расход напряженной арматуры и электроэнергии, обеспечивает трещиностойкость, повышает жесткость конструкций.

УДК 631.243.24

Ф. А. ИССЕРС, канд. техн. наук (НИИЖБ), В. И. КАРЕВ (ЦНИИПромзернопроект), Н. И. ВЕРШИННИНА, В. Д. БОРИСОВ, инженеры (НИИЖБ)

Непрерывно армированные криволинейные элементы сборных элеваторных сооружений

В элеваторостроении для создания преднапряженных конструкций преимущественное применение нашел метод непрерывного армирования. Механизированная раскладка и натяжение проволоки класса Вр-II диаметром 4—5 мм и канатов К-7 диаметром 6 мм используются при массовом изготовлении элементов силосов объемно-блочных конструкций размером в плане 3×3 м и цилиндрических силосов диаметром 6 м.

Одно из направлений совершенствования конструкций стен силосов связано с укрупнением сборных элементов. В настоящее время на ст. Долинская (Кировоградской обл.) заканчивается строительство полносборного элеватора, рабочие здание которого выполняются из трех криволинейных элементов. За счет их укрупнения число монтажных единиц уменьшено на 33%, расход стали сокращен на 15% по сравнению с расходом

стали на кольца, имеющие четырехэлементную разрезку.

Расчет стен силосов выполнен с учетом перевязки вертикальных швов через ряд. Сечение бетона и преднапряженной арматуры принято из условия обеспечения закрытия трещин при напряжениях на наружной поверхности элементов 1 МПа.

Сборные элементы представляют собой преднапряженные сегменты кругового очертания с внутренним радиусом 2880

мм и центральным углом 120° (рис. 1). По проекту их армируют 24 канатами класса К-7 диаметром 6 мм, которые равномерно распределяются по высоте сечения. Канаты натягивают на бетонные упоры сечением 66×66 мм и длиной 220 и 295 мм, соединенные между собой проволокой класса Вр-I и расположенные по периметру элемента в шахматном порядке. Таким образом элемент получает центральное обжатие сечения по всей длине, обеспечивается надежное сцепление упоров с бетоном.

Контролируемое напряжение в канатах принято 890 ± 50 МПа, при этом обжатие бетона составляет 4 МПа. Бетон элементов и упоров принят марки М400. Криволинейные элементы соединяются на монтажной площадке в кольцо сваркой внахлестку трех закладных деталей из Ст.3 сечением $0,6 \times 150$ мм, выступающих из торцов. Анкеровка пластин обеспечивается приваркой к ним арматурных стержней из стали класса А-III диаметром 14, длиной 800 мм. По вертикали закладные детали объединяются в плоский каркас двумя стержнями из проволоки класса В-I диаметром 5 мм. Для повышения надежности анкеровки натягаемой арматуры в торцовых участках элементов устанавливаются три поперечные сетки с шагом 100 мм из проволоки класса В-I.

При изготовлении элементов на Запорожском заводе ЖБК РПО Укрсельстройиндустрия для раскладки и натяжения арматуры применялась арматурно-намоточная машина АНМ-3,5. Ее отличительная особенность от применявшихся ранее заключается в более высокой грузоподъемности и способе создания механической составляющей усилия натяжения. Система тормозов, через которую проходит гибкая арматура, обеспечивает постоянное механическое натяжение каната, равное 20% общего натяжения. Агрегат позволяет осуществлять по нескольким программам раскладку арматуры при различных скоростях ее подачи, что обеспечивает изготовление изделий различных размеров и форм без дополнительной переналадки.

Последовательность изготовления трехэлементных колец аналогична изготовлению четырехэлементных. Весь цикл наливки, включая подготовительные операции, не превышает 13 мин.

Прочность, жесткость и трещиностойкость конструкции проверялись при экспериментальных исследованиях четырех колец. Кольца ЭКП-1 собирались из криволинейных элементов, армированных по проекту, в других объем преднатяженной арматуры был уменьшен на 25—

Марка кольца	Число напрягаемых канатов	σ_0 , МПа	R_0 , МПа	R_c , МПа	$\frac{N_{оп\ разр}}{N_{расч\ разр}}$	$\frac{M_{яв}}{M_t}$
ЭКП-1	24	968,0	35,4	35,8	1,02	0,74
ЭКП-2	16	972,1	35,4	35,8	—	1,03
ЭКП-3	18	951,3	31,4	36,0	1,04	0,95
ЭКП-4	18	970,9	31,4	37,8	1,04	1,03

30% (см. таблицу). В двух кольцах (ЭКП-3 и ЭКП-4) по предложению Запорожского завода ЖБК были примене-

ны упоры, изготавливаемые экструзионным способом, с ребристой поверхностью для лучшего сцепления с бетоном.

Испытания осуществляли при помощи пневматической установки осесимметричным горизонтальным давлением четырьмя пневмокамерами. При оценке деформативности колец за счет разности горизонтального равномерно распределенного давления во взаимно перпендикулярных пневмокамерах создавалось внецентренное растяжение конструкций с расчетным соотношением между продольной силой и изгибающим моментом. Прочности стыковых сопряжений в соответ-

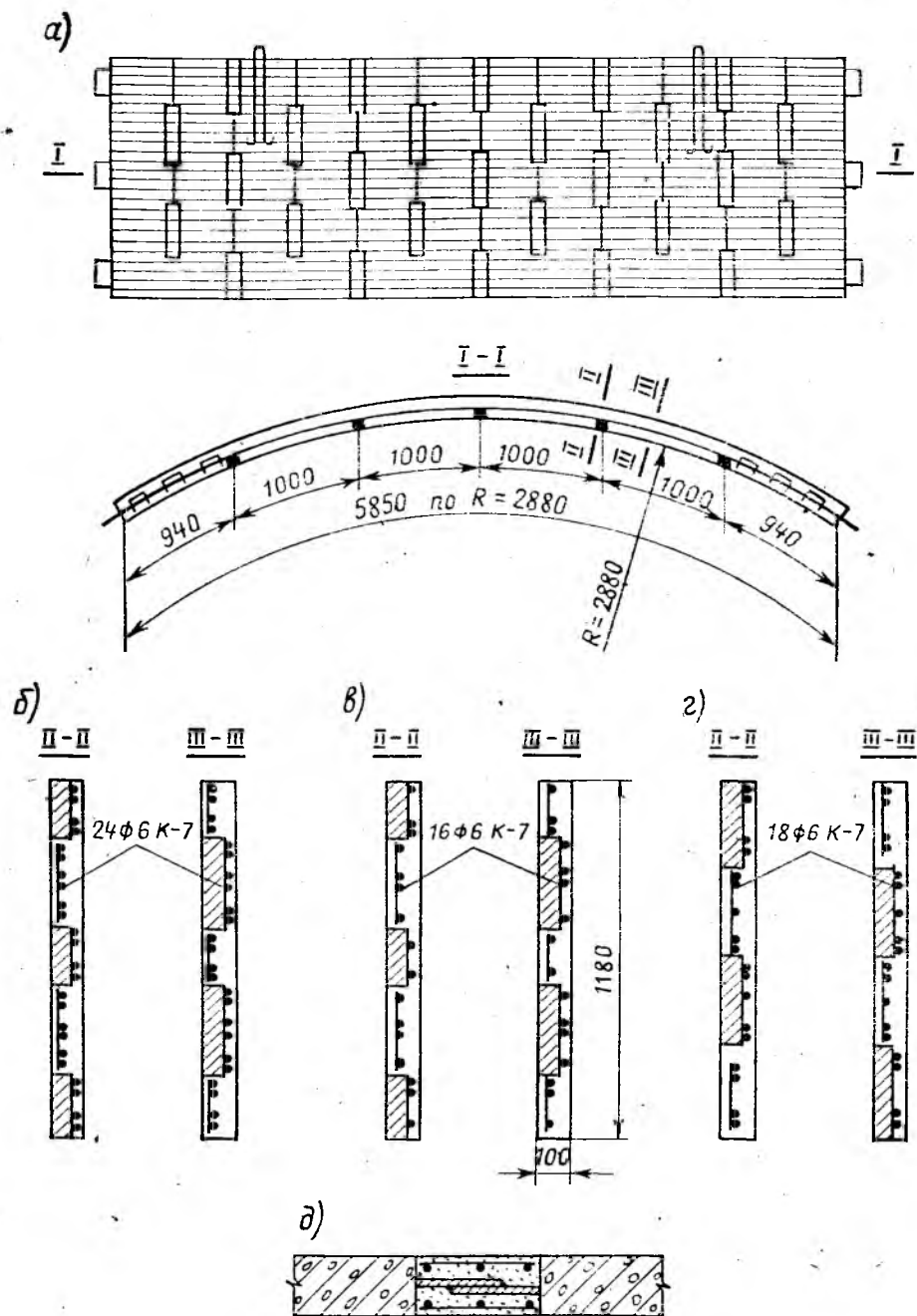


Рис. 1. Криволинейные элементы колец (трехэлементной разрезки) а — преднатяженный криволинейный элемент; б — г — сечения элементов с 24, 16 и 18 канатами класса К-7; д — схема стыкового сопряжения

ствии с расчетом проверялись на центральное растяжение путем равномерно распределенного давления во всех пневмокамерах.

При максимальной нагрузке 120 кН/м^2 , превышающей расчетную в 1,7 раза, напряжения в стальных соединительных пластинах составили $0,7 R_a$, а в анкерующих стержнях у торцов элементов превысили предел текучести. Нарушений анкеровки закладных деталей не было обнаружено, втягивания преднапряженной арматуры не происходило. В пролетных сечениях элементов при раскрытии трещин около $0,5 \text{ мм}$ бетонные упоры не разрушались и не смещались из плоскости элементов. Опытная и расчетная предельная нагрузки удовлетворительно согласуются между собой.

При испытании кольца ЭКП-4 до расчетной нагрузки проверялись прочность упрощенного стыкового соединения между сборными элементами. В расчетах колец площади преднапряженной арматуры принимались из условия обеспечения трещиностойкости перевязанного сечения, состоящего из железобетонного сечения элемента и металлического стыка. С учетом этого при испытании кольцевые элементы соединяли стяжкой металлических пластин болтами. Прочность стыка, после преодоления трения от усилий затяжки болтов обеспечивается их работой на срез или смятие пластин. Испытания показали, что такое решение обеспечивает прочность стыков, однако их деформативность в этом случае выше, чем при сварке закладных деталей. В натурных сооружениях за счет перевязки вертикальных стыков можно существенно уменьшить деформации, что подтверждается расчетом комплексного сечения.

На деформации и распределение внутренних усилий в тонкостенных кольцевых элементах существенное влияние оказывает даже небольшой по величине изгибающий момент. Теоретическое значение усилий и деформаций в трехэлементных кольцах определялись их расчетом на неравномерно распределенное по периметру кольца осесимметричное давление при различных соотношениях между жесткостями основного сечения и стыкового сопряжения. За счет изменения этого соотношения от 1 до 250 максимальные деформации и изгибающий момент увеличиваются в 2 раза (рис. 2).

Опытные значения радиальных дефор-

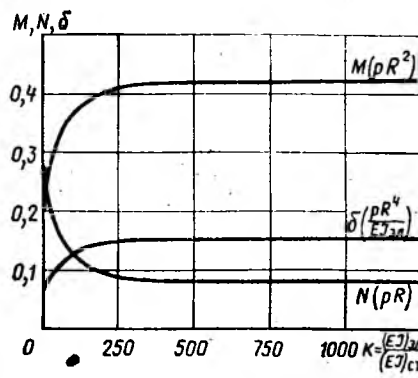


Рис. 2. Усилия и радиальные перемещения в кольце при различных соотношениях жесткостей стыков и элементов

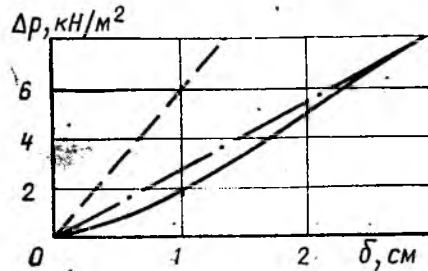


Рис. 3. Радиальные перемещения в опытных кольцевых элементах
 опытные средние радиальные перемещения; - - - - - расчетные перемещения при $K=1$; ——— расчетные перемещения при $K > 250$

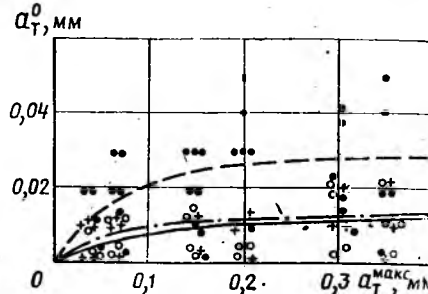


Рис. 4. Остаточное раскрытие трещин в опытных кольцевых элементах
 $\sigma_6^{3.T} = 0$; - - - - - $\sigma_6^{3.T} = 0,5 \text{ МПа}$;
 ——— $\sigma_6^{3.T} = 1 \text{ МПа}$

маций при постоянной жесткости сечения отличаются от расчетных в 2—4 раза в зависимости от величины изгибающего момента. При соотношении жесткостей основного сечения и стыка более 250 эта разница при нормативной нагрузке не превышает 15% (рис. 3). Отличие опытного значения радиальных перемещений от расчетного связано с точностью из-

мерения нагрузки: отклонение давления в отдельных камерах на 1—3% при различных ее уровнях вызывает дополнительные перемещения до 5 мм.

Ширина раскрытия трещин оценивалась по результатам испытаний колец ЭКП-2, ЭКП-3 и ЭКП-4. В повторных нагружениях все трещины при длительно действующей нормативной нагрузке оставались закрытыми, а при полной нормативной нагрузке их раскрытие зависело от первоначального раскрытия в первом нагружении и не превышало $0,05\text{—}0,12 \text{ мм}$. Трещины образовались в сечениях, расположенных между бетонными упорами.

Опытная ширина их раскрытия с обеспеченностью $+1,64$ стандарта ниже расчетных значений, определенных по формуле (138) СНиП II-21-75, что связано с конструктивными особенностями сечений и характером действующих усилий.

При нагрузке замеряли ширину раскрытия трещин на этапах, соответствующих напряжениям в бетоне внешней грани элементов, равным 0, 0,5 и 1 МПа. Остаточная ширина раскрытия трещин зависела от их максимального раскрытия и уровня напряжений в бетоне растянутой грани. При напряжениях, равных 0,5 и 1 МПа, остаточная ширина раскрытия трещин практически одинакова: трещины с раскрытием до 0,2 мм имели остаточную ширину раскрытия не свыше 0,01 мм, а при раскрытии 0,3—0,35 мм — 0,02 мм. При напряжениях в бетоне, равных нулю, остаточное раскрытие трещин несколько выше: при $a_T^{\text{макс}} < 0,15 \text{ мм}$ a_T^0 составила 0,03 мм, а при $a_T^{\text{макс}} = 0,15\text{—}0,35 \text{ мм}$ максимальное значение a_T^0 было равно 0,05 мм (рис. 4).

Выводы

Подтверждены техническая, возможность и экономическая целесообразность применения для элеваторных сооружений железобетонных колец диаметром 6 м, собираемых из трех криволинейных преднапряженных элементов, изготавливаемых методом непрерывного армирования.

Исследованиями установлено, что при расчете криволинейных сегментов до закрытию трещин величину сжимающих напряжений в бетоне следует принимать равной 0,5 МПа. Это позволит сэкономить 25—30% канатной арматуры без снижения эксплуатационной надежности конструкции.

В. Г. АЛЬБРЕХТ, д-р техн. наук (ВНИИЖТ); О. М. ГЕТМАНЕНКО, канд. техн. наук (НИИЖБ); Б. Я. РИСКИНД, канд. техн. наук (Минстройматериалов СССР)

Преднапряженные малогабаритные рамы для магистральных железных дорог

В решениях XXVI съезда КПСС указано, что в текущей пятилетке необходимо успешно решить проблему транспорта, для чего на железнодорожном транспорте следует осуществлять техническое перевооружение, обеспечить дальнейшее увеличение провозной и пропускной способности железных дорог на грузонапряженных направлениях.

Одним из главных направлений решения этой важной народнохозяйственной проблемы является создание эффективных железобетонных конструкций подрельсового основания железных дорог. Использование железобетонных конструкций, обеспечивающих стабильный устойчивый путь с малыми просадками, создаст реальные условия для снижения затрат на текущий ремонт и содержание пути и, как следствие, сокращения простоя грузового и пассажирского транспорта.

В настоящее время на дорогах МПС эксплуатируется около 54 тыс. км бесстыкового пути на железобетонных шпалах. Эта конструкция обеспечила комфортабельность движения, существенное снижение основного удельного сопротивления движению поездов, а также экономию электроэнергии и дизельного топлива, сокращение одиночного выхода рельсов из-за дефектов. Однако добиться уменьшения затрат на текущее содержание пути по сравнению с затратами при звеньевом пути на деревянных шпалах не удалось. Это объясняется тем, что железобетонная шпала повторяет форму деревянной шпалы, а из-за жесткого контактирования бетона со щебнем теряются те преимущества, которые связаны с заменой звеньевом пути длинными сварными плетями [1].

Форма деревянной шпалы обусловлена формой древесины, из которой она выпиливается. Из железобетона представляется возможным создать более совершенное подрельсовое основание.

Учитывая наличный парк путевых машин тяжелого типа, НИИЖБ совместно с ЦНИИ МПС разработали конструкцию малогабаритной рамы (МГР)

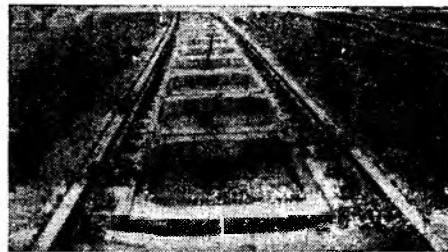


Рис. 1. Опытный магистральный путь из малогабаритных рам

(рис. 1), имеющую массу, практически совпадающую с массой подрельсового основания 2000 железобетонных шпал на 1 км пути (табл. 1). Как показали эксплуатационные испытания на дорогах, интенсивность накопления остаточных деформаций пути на малогабаритных рамах в 2—3 раза меньше, чем на железобетонных шпалах (табл. 2). Разброс цифр для одного и того же типа пути объясняется влиянием осевых нагрузок, скоростей движения, качества щебня, которые были неодинаковы на различных опытных участках.

Таблица 1

Изделие	Габаритные размеры (длина × ширина × высота), м	Расход бетона на 1 пог. м пути, м ³	Масса изделия, кг
Железобетонная шпала	2,70 × 0,275 × 0,193	0,24	265
Малогабаритная рама	2,46 × 2,26 × 0,21	0,22*	1450

* При 2000 шт/км.

Таблица 2

Сварные плети	Средняя интенсивность накопления остаточных деформаций, мм/млн. т брутто	
	на железобетонных шпалах	на МГР
Бесстыкового пути с рельсами Р65 Зоны стыков уравнительных пролетов	0,04—0,12	0,02—0,05
	0,15—0,60	0,06—0,20

Как показали испытания, значительное снижение остаточных деформаций пути на малогабаритных рамах объясняется рядом факторов. Рамы имеют в 4—5 раз большую, чем одиночная шпала, массу, и, как следствие, уровень вибрации балласта в основании существенно снижается. Поворот рамы при изгибе рельса под поездом в 3—4 раза меньше, чем одиночной шпалы, а длина периметра изделия, вдоль которого в основании возникают наибольшие напряжения, отнесенная к 1 пог. м пути, у малогабаритной рамы более чем в 2,5 раза меньше чем у железобетонных шпал.

Помимо резко сниженных остаточных деформаций путь на малогабаритных рамах имеет более равномерную по длине осадку, что также положительно сказывается на объемах выправочных работ. При столь небольших остаточных деформациях выправку пути в профиле между ремонтами можно выполнять практически только за счет регулировочных карточек, не трогая щебеночного основания [2, 3].

Большая стабильность бесстыкового пути на малогабаритных рамах в горизонтальной плоскости после правильной укладки в плане практически исключает возможность нарушения его устойчивости.

Малогабаритная рама для подрельсового основания — это железобетонная конструкция, преднапряженная в двух направлениях, размерами в плане 2460 × 2256 мм и высотой в подрельсовой части 200 мм. Ширина лежневых частей, вдоль которых укладываются рельсы, 600 мм, ширина поперечин 300 мм. Одна рама заменяет 4—5 шпал. На каждом ложне рамы по четыре опоры с расстоянием между ними 625 мм. Рельсы крепят к опорам при помощи раздельных болтовых креплений. Бетон шпалолежневой — марки М 500. Рама армирована проволокой Вр-II диаметром 5 мм (расход на раму 46,17 кг) либо канатами К-7 диаметром 6 мм (расход на раму 44,2 кг). Расход бетона на 1 пог. м пути составляет 0,22 м³. Масса рамы 1450 кг.

Конструкция малогабаритной рамы предусматривает армирование значительным количеством напряженных нитей в двух направлениях и на различной высоте, поэтому механизированный способ ее армирования является единственно приемлемым и наиболее эффективным. Расчеты показали, что использование самоходной арматурно-намоточной машины (рис. 2) при изготовлении малогабаритных рам более чем в 10 раз снижает трудоемкость армирования изделий, на 30% полную трудоемкость из-



Рис. 2. Навивка арматуры на упоры стенда на самоходной арматурно-намоточной машине

готовления рам по сравнению с обычной стендовой технологией, использующей гидравлические домкраты для натяжения арматуры.

Успешно изготовляли МГР на механизованном стенде НИИЖБ, оснащённом самоходной арматурно-намоточной машиной, машиной для обрезки арматуры и торцовыми силовыми плитами с упорами, обеспечивающими плавную подвижку упоров при отпуске арматуры. Вдоль длинных сторон стенда размещены гнезда для установки упоров, необходимых для намотки поперечной арматуры конструкций.

Натяжение проволоки или каната до расчетной величины, составляющей 65% нормативного сопротивления, машина выполняет комбинированным способом, при котором около 30% требуемой силы производится за счет механического натяжения арматуры, а остальная доля — за счет электронагрева в процессе раскладки арматуры.

При изготовлении шпалолежней арматурно-намоточная машина производила под натяжением намотку арматуры на продольные и поперечные упоры стенда в соответствии со схемой армирования

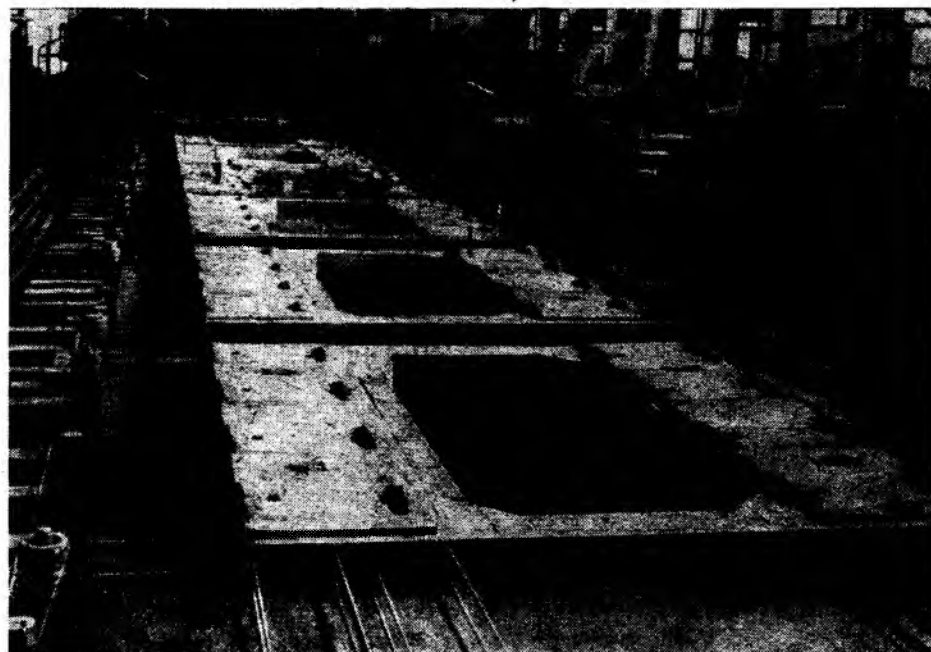


Рис. 3. Шпалолежни, изготовленные на стенде НИИЖБ

сразу для 8—10 изделий (рис. 3). После формирования рам и достижения бетоном прочности, достаточной для передачи на него усилий предварительного обжатия, производили последовательный отпуск арматуры. Сначала дисками резательной машины обрезали всю поперечную арматуру рам, затем плавно отпустили продольную арматуру в лежнях путем подвижки силовой плиты с упорами по направлению к середине стенда.

Как показали экспериментальные исследования и расчеты, указанный характер передачи усилий предварительного обжатия на бетон — мгновенный отпуск арматуры последовательно в каждой поперечине рамы и затем одновременный плавный отпуск арматуры в лежнях не вызывает в раме перераспределения усилий, способного привести к трещинообразованию изделий на стадии изготовления. Поэтому принятый порядок отпуска арматуры в рамах был рекомендован для заводского изготовления изделий.

Испытания рамных подрельсовых оснований при эксплуатации пути высокой грузонапряженности подтвердили их жизнеспособность и преимущества по сравнению с железобетонными шпалами. Они обеспечивают большую стабильность и равноупругость пути, в них значительно меньше остаточные деформации оснований, что приводит к сокращению затрат на текущее содержание и ремонт пути на 20%.

Положительные результаты испытаний преднапряженных железобетонных малогабаритных рам, преимущества машинной технологии их изготовления дают основание переходить к организации опытно-промышленного производства конструкций, которое предусмотрено на изском заводе железобетонных шпал лавжелсбетона Минстройматериалов СССР.

В настоящее время ведется проектирование технологической линии и оснастки для нее. На заводе ЗОКИО Госстроя СССР подготавливается изготовление арматурно-намоточной машины самоходного типа по документации, разработанной Индустройпроектом. В ближайшем будущем новая эффективная конструкция подрельсового основания должна найти широкое применение на железнодорожных магистралях страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесстыковой путь / Под ред. В. Г. Альбрехта и Е. М. Бромберга. — М.: Транспорт, 1982.
2. Современные конструкции верхнего строения железнодорожного пути / Под ред. В. Г. Альбрехта и А. Ф. Золотарского. — М.: Транспорт, 1975.
3. Евдокимов Б. А., Воронова Е. А. Стабильность пути с малогабаритными рамами. — Вестник ЦНИИ МПС, 1973, № 3.

Многopустотная панель, опирающаяся по длинной стороне

В проекте жилого здания в основном с широким шагом несущих перегородок (6 м) встречаются также комнаты пролетом 3 м. В качестве перекрытий приняты многopустотные панели размером на комнату. Панели пролетом 6 м имеют ширину 3,6 м, панели пролетом 3 м — ширину 6 и 7,2 м.

Для обеспечения необходимой звукоизоляции толщина панели увеличивается до 15,8 см. При этом диаметр пустоты принят 140 мм (вместо типового решения 159 мм), расстояние между осями пустот 230 мм (вместо 185 мм), толщина панели стандартная — 220 мм. Такие конструкции намечено выпускать на строящемся ДСК в Горьком.

Для производства панелей перекрытий предусмотрены две конвейерные линии. Панели большого пролета намечено изготовлять методом непрерывного армирования, при котором напряженный каркас создается стационарной арматурно-намоточной машиной 6281. В качестве напряженной арматуры приняты каналы \varnothing 6 мм К-7.

Панели малого пролета намечено производить на одной из конвейерных линий. В качестве арматуры приняты стержни \varnothing 12 мм А-III.

При любых пролетах целесообразно иметь напряженную панель, что позволит применить более прочную арматуру и добиться значительной экономии стали, а также повысить трещиностойкость конструкции. Выбор класса арматуры в этом случае зависит от действующей на панель нагрузки, ее толщина с учетом обеспечения минимального процента армирования.

В данном случае не требуется приме-

нения арматуры классов К-7, Вр-II, а наиболее рационально принять проволоку класса Врп-1, которая в 1,75 раза дешевле указанных сталей и имеет достаточно высокое нормативное сопротивление.

В панелях пролетом 6 м напряженная арматура расположена вдоль пустот, в панелях пролетом 3 м — поперек пустот.

В НИИЖБ проверена работа ненапряженных и напряженных панелей с поперечным расположением пустот на действие равномерно распределенной нагрузки и поперечных сил. Ненапряженные панели армируются стержнями класса А-III, напряженные панели — проволокой класса Врп-I ($R_n^H = 850$ МПа), а отдельные опытные образцы — менее прочной арматурой Вр-I ($R_n^H = 525$ МПа).

В то же время ставилась задача автоматизации процесса укладки арматуры.

Для испытаний в НИИЖБ были изготовлены образцы пролетом 3 м, шириной 1 м.

Для расчета опытных панелей на прочность, трещиностойкость и жесткость необходимо установить момент инерции для сечения, идущего вдоль пустот и меняющегося от сплошного до сечения с двумя полками [1, 2].

Панели были рассчитаны на нормативную нагрузку (вместе с собственной массой) 8000 Н/м^2 , расчетную — 9500 Н/м^2 . По расчету принята арматура $5 \varnothing 6$ мм А-III, $F_a = 1,415 \text{ см}^2$; $8 \varnothing 4,7$ мм Вр-I, $F_n = 1,384 \text{ см}^2$; $5 \varnothing 5$ мм Врп-I, $F_n = 0,588 \text{ см}^2$.

Образцы изготовляли в специальной форме. Арматурные стержни устанавли-

вали на пластмассовые фиксаторы, обеспечивая требуемый защитный слой.

Проволока для напряженных образцов подвергалась натяжению, величину которого измеряли прибором ПИН-2. Для изучения зон передачи напряжения в торце изделия на некотором расстоянии от арматуры до бетонирования устанавливали тензисторные преобразователи [3].

Втягивание арматуры в бетон проверяли специальным устройством, приклеенным к торцу изделия и касающимся своим острием риски на арматуре, расположенной в 10 мм от торца изделия.

Образцы испытывали по балочной схеме равномерно распределенной нагрузкой и сосредоточенными поперечными силами. В растянутой зоне устанавливали тензометры с базой 100 мм цепочкой длиной 700 мм посередине плиты, в сжатой зоне несколько тензометров посередине плиты, тензометры у опоры под углом 45° , два прогибомера посередине пролета и индикаторы на выпуски напряженной арматуры. Панель нагружали бетонными грузами массой около 0,1 кН каждый, уложенными симметрично относительно середины панели. Предусматривали разрыв между грузами и создание зоны чистого изгиба. Этапы нагружения принимали такими, чтобы шесть из них соответствовали нормативной нагрузке, восемь — расчетной. На каждом этапе панель выдерживали 10—30 мин. В это время измеряли деформации и осматривали нижнюю поверхность образца.

При нагрузке на 10% больше нормативной панель выдерживали 1—3 сут. Изучена также работа панелей, в которых специально была создана трещина. В таблице приведены основные результаты испытания панелей.

Исследовали две ненапряженные панели, армированные стержнями класса А-III. Панель П-8 работала упруго до момента появления первой трещины, который превосходил расчетный на 40%. Первая трещина образовалась под пустотой посередине пролета. После этого панель при нагружении сильно деформировалась, и трещины вскоре возникли подо всеми пустотами, кроме расположенной около опоры. Трещины сильно раскрывались,

Панель	Класс арматуры	Усилие обжатия, кН	Прочность бетона, МПа, при		Момент, кН·м		Прогибы, мм, при		Относительная деформация растяжения при нормативном моменте
			отпуске натяжения	испытании	трещинообразования	разрушения	нормативном моменте	разрушения	
П-1	Вр-I	47,0	14,0	20,0	20,7	20,7	0,20	1,00*	2-3
П-2	Вр-I	0,0	—	15,6—16,6	5,7	16,9	1,90	13,60	—
П-3	Врп-I	43,5	16,9	19,4—20,1	16,5	16,5	0,20—0,25	0,85	2-4
П-4	Врп-I	42,3	16,5—17,5	21,5—23,0	—	14,6	0,80—0,90	2,40	3
П-5	А-III	0,0	—	22,0—23,0	—	21,0	1,80—1,90	30,00	8
П-6	Врп-I	42,5	20,1—20,5	28,0	21,0	21,0	0,20	0,85—0,90	1,5-2
П-7	Врп-I	41,5	15,0—15,3	19,0—20,0	20,0	19,9	0,30	1,30	2
П-8	А-III	0,0	—	18,0—23,0	14,0	22,0	0,20	40,00	4

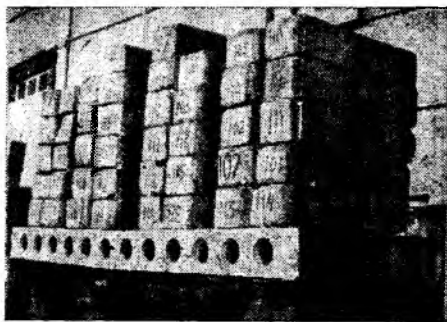


Рис. 1. Разрушение напряженной панели, армированной проволокой класса Врп-1 и испытанной на равномерно распределенную нагрузку

разрушилась сжатая зона с разрывом двух стержней.

Панель П-5, в которой были образованы трещины под пустотами, при нагружении сильно прогибалась, трещины сильно раскрывались. Однако разрушение произошло при моменте, близком к разрушающему для панели П-8. При этом также разорвались два стержня.

Кроме того, испытали две панели, армированные проволокой Вр-1. Преднапряженная панель П-1 работала упруго до разрушения. В месте возникновения одной трещины посередине пролета сразу наступило разрушение, при этом вся арматура разорвалась. Деформации при выдерживании панелей под нагрузкой были очень малы. Даже перед разрушением прогиб составил 1 мм, а деформация — $(2..3) \cdot 10^{-5}$.

В напряженной панели П-2 рано появилась трещина, деформации росли быстро — сказалась малая прочность бетона, деформативность была значительной. При

разрушении часть арматуры разорвалась. Панель разрушилась при нагрузке на 9% ниже величины, воспринимаемой арматурой.

Четыре панели, армированные проволокой Врп-1, преднапряженные. Три (П-3, П-6, П-7) работали одинаково. Разрушение наступило при появлении одной трещины, арматура разорвалась (рис. 1). Прогибы были близки к расчетным, панели работали упруго.

Панель П-4, в которой была вызвана трещина, при подъеме имела повышенную деформативность, арматура разорвалась.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что преднапряженные панели удовлетворяют требованиям прочности, трещиностойкости и жесткости. Поскольку отмечалось разрушение одновременно с появлением трещин, т. е. хрупкое разрушение, необходимо, согласно СНиП П-21-75, увеличить расход арматуры на 15%.

Ненапряженные панели со стержневой арматурой класса А-III удовлетворяли требованиям СНиП, трещины в них образовались при нагрузке выше расчетной. Панели, у которых были вызваны трещины до испытания, работали значительно хуже.

Расчетная оценка трещиностойкости [1] дает заниженные значения. Лучшее совпадение теоретических и опытных результатов получается в случае, если толщину полки определять исходя из приведения круглого отверстия к квадрату по площади и по моменту инерции.

Кроме того, испытали две панели одной сосредоточенной силой, расположен-

ной на расстоянии 2,5 высоты панели (55 см), армированные стержнями А-III (П-9) и проволокой Врп-1 (П-10) (рис. 2).

В панели П-9 при действии сосредоточенной силы образовалось много трещин под пустотами, она разрушилась от раздавливания сжатой зоны бетона без разрыва арматуры.

В панели П-10 создали перед разрушением две близко расположенные вертикальные трещины под пустотами. Она разрушилась с разрывом всей арматуры и раздавливанием сжатой зоны бетона.

Во всех испытанных образцах опорная реакция при действии разрушающей сосредоточенной нагрузки была значительно больше максимальной опорной реакции от разрушающей (экспериментальной) равномерно распределенной нагрузки.

Выводы

Все панели удовлетворяют требованиям СНиП П-21-75 по прочности, трещиностойкости и жесткости.

Преднапряженные панели армированные проволокой классов Вр-1 и Врп-1, работают упруго почти до разрушения, трещины возникают одновременно с разрушением и сопровождаются разрывом всех стержней арматуры. Арматура обеспечивает надежное сцепление с бетоном при прочности 14—16 МПа. Вплоть до разрушения образцов проскальзывания арматуры не отмечалось. Хрупкий характер разрушения требует, согласно СНиП, увеличения расхода арматуры, полученной по расчету прочности, на 15%.

Ненапряженные панели, армированные стержнями класса А-III, упруго работают почти до появления первой трещины, возникающей при нагрузке выше расчетной.

На преднапряженные панели армированные проволокой Врп-1, расходуется в 2 раза меньше стали, чем на панели без преднапряжения, армированные стержнями класса А-III, или преднапряженные с проволокой класса Вр-1.

Метод непрерывного армирования позволяет снизить в 4 раза трудоемкость арматурных работ, сократить площадь арматурного цеха, обеспечить требуемую толщину защитного слоя арматуры, повысить культуру производства и его социальную привлекательность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Риппенбейн Я. М. Расчет многослойных пластин. — Строительная механика и расчет сооружений, 1960, № 3.
2. Митник Г. С. Деформация предварительно напряженных железобетонных плит от всцентренного обжатия напряженной арматурой. — Бетон и железобетон, 1960, № 12.
3. Репский А. Б., Баранов Д. С., Макаров Р. А. Тензометрирование строительных конструкций и материалов. — М.: Стройиздат, 1977.

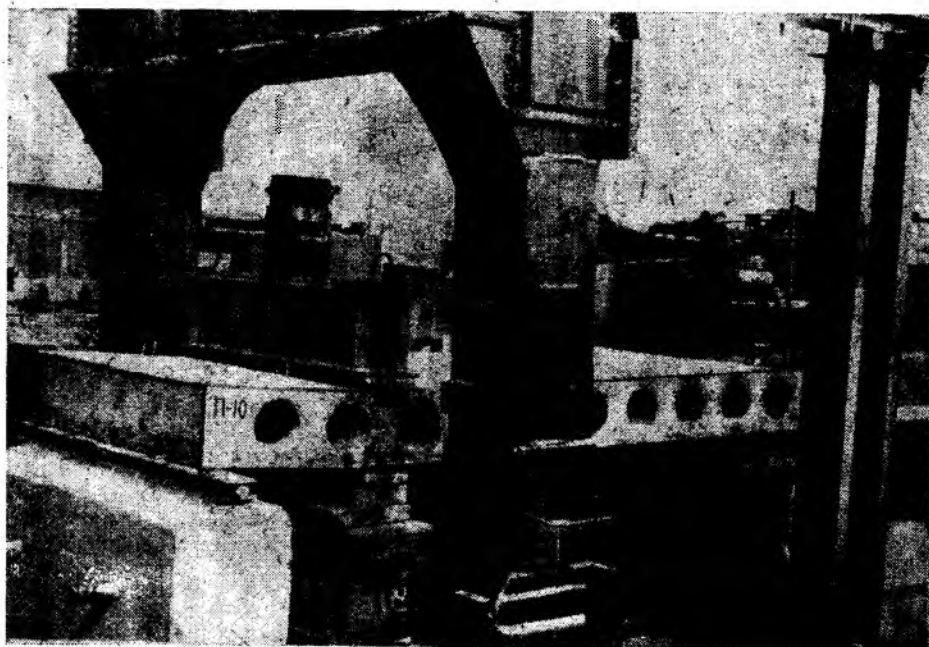


Рис. 2. Разрушение панели при действии поперечной силы

М. С. ТОКАРЕВ, канд. техн. наук (Харьковский инженерно-строительный ин-т),
А. И. СУХОВЕРХОВ, директор Харьковского завода ЖБК

Повышение эффективности использования арматурной стали класса А-IIIв

(Опыт научно-технического сотрудничества института с заводом)

При современных масштабах капитального строительства в нашей стране экономия металла особенно важна. Арматурная сталь класса А-III составляет около половины объема в общем балансе потребления проката черных металлов в строительстве.

В условиях Харьковского завода ЖБК, выпускающего более 90% изделий с арматурой классов А-III и А-IIIв, снижение расхода стали ведется в двух направлениях: во-первых, увеличивается объем выпуска преднапряженных конструкций с-напрягаемой арматурой класса А-IIIв, и, во-вторых, расширяется область применения и повышается степень использования фактических механических свойств этого вида арматуры.

На заводе организовано массовое упрочнение стали класса А-III на специальной технологической линии, оснащенной полуавтоматической установкой СМТ-10, на которой можно одновременно упрочнить до 10 стержней диаметром 10—40 мм. Это позволило довести выпуск преднапряженных конструкций с арматурой класса А-IIIв до 55% общего объема производства сборного железобетона.

Решению задач второго направления способствовало научно-техническое сотрудничество завода с ХИСИ. В 1977 г. институт организовал на заводе опорный пункт, основной задачей которого являлось изыскание неиспользованных резервов экономии стали и оказание научно-технической помощи заводу в их использовании.

На первом этапе сотрудничества институтом были разработаны рекомендации по реконструкции всего арматурного производства, согласованы и внедрены новые варианты армирования типовых железобетонных конструкций, введены в действие инструкция по технологии и контролю качества заготовки, упрочнения и натяжения арматуры класса А-IIIв при изготовлении преднапряженных конструкций, а также система контроля фактических механических свойств арматуры класса А-IIIв, упрочненной вытяжкой с оценкой только удлинений.

Внедрение этих мероприятий позволило реконструировать арматурный цех, упорядочить технологические режимы и параметры процессов упрочнения и натяжения арматуры электротермическим методом, повысить качество продукции. С 1978 г. на заводе стали применять арматуру класса А-IIIв, упрочненную вытяжкой с контролем только удлинений, с повышенным расчетным сопротивлением 4500 кгс/см² и в результате этого снизить расход стали на 12,5%.

В последующие 1979—1982 гг. институт проводил на заводе экспериментальные исследования фактических механических свойств арматуры из стали марок 25Г2С и 35ГС, в основном Криворожского металлургического завода, в состоянии поставки, после упрочнения вытяжкой и последующего контактного электронагрева. Арматуру исследовали на образцах-близнецах, отобранных в процессе массового упрочнения и натяжения стержней диаметром 14—22 мм электротермическим методом.

Арматуру класса А-III упрочняли вытяжкой с контролем только удлинений, которые принимали для стали марки 25Г2С — 3,5% и 35ГС — 4,5% длины заготовок стержней. Натяжение стержней осуществляли электротермическим методом. Температура электронагрева составляла 350—400 °С и контролировалась расчетным температурным удлинением.

За этот период исследовали действительные прочностные свойства стали 79 плавов; образцы отбирали от арматуры в состоянии поставки (877 образцов), после упрочнения вытяжкой (2044 образца) и после контактного электронагрева при натяжении упрочненных стержней электротермическим методом (1483 образца). Все образцы испытывали по методике ГОСТ 12004—66 и ГОСТ 12004—81. Усилия текучести и временного сопротивления определяли по силонизмерительной шкале разрывной машины УММ-50. Возраст образцов после упрочнения вытяжкой не превышал 2—3 ч, а после электронагрева — 3—6 ч.

Испытания показали, что арматура из стали марок 25Г2С и 35ГС в состоянии

Показатель	σ_T , кгс/см ²	σ_B , кгс/см ²	δ_s , %	δ_p , %
Среднее значение X	6347	7105	18,5	11,0
	6839	7385	16,1	9,2
Стандарт S	315	355	1,825	0,9116
	381	333	1,067	0,8756
X — 1,64 S	5830	6523	16,6	9,5
	6214	6839	14,4	7,8

Примечание. Над чертой — после упрочнения вытяжкой, под чертой — после электронагрева до 400 °С при натяжении упрочненных стержней электротермическим методом.

поставки обладает достаточно стабильными повышенными механическими свойствами, отвечающими требованиям арматуры с государственным Знаком качества по ГОСТ 5.1459—72 и ГОСТ 5781—82.

Механические свойства исходной арматуры и стержней, упрочненных вытяжкой с контролем только удлинений, а также упрочненных стержней, подвергавшихся контактному электронагреву при натяжении электротермическим методом, после соответствующей математической обработки приведены в таблице.

Под влиянием контактного электронагрева упрочненных стержней до 350—400 °С браковочные значения σ_T повышаются на 6,6%, σ_B — на 4,9% при одновременном снижении абсолютных значений δ_s на 2,2% и δ_p — на 1,7%.

Результаты исследований ХИСИ, проведенных в заводских условиях, достаточно удовлетворительно соответствуют результатам аналогичных исследований НИИЖБ и ЦНИИОМТП [1—3]. Как показывают исследования НИИЖБ, заметное повышение механических свойств стали под влиянием контактного электронагрева наблюдается и при натяжении арматуры классов А-V и Ат-V электротермическим методом [4].

По нашему мнению, для арматуры класса А-IIIв, используемой при изготовлении преднапряженных конструкций, значения нормативного и расчетного сопротивления следует устанавливать не в зависимости от вида контроля при упрочнении, а в зависимости от метода натяжения упрочненных стержней. В этом случае будет учтено положительное влияние одного из основных технологических факторов — контактного электронагрева на свойства упрочненной стали, а ее фактическое физическое состояние будет соответствовать действительному состоянию арматуры готовых преднапряженных конструкций.

В порядке опытно-промышленной проверки были согласованы с НИИЖБ для стали класса А-IIIв, упрочненной вытяжкой с контролем только удлинений, напрягаемой электротермическим методом, значения $R_a^H = 6000$ кгс/см² и $R_a = 5000$ кгс/см². ХИСИ и ЦНИИпромзданий выполнили проектно-конструкторские разработки и расчеты новых вариантов армирования с $R_a = 5000$ кгс/см² типовых преднапряженных ребристых панелей перекрытий и покрытий промзданий (серии ИИ-24-9 и 1.465-7, вып. 3), а также многопустотных настилов ПК8-63-12 и СПК8-60-12 с напрягаемой электротермическим методом арматурой класса А-IIIв. В результате перерасчета расход напрягаемой арматуры А-IIIв был снижен в ребристых панелях перекрытий на 20%, в покрытиях — на 22, в многопустотных настилах ПК8-63-12 — 12 и СПК8-60-12 — на 23%.

На заводе в общем технологическом потоке были изготовлены опытные партии указанных преднапряженных конструкций с пониженным количеством напрягаемой арматуры класса А-IIIв. Всего было изготовлено и испытано в возрасте 7—140 сут 30 опытных преднапряженных конструкций в том числе ребристых панелей перекрытий промзданий — 13, ребристых панелей покрытий — 8 и многопустотных настилов — 9.

Испытания показали, что все опытные конструкции с уменьшенным расходом

напрягаемой арматуры класса А-IIIв по прочности, жесткости и ширине раскрытия трещин удовлетворяют требованиям соответствующих типовых проектов и ГОСТ 8829—77.

Для опытно-промышленного внедрения были разработаны и согласованы с НИИЖБ рекомендации о повышении эффективности применения арматуры класса А-IIIв при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций из тяжелого бетона. Они предусматривают: назначение нормативных и расчетных сопротивлений арматуры класса А-IIIв, упрочненной вытяжкой с контролем только удлинений, в зависимости от метода натяжения упрочненных (при механическом способе $R_a^H = 5500$, $R_a = 4500$ кгс/см², при электротермическом — $R_a^H = 6000$, $R_a = 5000$ кгс/см²) стержней; организацию на заводах ЖБИ постоянного контроля технологических режимов и параметров упрочнения и натяжения упрочненных стержней; проведение контроля механических свойств арматуры в состоянии поставки и на основных технологических переделах.

На заводе разработан план внедрения результатов научно-исследовательских работ на 1984—1985 гг. Выполнение этого плана обеспечит экономию арматурной стали на 10—15% благодаря повышению эффективности использования ее механических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белобров И. К. Упрочнение арматурной стали вытяжкой. — Бетон и железобетон, 1959, № 4.
2. Мадатян С. А. Упрочнение вытяжкой стержневой арматуры из стали марки 35ГС. — В кн.: Новые виды арматуры. — М., Стройиздат, 1964.
3. Мадатян С. А. Влияние электронагрева на свойства горячекатаной арматурной стали марки 35ГС, упрочненной вытяжкой. — Бетон и железобетон, 1962, № 2.
4. Прилуцкий В. И. Изменение механических свойств арматурной стали классов А-V и Ат-V в результате предварительного натяжения электротермическим методом. — В кн.: Технология заготовки и натяжения арматуры. — М., Стройиздат, 1977.

Новые книги Стройиздата

Чептемиров М. Г. Вклад науки в капитальное строительство. — М.: Стройиздат, 1984.

Опекунов А. Д., Жуков Д. И., Корфер М. И., Управление социалистическим соревнованием в строительстве. — М.: Стройиздат, 1984.

Розенбойм Л. С. Малая механизация бетонных работ. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1984.

Рудерман Л. Г. Техничко-экономические основы совершенствования и развития предприятий полносборного домостроения. — М.: Стройиздат, 1984.

Сборник официальных документов по совершенствованию хозяйственного механизма в строительстве. вып. 2/Сост. С. Л. Дворников и др. — М.: Стройиздат, 1984.

Цветков Л. А. Ритм стройки. — М.: Стройиздат, 1984.

Конструкции

УДК 624.154.3.012.35.002.6

Г. С. РОДОВ, канд. техн. наук (ЛИИЖТ); Б. В. ЛЕЙКИН, канд. техн. наук, В. А. ГОЛУБЕНКОВ, В. С. СТЕРИН, инженеры (Главленинградстрой); В. М. ХРОМОВ, инж. (Главленстройматериалы)

Применение сталефибробетона в забивных сваях

В 1982—1984 гг. в Ленинграде были продолжены ранее начатые исследования, разработка и освоение забивных свай с применением сталефибробетона для повышения их ударостойкости и бездефектного погружения в грунт, снижения трудоемкости изготовления и забивки, уменьшения стоимости. Необходимость повышения ударостойкости забивных свай вызвана многочисленными случаями разрушения стандартных железобетонных свай при погружении их в прорезаемые средние и тяжелые грунты, при этом разрушение начинается с головы свай. В результате этого свай не достигают проектных отметок, снижается надежность фундаментов, возникают значительные убытки.

Проведенные испытания показали, что ударостойкость забивных свай можно значительно повысить, используя сталефибробетон прежде всего для голов. Ударная прочность сталефибробетона

зависит от конструктивных и технологических факторов, она выше в 2—5 раз, чем железобетона (при равной прочности бетона и расходе стали), и в 4—30 раз выше, чем бетона, а статическая прочность при сжатии — лишь в 1,08—1,3 раза выше. Ударную прочность сталефибробетона можно регулировать в зависимости от вида грунта и молота.

В 1982—1983 гг. на 42 объектах Главленинградстроя применяли сваи с частичным (в голове и острие) и полным (во всей свае) использованием сталефибробетона. Всего применено 11 650 свай (11 500 м³) призматических длиной 8 и 14 м и пирамидальных длиной 6 м. Для сравнения в тех же грунтовых условиях испытывали свыше 8000 стандартных свай.

ЛИИЖТ, Главленинградстроем, Главленстройматериалами и ЛенНИИпроектом разработаны сваи с применением сталефибробетона, часть из которых использовали в экспериментальном строительстве. Из сталефибробетона можно изготавливать только головы свай, оставляя стволы из железобетона, или целиком всю сваю. В процессе армирования можно рационально распределять фибры по сечениям свай в соответствии с усилиями, которые в них возникают. Наиболее эффективна для свай стальная фибровая арматура, модуль упругости которой в 5—8 раз выше, чем бетона, а стоимость ниже, чем фибр из неметаллических материалов. В качестве стальных фибр использовали отрезки стальной проволоки диаметром 2 мм, а для некоторых свай — фибры из отработавших свой срок тросов. При этом стоимость новых свай ниже железобетонных, а ударостойкость выше.

Применение фибр снижает трудоемкость изготовления свай на заводе, так как фибры вводят в бетон как четвертый компонент смеси и процесс ее приготовления совмещается с армированием. Головы и острия можно изготавливать в вертикальном положении (при этом фибры располагают неравномерно по высоте головы и эпюра распределения усилий в фибровой арматуре будет близка к эпюре напряжений в свае при ударе молотом, наибольшее число фибр расположится в зоне контакта свай с молотом) или горизонтальном, а стволы формируют в горизонтальном положении.

В сваих со сталефибробетонными головами (рис. 1) фибры заменяют сетки и части каркаса, применяемые в железобетонных сваях, а при армировании фибрами острий — сложные части каркаса. Ударостойкость свай регулируют изменением расхода фибр на голову от 60 до

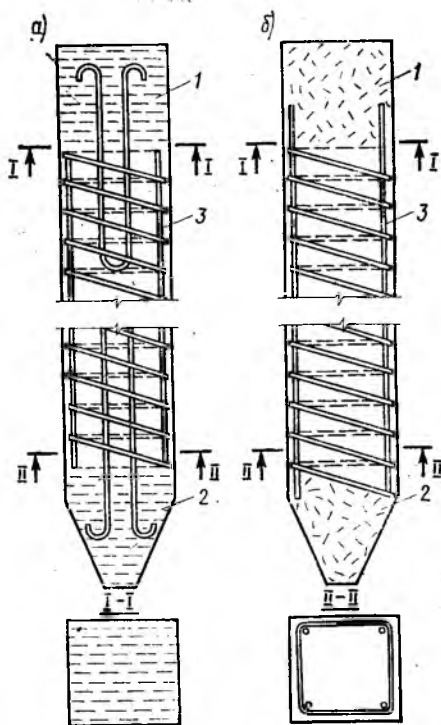


Рис. 1. Забивная свая
а — вертикального формирования; б — горизонтального формирования; 1 — сталефибробетонная голова; 2 — острие; 3 — железобетонный ствол

160 кг/м³. Сталефибробетонные сваи каркасами и сетками не армируют (рис. 2). Ствол можно дополнительно армировать одним centrally расположенным продольным стержнем.

При горизонтальном формировании сталефибробетонных голов и острия железобетонный ствол армируют напрягаемой или ненапрягаемой продольной арматурой, а при вертикальном — ненапрягаемой. Можно в сталефибробетонных сваях сочетать фибры с продольной напрягаемой проволокой, стержневой или прядевой арматурой.

При вертикальном формировании голову сваи изготавливают отдельно от ствола в положении «головы вниз» в многосменных кассетах, затем ее приформовывают к железобетонному или сталефибробетонному стволу. Голову со стволем соединяют двумя способами: с помощью стыка внахлестку продольных стержней каркасов головы и ствола или с помощью петлевого стыка (см. рис. 1). Последний более технологичен и экономичен; петля служит также для снятия головы с формы, транспортирования и укладки ее в форму. Головы можно изготавливать централизованно и доставлять на заводы по производству свай.

При горизонтальном формировании одновременно укладывают сталефибробетонную смесь в голову и острие и бетонную — в железобетонный ствол, при этом продольные стержни каркаса входят в голову и ствол, а между стволем, головой и острием в форму устанавливают временные перегородки, которые снимают после укладки смесей. В этом случае необходимо иметь две технологические линии — по приготовлению и подаче сталефибробетонной и бетонной смесей. В сталефибробетонных сваях для голов используют смесь с большим содержанием фибр, чем для ствола. Минимальный расход фибр диаметром 2 мм на ствол должен составлять не менее 40 кг/м³.

Для проведения натурных испытаний было изготовлено несколько опытно-промышленных партий новых свай. На ПО «Баррикада» Главлентстройматериалов на действующей технологической линии по производству железобетонных свай были изготовлены сваи марки СЦ14.35-14ГОФв со сталефибробетонными головами вертикального формирования и железобетонными стволами длиной 14 м (см. рис. 1). Для сравнения работы свай при погружении на строительстве использовали стандартные железобетонные сваи, изготавливаемые на этом заводе в тех же формах.

Сталефибробетонные головы формировали в кассетной форме (по 34 шт. одновременно), смеси уплотняли вибрированием. Верхняя поверхность головы, в дальнейшем соединяемая со стволем, была шероховатой и не заглаживалась, из нее выступали фибры, чем обеспечивалось нужное сцепление головы и ствола при формировании сваи. После пропаривания головы распалубливали и затем краном устанавливали в форму. Дальнейшая технология изготовления ствола не отличалась от общепринятой.

На экспериментальном заводе была организована технологическая линия по производству сталефибробетона и свай с его применением. Она состояла из станка для резки и профилирования (для повышения сцепления фибр с бето-

ном) стальной проволоки, поставляемой в бухтах, смесителя принудительного действия и стальных форм. Нарезанные фибры тельфером подавали в мерные емкости на весы, а затем в смеситель. Для введения фибр в бетон использовали барабан с решетчатыми стенками, при вращении которого помещенная в него навеска фибр на замес плавным потоком поступала в работающий смеситель в течение 1,5 мин и фибры равномерно распределялись по бетонной массе. Общее время перемешивания смеси составляло 3 мин. Для получения однородной смеси выдерживали определенную последовательность введения компонентов при тщательном подборе состава. Вначале перемешивали насухо цемент и песчано-гравийно-щебеночную смесь, затем добавляли воду и еще раз перемешивали смесь с постепенным добавлением фибр. Время от начала приготовления смеси до ее укладки и уплотнения в форму не должно превышать 25 мин.

Для приготовления сталефибробетона использовали песчано-гравийно-щебеночную смесь (содержание гравия до 16%), поставляемую карьерами Главлентстройматериалов, и фибры из стальной проволоки по ГОСТ 3282—74 длиной 170 и диаметром 2 мм.

На экспериментальном заводе было изготовлено около 12 000 новых свай следующих типов: призматических длиной 14 м со сталефибробетонными головами и остриями горизонтального формирования и железобетонными стволами марки СЦ14.35-ГОФ и длиной 8 м марки СЦ.35-ГОФ; призматические сталефибробетонные марки СЦ8.35-Ф длиной 8 м; пирамидальные сталефибробетонные длиной 6 м марки СЦП6/40-Ф и аналогичные

им по размерам пирамидальные со сталефибробетонной головой горизонтального формирования длиной 400 мм и железобетонным стволем.

Расход фибр для изготовления сталефибробетонных голов призматических свай составил 80 кг/м³, пирамидальных — 120, а сталефибробетонных стволов — 40 кг/м³.

Новые сваи технологичны в изготовлении, имеют меньшую трудоемкость, расход стали и себестоимость, чем железобетонные. Их производство можно организовать на действующих заводах по изготовлению железобетонных свай без существенных капитальных затрат и с использованием имеющегося парка форм. Однако необходимо иметь специальные технологические линии по изготовлению фибр и сталефибробетонной смеси и механизмы для перемешивания, транспортирования и уплотнения смеси, способствующие механизации и автоматизации всех производственных процессов.

Натурные испытания и обследования свай проводили на объектах Главлентстройматериалов при устройстве свайных фундаментов жилых зданий. Сваи погружали в грунт с помощью копровых самоходных установок на гусеничном ходу с подвижными копровыми стрелами типа «свеча» с массой молота 5 и 6 т и трубчатыми дизель-молотами с массой молота 1,8 и 2,5 т. Часть опытных свай погружали рядом со стандартными железобетонными на одних и тех же объектах в сравнимых грунтовых условиях, часть — по обычной технологии забивки, принятой для железобетонных свай, часть — при повышенной энергии удара. При погружении копром энергию удара увеличивали, повышая высоту подъема молота с 1 до 5 м и для отдельных свай до 8 м. В дизель-молотах по техническим причинам трудно изменять высоту подъема молота, поэтому методика погружения отличалась от общепринятой тем, что новые сваи забивали без использования прокладок между молотом и свайей, что позволило увеличить энергию удара.

Испытания показали, что из-за разрушения голов железобетонных стандартных свай около 30% свай было недогружено, а более чем у 80% свай приходилось срезать головы и стволы перед устройством ростверка.

Новые сваи обладали высокой ударостойкостью, обеспечиваящей бездефектное погружение до проектных отметок, что позволяет избежать срезки стволов перед устройством ростверка. Они могут воспринять значительно большую энергию удара, чем железобетонные, что сокращает время погружения на 60%, позволяет лучше использовать сваебойной оборудовании любой мощности, повышает производительность сваебойных работ. При этом можно отказаться от применения дублирующих свай.

Снижение стоимости и трудоемкости на одну сваю по сравнению с железобетонными составило для призматических свай марки СЦ14.35-ГОФ 13,8 р. (в том числе на изготовление — 6,01 и на строительство — 7,79 р.) и по трудозатратам — 0,796 чел.-дня (на изготовление — 0,46 и на забивку — 0,336 чел.-дня); для пирамидальных марки СЦП6/40-Ф — 9,14 р. (на изготовление — 4,54 и на забивку — 4,6 р.) и по трудозатратам — 0,5 чел.-дня (на изготовление — 0,325 и на забивку — 0,175 чел.-дня).

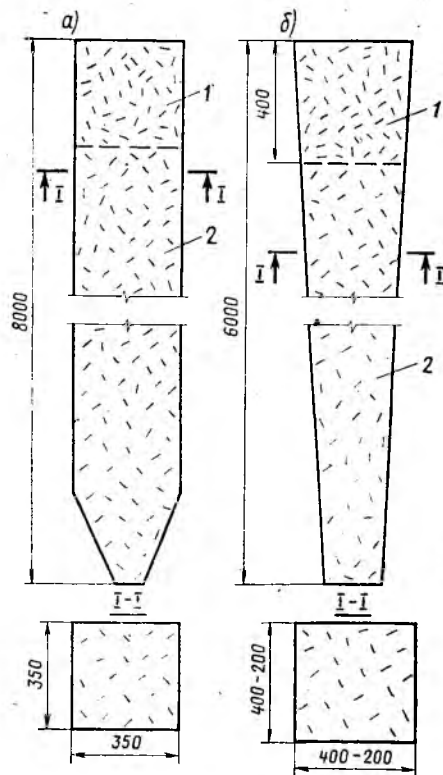


Рис. 2. Забивная сталефибробетонная свая а — призматическая; б — пирамидальная; 1 — голова; 2 — ствол

УДК 69.022.326:691.327:666:973.2

Н. Я. СПИВАК, канд. техн. наук, А. Е. СМИРНОВ, инж. (ЦНИИЭП жилища);
Т. А. ЧЕМЛЁВА, канд. техн. наук (МГУ)

Конструктивный керамзитобетон для панелей внутренних стен

Во многих районах нашей страны имеются достаточные запасы керамзита, необходимого для комплексного применения керамзитобетона в жилищном строительстве. Однако пока не решена задача эффективного использования конструктивного керамзитобетона для внутренних несущих стен, поскольку их толщина лимитируется требованиями по звукоизоляции.

В работе [1] установлена зависимость индекса изоляции от воздушного шума ограждения из бетона на пористых заполнителях от толщины и физико-механических характеристик бетона.

$$I_b = 23 \lg m_0 + 11,5 \lg \frac{\eta_l}{\eta_t} - 10,$$

где m_0 — эквивалентная поверхностная плотность, кг/м²; $m_0 = d \gamma_{\text{экв}}$ ($\gamma_{\text{экв}}$ — эквивалентная плотность бетона, кг/м³;

$$\gamma_{\text{экв}} = 226 \sqrt{\frac{E_6 \cdot 10^{-1}}{\gamma_6}} \gamma_6;$$

d — толщина стены); η_t , η_l — коэффициенты потерь в ограждении из тяжелого бетона и из бетона на пористых заполнителях.

Согласно исследованиям [2], для ограждений из керамзитобетона повы-

шающая поправка на потери звуковой энергии в бетоне составляет $11,5 \lg \frac{\eta_l}{\eta_t} =$

$= 0,3$ дБ и, следовательно, определяю-

щими факторами в формировании звукоизоляции однослойных ограждений из керамзитобетона является их толщина и $\gamma_{\text{экв}}$.

Рациональные структуры керамзитобетона для внутренних стен горизонтального ($B_u = 20$ с) и кассетного формирования (О.К. = 6...8) разрабатывали с использованием математического планирования эксперимента (план типа B_3). Численные значения оценок коэффициентов регрессии подсчитывали с использованием шагово-регрессионного анализа по методу наименьших квадратов на ЭВМ БСМ-6. Варьирование каждого фактора задавалось на трех уровнях, расход цемента (Π) составил 250, 350, 450 кг/м³, прочность керамзита R_k 1,3; 3,5; 4 МПа, отношение объема мелкой фракции к сумме объемов мелкой и крупной фракций заполнителей

$$\left(\frac{M}{M+K} \right) - 0,29; 0,5; 0,71.$$

В опытах использовали керамзит Лианозовского завода фракций 5—10 и

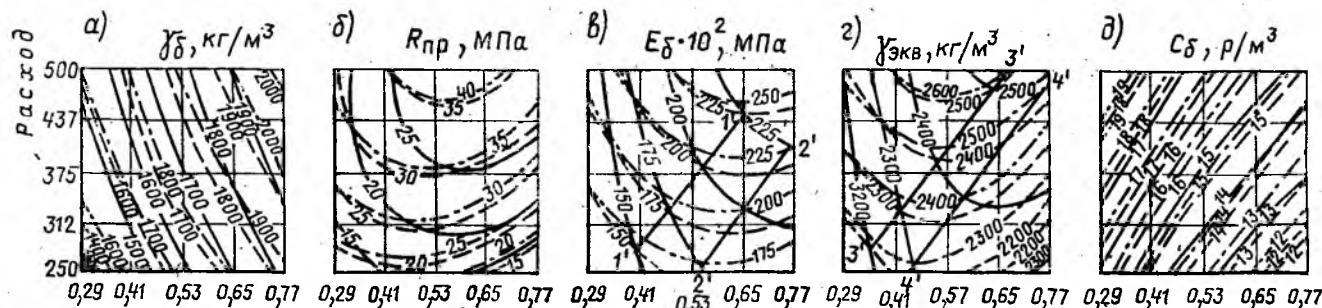
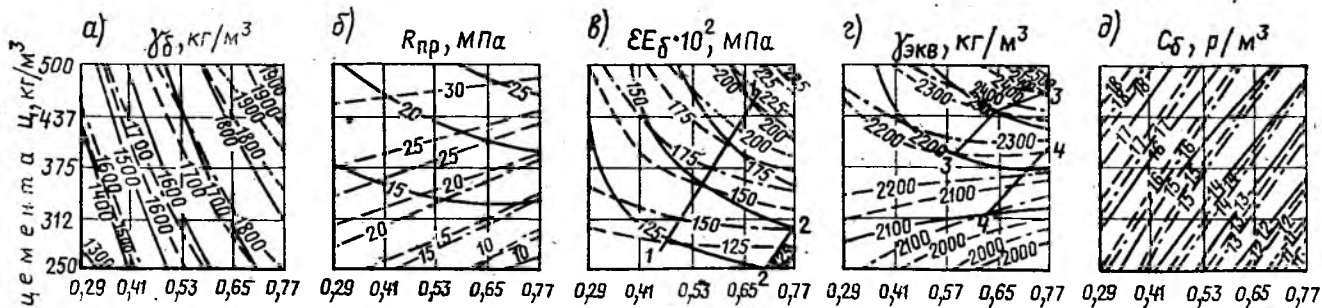
10—20 мм ($R_k = 1,3$ МПа; $\gamma_n = 400$ кг/м³ стандартной смеси), Куйбышевского керамзитового завода № 10 (Октябрьский цех) фракций 5—10 и 10—20 мм ($R_k = 3,5$ МПа; $\gamma_n = 530$ кг/м³) и высокопрочный фракции 10—20 мм ($R_k = 5,4$ МПа; $\gamma_n = 660$ кг/м³) того же завода.

На верхнем уровне применяли керамзит фракций 10—20 мм (65%) ($R_k = 5,4$ МПа) и 5—10 мм ($R_k = 3,5$ МПа) завода № 10. Полученная смесь имела $R_k = 4$ МПа, $\gamma_n = 580$ кг/м³.

Мелким заполнителем служил кварцевый песок ($M_{кр} = 2,8$; $\gamma_n = 1580$ кг/м³). Исследования производили на кубах с ребром 10 см и призмах размером $10 \times 10 \times 40$ см. После тепловлажностной обработки в пропарочной камере при $t = 85^\circ\text{C}$ по режиму 2+8+4 ч образцы хранили в помещении при $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $45 \pm 5\%$.

Стоимость 1 м³ керамзитобетонной смеси устанавливали с учетом цен на материалы, применяемые на заводе ЖБИ № 6 в Новокуйбышевске.

Из рисунка видно, что плотность керамзитобетона на керамзите прочностью 1,3, 3,5 и 4 МПа при горизонтальном и кассетном формировании находится прак-



Структурно - агрегатный фактор $M/(M+K)$

Зависимость плотности (γ_6), призмной прочности ($R_{пр}$) модуля упругости (E_6), эквивалентной плотности ($\gamma_{\text{экв}}$) и стоимости 1 м³ (C_6) керамзитобетона кассетного и горизонтального формирования

— керамзитобетон на керамзите $R_k = 1,3$ МПа; --- то же, $R_k = 3,5$ МПа; - - - то же, $R_k = 4$ МПа

тически в прямой зависимости от $\frac{M}{M+K}$ и $\frac{M}{M+K}$. С увеличением R_k при заданных $\frac{M}{M+K}$ и $\frac{M}{M+K}$ γ_6 керамзитобетона возрастает.

Призмная прочность керамзитобетона кассетного формирования на керамзите $R_k=1,3$ МПа с увеличением $\frac{M}{M+K}$ при $\frac{M}{M+K}=\text{const}$ увеличивается (см. рисунок).

Однако на прочном керамзите ($R_k=3,5$ и 4 МПа) характер зависимости $R_{пр}$ от $\frac{M}{M+K}$ при $\frac{M}{M+K}=\text{const}$ изменяется на противоположный. При низких значениях $\frac{M}{M+K}$ с уменьшением R_k

для получения керамзитобетона заданной марки по прочности необходимо повышать $\frac{M}{M+K}$. Однако разница в расходе цемента уменьшается с увеличением

$\frac{M}{M+K}$, и при $\frac{M}{M+K}=0,71$ расходы цемента независимо от прочности керамзита уравниваются. При фиксированных значениях $R_{пр}$ с увеличением объема кварцевого песка снижается расход цемента. Минимальные значения для керамзитобетона горизонтального формирования на керамзите $R_k=1,3$ МПа отмечаются при $\left(\frac{M}{M+K}\right)_{\text{мин}}=0,5...0,65$,

а на керамзите R_k равном $3,5$ и 4 МПа при $\left(\frac{M}{M+K}\right)_{\text{мин}}=0,4...0,53$ (см. рисунок).

Модуль упругости керамзитобетона кассетного и горизонтального формирования существенно увеличивается с повышением расхода кварцевого песка и цемента (см. рисунок):

При низких значениях $\frac{M}{M+K}$ с увеличением прочности керамзита требуется меньший расход цемента для получения фиксированных значений E_6 , однако с повышением расхода кварцевого песка расходы цемента керамзитобетонов на керамзитах прочностью $1,3, 3,5$ и 4 МПа сближаются. По границам, очерченным линиями $1-1$ (для кассетного формирования) и $1'-1'$ (для горизонтального формирования), расходы цемента керамзитобетона на керамзите $R_k=1,3$ и $3,5$ МПа становятся одинаковыми. При дальнейшем повышении $\frac{M}{M+K}$ расходы цемента для керамзитобетона на керамзите $R_k=1,3$ и 4 МПа по граничным линиям $2-2$ и $2'-2'$ также сравниваются:

Однако во всем исследуемом интервале $\frac{M}{M+K}$ для получения равных E_6 для керамзитобетона на керамзите $R_k=3,5$ МПа требуется больший расход цемента, чем для керамзитобетона на керамзите $R_k=4$ МПа.

Повышенные значения E_6 керамзитобетона на керамзите $R_k=1,3$ МПа по сравнению с аналогичной характеристикой керамзитобетона $R_k=3,5$ и 4 МПа объясняется влиянием растягивающих

напряжений σ_p^{uc} ($\sigma_{ц.к.}^{uc}$), возникающих в растворе (цементном камне) от его усадки.

Известно, что от усадки раствора (цементного камня) происходит обжатие заполнителя и в нем возникают сжимающие напряжения, а в растворе (цементном) каркасе — растягивающие. По данным работы [3], они могут достигать $\sigma_p^{uc} \leq 0,4 R_k$. Чем выше модуль упругости заполнителя (E_3), тем больше в растворе (цементном) каркасе σ_p^{uc} ($\sigma_{ц.к.}^{uc}$), способствующие его разрушению. По этой причине трещиностойкость легких бетонов выше, чем тяжелых [3]. Если не учитывать влияние σ_p^{uc} то можно считать, что для конструктивных легких бетонов, у которых обычно $E_3 < E_p$ оптимальным отношением является $E_3/E_p=1$ [4].

Однако повышение модуля упругости керамзита E_k не однозначно связано с E_6 . Так, увеличение E_k снижает концентрацию напряжений в цементном камне (растворе) при действии внешней нагрузки ($E_k/E_p \rightarrow 1$), но в период формирования структуры бетона от усадки цементного камня в нем повышаются растягивающие напряжения $\sigma_{ц.к.}^{uc}$. Известно, что повышение концентрации плотного заполнителя в цементной матрице способствует росту в ней растягивающих напряжений от усадки цемента [5]. Поэтому с уменьшением концентрации керамзита (повышением концентрации кварцевого песка) в бетоне возрастает $\sigma_{ц.к.}^{uc}$. Следовательно, при большом объеме кварцевого песка в бетоне повышается вероятность образования микротрещин в цементном камне как в период формирования его структуры, так и при действии внешней нагрузки.

Непрочный керамзит способен компенсировать в большей мере σ_p^{uc} ($\sigma_{ц.к.}^{uc}$), чем прочный. Это и обуславливает равенство E_6 керамзитобетона на непрочном и прочном керамзитах при равных значениях $\frac{M}{M+K}$ (граничные линии $1-1, 1'-1', 2-2, 2'-2'$). При дальнейшем снижении концентрации керамзита влияние σ_p^{uc} значительно превалирует над влиянием E_k : E_6 керамзитобетона на непрочном керамзите становится выше E_6 керамзитобетона на прочных керамзитах.

С повышением расхода цемента ($\frac{M}{M+K} > 250 \text{ кг/м}^3$) при $\frac{M}{M+K}=\text{const}$ $E_k/E_p \ll 1$. Поэтому для выравнивания E_6 керамзитобетона на непрочном и прочном керамзитах необходимо увеличивать $\frac{M}{M+K}$. Этим и объясняется наклон линий $1-1, 1'-1', 2-2$ и $2'-2'$.

Поскольку число дефектов концентраторов напряжений в растворе керамзитобетона кассетного формирования больше, чем в растворе керамзитобетона горизонтального формирования, граничным линиям $1-1$ и $2-2$ соответствуют более высокие значения $\frac{M}{M+K}$, чем линиям $1'-1'$ и $2'-2'$.

В результате анализа результатов установлено, что для внутренних несущих и звукоизолирующих стен по технико-экономическим показателям целесообразно применять керамзитобетон с малой концентрацией керамзита $\frac{M}{M+K} = 0,6...0,71$ ($400-350 \text{ л/м}^3$).

Керамзит низкой прочности, используемый в теплоизоляционных бетонах для наружных стен, годен и для конструктивного бетона марок М100—М250 с малой концентрацией керамзита.

Исследование звукоизоляции межквартирных стен толщиной 200 мм из керамзитобетона марок М100, М200 при $\frac{M}{M+K} = 0,67...0,7$ [$\gamma_6 = 1470...1820 \text{ кг/м}^3$; $E_6 = (98...161)10^2 \text{ МПа}$], отформованных в кассетах на заводе ЖБИ № 6 в Новокуйбышевске и смонтированных в жилом доме серии 99, показало наличие резерва индекса изоляции воздушного шума ($I_b = 51,4...52,6 \text{ дБ}$) в $1,4-2,6 \text{ дБ}$. Это дает основание считать, что внутренние стены толщиной 180 мм из керамзитобетона марки М150 при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ надежно обеспечат $I_b = 50 \text{ дБ}$.

Следует отметить, что на заводе ЖБИ № 6 при кассетном формировании внутренних стен из керамзитобетона при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ с $O. K. = 4...10 \text{ см}$, он не расслаивался.

Экономический эффект от внедрения панелей внутренних стен из керамзитобетона марки М150 при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ на заводе ЖБИ № 6 треста «Железобетон» для 9-этажных домов серии 99 за 10 мес 1983 г. составил $25,8$ тыс. руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крейтан В. Г. Обеспечение звукоизоляции при конструировании жилых зданий. М., Стройиздат, 1980.

2. Крейтан В. Г., Смирнов А. Е., Симбирский В. И. Методика и результаты исследования коэффициентов потерь на крупных образцах. — Экспресс-информация «Жилищно-гражданское строительство», 1983, № 6.

3. Мещкаускас Ю. И. Конструктивный керамзитобетон. М., Стройиздат, 1977.

4. Демьянова В. С. Исследование деформативных свойств конструктивного бетона на глинозольном керамзите. — Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Пенза, 1979.

5. Горчаков Г. И. Состав, структура и свойства цементных бетонов. М., Стройиздат, 1976.

расход цемента для получения фиксированных значений $\gamma_{эфв}$ керамзитобетона кассетного формирования (при $\frac{M}{M+K} > 375 \text{ кг/м}^3$) на керамзите R_k , равном $1,3, 3,5$ и 4 МПа, обеспечивается соответственно при $\frac{M}{M+K}$ равном $0,65-0,77, 0,57-0,77$ и $0,57-0,77$; а для керамзитобетона горизонтального формирования — при $\frac{M}{M+K}$, составляющем $0,6-0,71, 0,53$ и $0,41-0,53$.

Стоимость 1 м^3 керамзитобетона прямо пропорционально увеличивается с возрастанием расхода цемента и убы- вает с повышением $\frac{M}{M+K}$ (см. рисунок).

В результате анализа результатов установлено, что для внутренних несущих и звукоизолирующих стен по технико-экономическим показателям целесообразно применять керамзитобетон с малой концентрацией керамзита $\frac{M}{M+K} = 0,6...0,71$ ($400-350 \text{ л/м}^3$).

Керамзит низкой прочности, используемый в теплоизоляционных бетонах для наружных стен, годен и для конструктивного бетона марок М100—М250 с малой концентрацией керамзита.

Исследование звукоизоляции межквартирных стен толщиной 200 мм из керамзитобетона марок М100, М200 при $\frac{M}{M+K} = 0,67...0,7$ [$\gamma_6 = 1470...1820 \text{ кг/м}^3$; $E_6 = (98...161)10^2 \text{ МПа}$], отформованных в кассетах на заводе ЖБИ № 6 в Новокуйбышевске и смонтированных в жилом доме серии 99, показало наличие резерва индекса изоляции воздушного шума ($I_b = 51,4...52,6 \text{ дБ}$) в $1,4-2,6 \text{ дБ}$. Это дает основание считать, что внутренние стены толщиной 180 мм из керамзитобетона марки М150 при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ надежно обеспечат $I_b = 50 \text{ дБ}$.

Следует отметить, что на заводе ЖБИ № 6 при кассетном формировании внутренних стен из керамзитобетона при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ с $O. K. = 4...10 \text{ см}$, он не расслаивался.

Экономический эффект от внедрения панелей внутренних стен из керамзитобетона марки М150 при $\frac{M}{M+K} = 0,7$ на заводе ЖБИ № 6 треста «Железобетон» для 9-этажных домов серии 99 за 10 мес 1983 г. составил $25,8$ тыс. руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крейтан В. Г. Обеспечение звукоизоляции при конструировании жилых зданий. М., Стройиздат, 1980.

2. Крейтан В. Г., Смирнов А. Е., Симбирский В. И. Методика и результаты исследования коэффициентов потерь на крупных образцах. — Экспресс-информация «Жилищно-гражданское строительство», 1983, № 6.

3. Мещкаускас Ю. И. Конструктивный керамзитобетон. М., Стройиздат, 1977.

4. Демьянова В. С. Исследование деформативных свойств конструктивного бетона на глинозольном керамзите. — Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Пенза, 1979.

5. Горчаков Г. И. Состав, структура и свойства цементных бетонов. М., Стройиздат, 1976.

С. А. МИРОНОВ, д-р техн. наук, проф., И. И. КУРБАТОВА, канд. хим. наук,
С. А. ВЫСОЦКИЙ, канд. техн. наук, Г. С. ШЕВЧЕНКО, инж. (НИИЖБ);
Ю. В. СОРОКИН, инж. (НИЛ ФХММ и ТП)

Свойства бетонов на алинитопортландцементях

В проведенных исследованиях [1, 2] выявлены достоинства алинитовых цементов: экономичность, быстрое твердение, повышенная прочность в условиях тепловой обработки, способность к твердению при отрицательных температурах до -5°C . В то же время установлено, что область применения бетонов на их основе ограничена вследствие непостоянного состава алинитовых цементов, пониженной их морозостойкости, а также наличия хлорсодержащих соединений, способствующих коррозии стальной арматуры. Для расширения применения алинитового цемента в строительстве были предложены алинитоортландцементы (АПЦ) — смешанные вяжущие на основе портландцемента с заменой части его алинитовым цементом (до 30%), начато изучение их свойств [3].

Нами были исследованы также свойства бетонов на основе АПЦ и получено дополнительное обоснование рационального его состава. Применялись вяжущие, изготовленные на основе портландских клинкеров и цементов Ахангаранского и Воскресенского цементных заводов и различных опытных и опытно-промышленных партий алинитовых цементов, полученных на экспериментальных установках НИИСтромпроект и на ахангаранской технологической линии. Изготовление смешанных вяжущих, содержащих преимущественно 30% алинитового цемента, а также портландцемента Ахангаранского завода, осуществлялось в НИЛ ФХММ и ТП. Алинитоортландцемент готовили путем смешивания раздельно смолотых в лабораторной шаровой мельнице исходных компонентов с ограниченной загрузкой мелющих тел. Общее содержание хлора в алинитовых цементах составляло 2,5—2,7% массы, что близко к верхнему пределу содержания хлора в этих вяжущих, принятому по действующим техническим условиям (равному 2,5%). Результаты рентгенографического анализа показали, что алинитовые цементы содержали 59—68% алинита и 15—28% белита, причем характерной особенностью опытно-промыш-

ленных партий являлось повышенное количество белита при меньшем содержании алинитовой составляющей.

Эксперименты показали, что бетоны на основе АПЦ не только обладают значительно лучшими свойствами по сравнению со свойствами бетонов на алинитовых цементах, но имеют преимущества даже перед портландцементными бетонами. Приведенные ниже результаты получены при испытаниях образцов нормального твердения размером $10 \times 10 \times 10$ см (при определении прочности на сжатие и морозостойкости) и $10 \times 10 \times 40$ см (при определении призмной прочности, статического модуля упругости и усадке). Заполнители — речной кварцевый песок с $M_{кр} = 2$ и гранитный щебень фракции 5—20 мм.

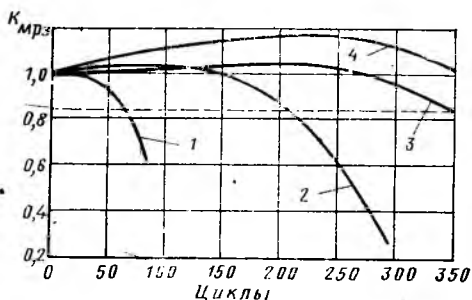


Рис. 1. Морозостойкость бетонов нормально-го твердения

1 — алинитовый цемент опытно-промышленной партии; 2 — ахангаранский портландцемент; 3 — алинитоортландцемент; 4 — ахангаранский портландцемент с добавкой 2% CaCl_2

Как видно из рис. 1, несмотря на низкую морозостойкость бетона нормально-го твердения в течение 28 сут, приготовленного на алинитовом цементе, и морозостойкость портландцементного бетона аналогичного состава, составляющую примерно 200 циклов (по ГОСТ 10060—76 при 3 циклах испытаний в сутки), бетон на основе АПЦ характеризуется показателем более 300 циклов. Полученные

данные соответствуют благоприятному влиянию CaCl_2 на морозостойкость бетона на портландцементе, которая составляет еще большую величину (более 350 циклов).

Установлено также (табл. 1), что, несмотря на пониженную активность алинитового цемента, бетонные образцы состава 1:2,58:3,85 с $B/C = 0,6$ на основе АПЦ обладают большей механической прочностью (на 14—17%) и несколько большим значением модуля упругости (на 6%) по сравнению с образцами на портландцементе.

Кроме того, они показывают и более быстрый темп твердения, опережая портландцементный бетон в 1,2—1,4 раза по скорости роста прочности в возрасте 1—3 сут и практически сохраняя скорость твердения образцов на алинитовом цементе.

Благоприятное влияние алинитовой составляющей объясняется присутствием в жидкой фазе хлоридов, способствующих увеличению степени гидратации портландцемента и принимающих участие в образовании гидрохлоралюминатов кальция. Кроме того, при перемешивании компонентов АПЦ происходит активизация клинкерных зерен, его составляющих.

Эксперименты показали, что введение в состав портландцемента обладающих высокими усадочными деформациями алинитовых цементов незначительно отражается на деформативности и трещиностойкости бетона. В частности, усадка бетона нормально-го твердения состава 1:2,56:3,85 с $B/C = 0,6$ (О.К. = 1...3 см) на алинитоортландцементе, определенная по ГОСТ 24544—81, всего лишь на 12% выше, чем у образцов на портландцементе (рис. 2, а). Трещиностойкость определяли по методике МИИТ на растворных образцах размером $4 \times 4 \times 16$ см, аналогичных по составу растворной части бетона. Коэффициент трещиностойкости, равный отношению прочности при изгибе водонасыщенных образцов, выдержанных затем в воздушно-сухих условиях, и образцов, испытанных в водонасыщенном состоянии, для алинитоортланд- и портландцемента составляет близкую величину, в то время как образцы на алинитовом цементе вследствие их значительной усадки, а также тонкокапиллярной структуры характеризуются меньшим его значением (рис. 2, б).

Таким образом, рассмотренные данные свидетельствуют о целесообразности изготовления бетонов на АПЦ с ограниченным содержанием алинитовой составляющей (30%). В дальнейшей экспериментах было получено дополнительное обоснование применения АПЦ по данным о химическом составе цементного камня и его жидкой фазе.

Определение в кинетике составов жидких фаз и содержания легкорастворимых соединений хлора выявило существенные отличия алинитоортландцемента от алинитовых и от портландцементов. Как известно, при введении в портландцемент хлорида кальция концентрация хлоридов в жидкой фазе в ходе гидратации непрерывно снижается в результате их связывания в труднорастворимый гидрохлоралюминат кальция [4]. У алинитовых цементов первоначально наблюдается увеличение концентрации хлоридов в жидкой фазе, которая после 12—16 ч нормально-го твердения стабилизируется,

Таблица 1

Вид цемента	Суд, см ³ /г	Остаток на сите № 008, %	Активность цементов (по ГОСТ 310-4-76), МПа	Показатели бетонов					
				R сж, МПа, в			R ²⁸ пр, МПа	E ²⁸ стат × 10 ⁶ , МПа	
				1	3	28			
Портландцемент Воскресенского завода	3700	14	7,1/36,5*	6,4	10,8	24,5	18,6	2,69	
Алинитоортландцемент	4000	13,5	7,0/40,9	10,3	15,2	28,1	21,8	2,85	
Алинитовый цемент опытно-промышленной партии	4100	12	5,2/33	8,9	13,0	23,9	16,5	2,21	

*Перед чертой — при изгибе, после черты — на сжатие.

УДК 693.547.3

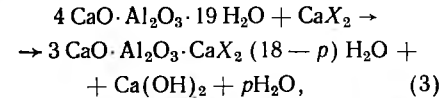
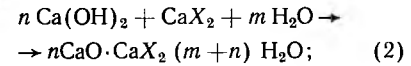
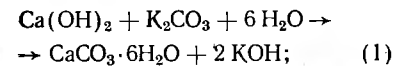
А. В. ЛОГАЙДА, канд. техн. наук (НИИБ)

Зимнее бетонирование с использованием противоморозных добавок к бетону

Для дальнейшего совершенствования безобогревного метода зимнего бетонирования, основанного на затворении смеси растворами соединений, понижающими температуру замерзания воды, необходимо прежде всего установить основные закономерности, обуславливающие эффективность их применения в качестве противоморозных добавок к бетону.

Такие добавки изменяют физико-химические свойства воды затворения, электрокинетические свойства цементных частиц, растворимость исходных и образующихся фаз, а также фазовый состав продуктов гидратации. Учитывая сравнительно большие их дозировки и специфические условия твердения бетона, наиболее вероятно, что степень влияния противоморозных добавок на ускорение твердения бетона при низких положительных и отрицательных температурах главным образом зависит от способности добавок участвовать в процессах гидратации с образованием новых фаз.

Известно, что введение противоморозных добавок при гидратации портландцемента в условиях отрицательной температуры способствует образованию в основном окиселей и двойных солей-гидратов по уравнениям:



где X — ионы Cl^- , NO_2^- , или NO_3^- а n, m и p — стехиометрические коэффициенты.

По уменьшению растворимости гидратные продукты располагаются в последовательности $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{CaO} \times \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} > \text{CaO} \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 3\text{H}_2\text{O} > 3\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O} > \text{CaCO}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ и $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 19\text{H}_2\text{O} > 3\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O} > 3\text{CaO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O} > 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O} > 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \times 11\text{H}_2\text{O}$. Из сопоставления этих данных с нарастающим прочностью бетонов с противоморозными добавками следует,

возрастает, стабилизируясь к 12—16 ч на максимальном уровне (≈ 150 мг·экв/л). Однако этот уровень значительно ниже не только по сравнению с алининовым цементом, но также и по сравнению с портландцементом, содержащим 2% CaCl_2 . В отличие от алининовых цементов, у которых в ходе гидратации непрерывно повышается содержание легко растворимых хлорсодержащих соединений, у алинио-портландцемента содержание легко растворимых соединений хлора стабилизируется через 1 ч после затворения и в последующие сроки практически не меняется, оставаясь существенно меньше, чем у портландцемента с добавкой 2% CaCl_2 (табл. 2).

Таблица 2

Время, сут	Содержание хлоридов в составе легко растворимых хлорсодержащих соединений, %, в гидратирующихся цементах		
	АПЦ	алининовом	ахангаранском портландцементе с 2% CaCl_2
0	0,13	0,55	1,28
1	0,31	0,80	1,14
3	0,21	1,05	0,90
7	0,24	1,12	0,83
28	0,31	1,32	0,83
90	0,21	1,35	0,66
180	0,23	1,34	0,55
365	0,28	1,45	0,43

При условии соблюдения высокой однородности алинио-портландцементов это обстоятельство предполагает близкую опасность коррозионного поражения стальной арматуры в бетонах на их основе в сравнении с бетонами на портландцементе с добавкой 2% CaCl_2 .

Таким образом, анализ проведенных нами комплексных исследований свойств бетонов и цементного камня позволяет рекомендовать вяжущие на основе портландцемента с ограниченным содержанием алининового цемента (до 30%) для опытно-промышленного, а затем и промышленного изготовления бетонных и некоторых железобетонных изделий и конструкций. Область их применения может быть принята идентичной бетонам на портландцементе с добавкой до 2% CaCl_2 по действующим нормативным документам. Использовать АПЦ целесообразно в монолитных конструкциях, возводимых при отрицательных температурах, а также для бетона, укладываемого на вечномерзлый грунт. Изготовление АПЦ должно осуществляться на цементных заводах при обеспечении строгого контроля за составом вяжущего и его однородностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев С. Н., Миронов С. А., Высокый С. А. и др. Свойства бетонов на алининовых цементах. — Бетон и железобетон, 1982, № 6.
- Черкинский Ю. С., Свечин Н. В., Никонов М. Р. и др. Бетон на алининовом цементе. — Бетон и железобетон, 1982, № 1.
- Свечин Н. В., Литвинова В. А., Сорокин Ю. В. и др. Алинио-портландцемент. — В кн.: Исследование бетонов на алининовых цементах. М., НИИЖБ, 1982.
- Курбатова И. И. Химия гидратации портландцемента. М., Стройиздат, 1977.
- Курбатова И. И., Абрамкина В. Г., Шевченко Г. С. Гидратация алининовых цементов на ранних стадиях. Сб. кратких тезисов докладов на VI Всесоюзном научно-техническом совещании по химии и технологии цемента. М., 1982.

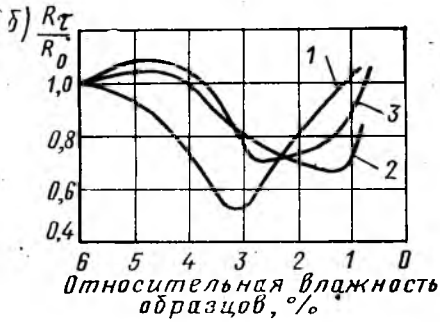
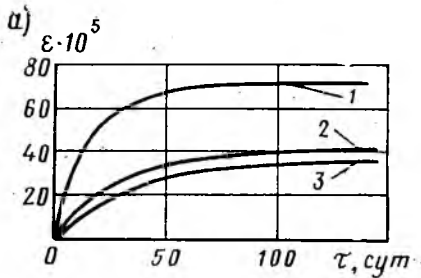


Рис. 2. Усадочные деформации бетонов (а) и трещиностойкость растворов (б) нормального твердения
1 — алининовый цемент опытно-промышленной партии; 2 — алинио-портландцемент; 3 — воскресенский портландцемент

достигнув сравнительно высокого значения (≈ 400 мг·экв/л) [5].

У алинио-портландцемента концентрация хлоридов в жидкой фазе в течение 4 ч непрерывно уменьшается (рис. 3). В этот период хлориды, поступающие в жидкую фазу из алининового цемента, интенсивно связываются в гидрохлоралюминат кальция алюминатами, переходящими в нее из портландцементной составляющей. В последующие часы концентрация хлоридов в жидкой фазе в результате доминирующего влияния растворяющегося алининового компонента

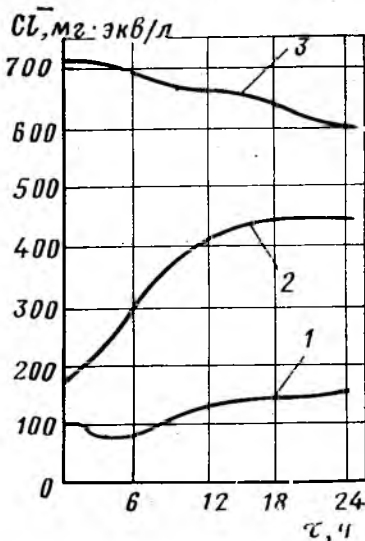


Рис. 3. Изменение содержания хлоридов в жидкой фазе при гидратации цементов
1 — алинио-портландцемент; 2 — алининовый опытно-промышленной партии; 3 — ахангаранский с добавкой 2% CaCl_2

что образование новых фаз способствует интенсификации процессов гидратации минералов порландцементного клинкера, усилывающейся с уменьшением растворимости этих фаз. При этом скорость гидратации клинкерных минералов в растворах противоморозных добавок определяется в основном природой аниона добавки, который при образовании насыщенной и пересыщенной по гидроксиду кальция жидкой фазы определяет состав образующих новых фаз.

Поскольку трудно предположить использование какого-либо соединения, приводящего к образованию более труднорастворимого продукта, чем $\text{CaCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, то большая интенсификация процесса твердения бетона при отрицательных температурах маловероятнее, чем при введении добавки поташа. Однако из-за быстрого загустевания смеси с добавкой этой соли, а также неблагоприятного ее воздействия на формирование структуры и свойства бетона применение поташа целесообразно не во всех случаях.

Эффективность применения в качестве противоморозных добавок соединений, заметно понижающих температуру замерзания воды и имеющих один и тот же анион, можно оценить по их влиянию на активность воды. При одной и той же активности воды в растворе ее взаимодействие с минералами порландцементного клинкера проходит быстрее, если ионы растворенного вещества изменяют активность воды преимущественно в результате вторичной гидратации. При этом наиболее вероятно, что чем больше объем вторичной гидратной оболочки, тем выше растворимость вещества.

Если выразим через число Авагадро число молекул воды, содержащихся в 100 г воды, и число молекул растворенного вещества, образующего насы-

щенный раствор при данной температуре, то получим уравнение

$$N = \frac{100 A_n}{(1 - 0,01 A_n) S} \quad (4)$$

где N — количество воды, связанной при гидратации ионов; A_n — концентрация раствора; S — растворимость вещества при данной температуре.

На рис. 1 приведены данные по количеству воды, связанной в гидраты в 10%-ных растворах хлористых солей, и прочность бетона, затвержденного растворами указанной концентрации. Несмотря на то что активность воды применительно к бетону не учитывает ее связывания с минералами порландцементного клинкера, а также взаимодействия добавок или их ионов с продуктами гидратации порландцемента, постоянно изменяющих состав жидкой фазы, при большем значении N при определенной температуре выше прочность бетона. Величина N количественно согласуется с прочностью бетона, несмотря на то, что катион добавки оставался в жидкой фазе (для NaCl и KCl), входил в состав новой гидратной фазы (для CaCl_2) либо образовывал гелеобразный продукт (для FeCl_3).

Таким образом, определив значение N по формуле (4), можно без проведения экспериментальных исследований оценить эффективность нового соединения, способного понижать температуру замерзания воды, в качестве противоморозной добавки к бетону в сравнении с известным соединением, имеющим такой же анион. Такие же расчеты можно выполнить и для различных сочетаний добавок, например, с целью утилизации многотоннажных отходов промышленности.

Поскольку вряд ли возможно в большей степени, чем это известно, интенсифицировать процесс твердения бето-

на при отрицательных температурах путем разработки новых противоморозных добавок, то применение таких бетонов с получением требуемой расклубочной прочностью в короткие сроки возможно при выдерживании конструкций по методу термоса либо с частичным обогревом (прогревом). Вторым направлением может быть завышение марки бетона против проектной. Такой прием при бетонировании конструкций в холодную погоду широко применяется за рубежом. В нашей стране он используется редко из-за неизбежного в этом случае перерасхода цемента.

Однако сократить время выдерживания бетона в настоящее время можно и без перерасхода цемента. Вводя в состав бетонной смеси добавку эффективного пластификатора, не замедляющего твердение бетона, можно снизить расход воды на 15—25% и за счет этого повысить марку бетона по сравнению с исходным составом на 1—2 ступени, а главное — ускорить набор бетоном прочности на начальном этапе выдерживания.

Для наиболее интенсивного твердения бетона на морозе в его состав необходимо вводить оптимальное количество противоморозной добавки, которое сохраняет в бетоне достаточное для протекания процессов гидратации количество жидкой фазы и исключает увеличение ее объема при частичном переходе воды в лед. При невыполнении этого условия структура бетона может нарушиться и ухудшиться строительно-технические свойства материала. Уменьшение его прочности при введении в смесь избыточного количества добавки вызвано тем, что с повышением концентрации раствора активности молекул воды из-за гидратации ионов уменьшается (рис. 2). Поэтому при отсутствии замораживания прочность бетона всегда обратно пропорциональна количеству введенной противоморозной добавки.

При учете специфики замерзания водного раствора с исходной массовой концентрацией A_n при охлаждении его по линии ликвидуса до образования раствора массовой концентрации A_k количество образующегося льда i можно определить по уравнению

$$i = \frac{100 \left(1 - \frac{A_n}{A_k}\right)}{1 - 0,01 A_n} \quad (5)$$

из которого следует, что

$$A_n = \frac{(100 - i) A_k}{100 - 0,01 i A_k}$$

Анализ экспериментальных значений оптимальных дозировок для традиционных противоморозных добавок показал, что в зависимости от природы добавки льдистость бетона, определенная по формуле (6), составляет 45—60%.

По формуле (6) можно определить и количество противоморозного компонента в составе комплексной добавки. В качестве примера в табл. 1 приведены данные расчета для раствора нитрата натрия при $i=60\%$. Расчетные значения оптимальной дозировки хорошо подтверждаются экспериментально

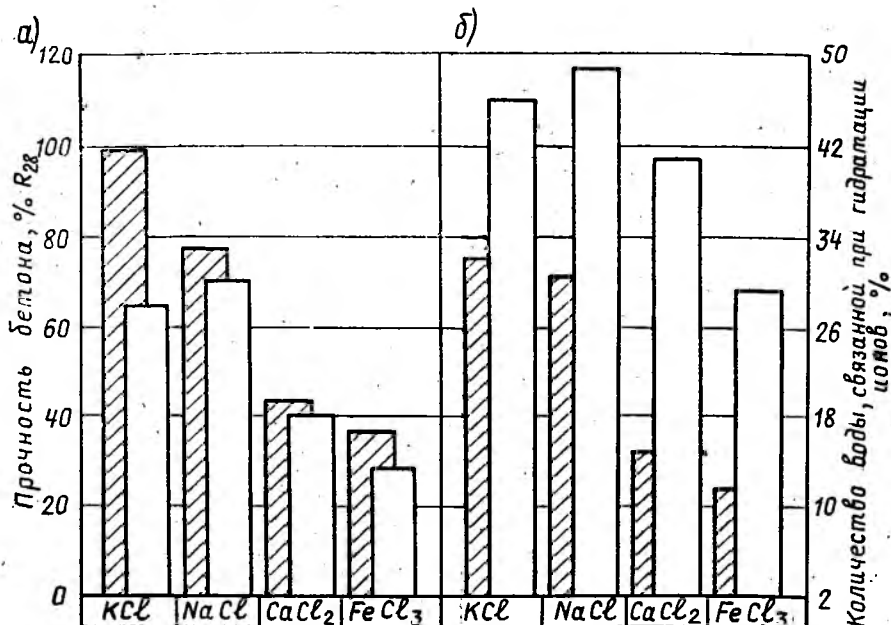


Рис. 1. Прочность бетона \square через 28 сут твердения при -5°C (а) и последующем 28-суточном выдерживании в нормальных условиях (б) и количество воды, связываемой ионами добавок при -5°C (а) и $+20^\circ\text{C}$ (б).

(рис. 3). При этом экспериментальные значения оптимальных дозировок меньше расчетных, поскольку формула (6) не учитывает изменения количества жидкой фазы, понижения температуры замерзания в тонких порах и капиллярах.

Таблица 1

Температура твердения бетона, °С	Концентрация раствора, %		Дозировка добавки, % массы цемента, для бетона с В/Ц		
	A_K	A_H	0,3	0,4	0,5
-5	10,5	6,06	1,3	1,8	2,2
-10	18,8	11,30	2,5	3,4	4,2
-15	24,3	15,01	3,4	4,6	5,7

В НИИЖБ исследовали композиции комплексных добавок, содержащие противоморозную добавку и добавку эффективного пластификатора. В качестве пластификатора изучали разжижитель С-3 и пластификатор адипиновый ПАЩ-1. Аналогичные результаты можно получить и при использовании других добавок, не замедляющих твердение бетона, таких как упаренная последрожевая барда УПБ, или любого пластификатора на нафталинформальдегидной или меламиноформальдегидной основе.

На основании исследований интенсивности твердения бетона при различных отрицательных температурах, анализа возможных температурных режимов остывания бетона в зависимости от массивности конструкций (модуля поверхности $M_{пл}$), их утепления (коэффициента теплопередачи опалубки и теплоизоляции K) и температуры наружного воздуха (t_n) установлено, что введение в бетонные смеси комплексных противоморозных добавок при содержании противоморозного компонента 2—6% массы цемента вместо применяемых в настоящее время 4—15% позволяет возводить монолитные конструкции с набором 50—100% проектной прочности при температурах наружного воздуха до -35°C (табл. 2).

Из этих данных видно преимущество комплексных противоморозных добавок (НК+ПАЩ-1, НН+ПАЩ-1, ННХК+ПАЩ-1, НН+С-3) по сравнению с традиционными (НН, ХН+ХК, П). Однако они заметно интенсифицируют процесс твердения бетона при температурах до -15°C , поэтому при температуре воздуха ниже указанной при замоноличивании стыков сборных конструкций, возведении тонкостенных конструкций в неутепленной опалубке, а также при использовании неподогретой бетонной смеси в ее состав необходимо вводить традиционную добавку поташа или ННХК.

Комплексные противоморозные добавки позволяют не только расширить номенклатуру конструкций, возводимых безобогревным методом, уменьшить стоимость 1 м³ бетона, экономить энергию и трудозатраты, в 2—3 раза увеличить объем укладываемого бетона при тех же фундаментах на добавки, но и получить бетон более высокого качества, например, по морозостойкости (табл. 3).

Высокая морозостойкость бетона с комплексными противоморозными добавками обусловлена низким В/Ц, спо-

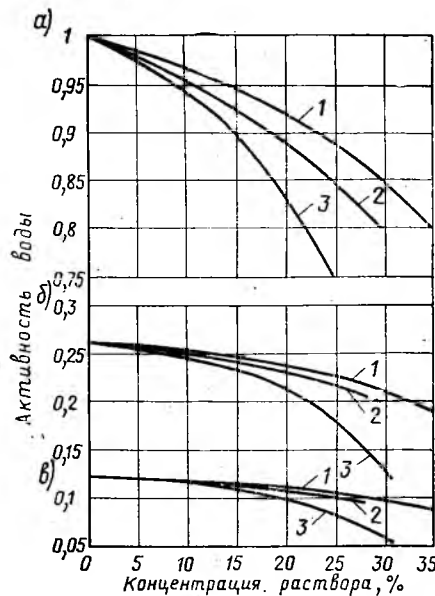


Рис. 2. Активность воды в растворах K_2CO_3 (1), $NaNO_2$ (2) и $CaCl_2$ (3) при $+20$ (а), 0 (б) и -10°C (в)

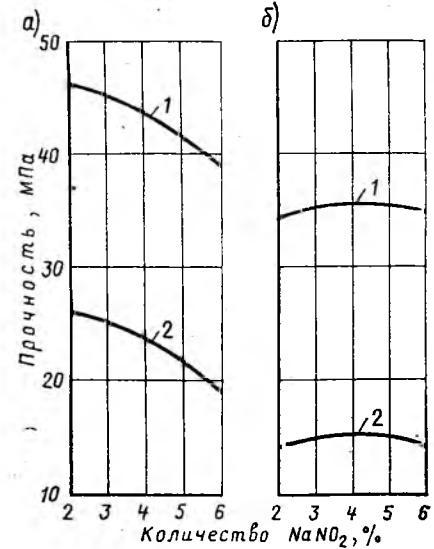


Рис. 3. Зависимость прочности бетона с добавкой НН+С-3, твердевшего 28 сут при температуре -5°C (1) и -15°C (2), от количества нитрита натрия а — В/Ц=0,3; б — В/Ц=0,45

собствующим созданию минимальной капиллярной пористости цементного камня, а также дополнительно вовлеченным воздухом в виде микропузырьков, получаемым при введении добавок С-3 и особенно ПАЩ-1. Кроме того, изменяется механизм нарушения структуры бетона при попеременном его замораживании и оттаивании в растворе соли. При за-

мораживании обычного бетона, поры которого насыщены раствором ХН, наблюдается переохлаждение и замерзание этого раствора в уже промерзшем бетоне с возникновением гидростатического давления и ускоренным разрушением материала. В бетоне с противоморозными добавками, жидкая фаза которого представляет собой раствор электролита, возможность переохлажде-

Таблица 2

$R, \%$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$M_{пл}, \frac{K}{m^2 \cdot \text{Вт}} (\frac{m^3 \cdot \text{C}}{m^2 \cdot \text{C}})$	Время выдерживания сут. бетона с добавкой							
			НН	НК+ПАЩ-1	ХН+НК	НН+ПАЩ-1	П	ННХК+ПАЩ-1	НН+С-3	
50	-15	20	7	2,8	3,2	3	3	1,9	2,2	
		40	80	11	11	8	10,5	2,5	2,6	
		60	90	—	80	23	17,5	3,5	3,4	
	-25	20	—	7,5	—	—	9	5	2,7	2,5
		40	—	—	—	—	26	3,5	3,2	
		60	—	—	—	—	28	—	16	
-35	20	—	—	—	—	—	3,5	3		
70	-15	20	—	8	8	7	18,5	3,3	3,6	
		40	—	—	—	25	51	4,5	4,5	
		60	—	—	—	—	52	—	11	
	-25	20	—	—	—	—	—	4,3	3,8	
		40	—	—	—	—	—	—	18	
		60	—	—	—	—	—	—	—	
-35	20	—	—	—	—	—	7,5	6		
100	-15	20	—	45	—	48	—	12	11	
		40	—	—	—	—	—	—	25	
		60	—	—	—	—	—	—	37	
	-25	20	—	—	—	—	—	—	28	

Примечание. Бетон марки М300 без добавки приготовлен на портландцементе марки 400 с расходом 350 кг/м³ и с температурой после укладки и уплотнения смеси 15°C .

Таблица 3

Добавка, % массы цемента	В/Ц	Прочность образцов перед испытаниями, МПа	Коэффициент морозостойкости после прохождения циклов замораживания и оттаивания	
			200	300
Без добавки	0,5	36,4	1,0/0,58*	0,76/—
4% НК+0,4% ПАЩ-1	0,38	35,8	1,13/1,08	0,93/0,98
2% НН+0,4% ПАЩ-1	0,38	33,0	1,19/1,02	1,20/0,97
2% ННХК+0,4% ПАЩ-1	0,38	52,3	0,98/1,0	0,90/0,85
2% НН+0,7% С-3	0,38	50,5	1,12/1,15	1,14/0,91

* После прохождения 107 циклов.

Примечание. До черты — при оттаивании в воде после черты — в 5%-ном растворе ХН.

ния порового раствора значительно уменьшена.

Выводы

Интенсивность твердения бетона при отрицательных температурах зависит от растворимости образующей новой фазы, состав которой определяется природой аниона противоморозной добавки: чем меньше растворимость новой фазы, тем интенсивнее твердение бетона.

Влияние соединений, имеющих один и тот же анион, на нарастание прочности бетона количественно можно оценивать расчетом. Это позволяет без экспериментальным путем устанавливать эффективность новых соединений, способных понижать температуру замерзания воды, в сравнении с известными, имеющими такие же анионы.

Оптимальное количество противоморозных добавок, обеспечивающее получение наиболее высоких прочностных показателей бетона, можно прогнозировать при учете частичного льдообразования в бетоне, не приводящего к нарушению его структуры.

Введение в состав бетонной смеси противоморозных добавок (НК, НН, ННХК и др.) в сочетании с эффективными пластификаторами (С-3, ПАЩ-1, УПБ и др.) позволяет уменьшить дозировку противоморозного компонента до 2—6% массы цемента (вместо 4—15%), снизить расход воды на 15—25%, а за счет этого ускорить набор бетоном прочности и возводить безобогревным методом монолитные конструкции, нагружаемые уже в зимний период строительства.

Комплексные противоморозные добавки позволяют расширить номенклатуру и объем конструкций, возводимых безобогревным способом, уменьшить стоимость 1 м³ бетона за счет сокращения расхода противоморозного компонента и времени выдерживания конструкций, получать более долговечный бетон.

Вопросы экономики

УДК 69.003:658.012.2

А. З. ЕФИМЕНКО, канд. техн. наук (НИИЭС); А. Н. РЫБКО, инж. (ИППИ АН СССР)

Применение ЭВМ при формировании планов выпуска изделий

Важнейшими для четкой работы строительного конвейера являются выпуск необходимой номенклатуры конструкций и деталей, увязка реальных возможностей производства изделий с потребностями объектов строительства, комплектная и своевременная поставка изделий.

В настоящее время вопросы невозможно решить без использования ЭВМ, современных средств приема, передачи, и переработки информации, включая мини-ЭВМ, СМ-4, «Искра-226», СМ-1800 и т. д. [1].

В связи с этим авторами рассмотрены вопросы моделирования формирования с помощью ЭВМ проекта календарно-суточного плана производства широкой номенклатуры железобетонных изделий на технологической линии завода ЖБИ в увязке с потребностями строительных организаций.

Данная задача является частью подсистемы оперативного управления производством в составе АСУП завода ЖБИ.

На заводе ЖБИ с агрегатно-поточной схемой производства существует ежедневный план по отгрузке некоторого числа определенных изделий на стройплощадки.

Потребности в изделиях удобно задавать в виде векторов

$$F(t) = \{f_{1;t}; f_{2;t}; \dots; f_{j;t}\},$$

где $f_{j;t}$ — число изделий j -го вида, которые данному предприятию необходимо отгрузить на стройплощадки в t -й день, $1 \leq t \leq T$, причем t — дата (день) конца планируемого периода.

На складе готовой продукции имеется запас изделий каждого вида F_j ; $1 \leq j \leq J$. По каждому виду j задан страховый запас изделий q_j , $1 \leq j \leq J$.

Каждому виду изделий j соответствует свой вид бортоснастки, а также известны:

максимальное число форм для производства N_j ; в случае, когда данный вид изделий можно изготавливать в различных формах, N_j — суммарное их число. Аналогично: если несколько видов изделий можно выпускать в одной форме, то она входит в N_j для соответствующих видов;

a_j — максимальное возможное число замен форм и бортоснастки при произ-

водстве j -го вида изделий (число переналадок);

I_j — число изделий j -го вида, которое можно разместить в одной форме данного вида;

$N_{j,v}$ — число форм j -го вида, действующих перед началом планирования.

Кроме того, заданы следующие характеристики данной технологической линии: N — максимальное число форм в производственном цикле; $\gamma_{(j)}$ — объем одного изделия j -го вида, м³; A — максимальное число переналадок в любой день (замен форм).

Нужно получить календарный план производства изделий $P(j; t)$, $1 \leq j \leq J$, $1 \leq t \leq T$

и план работы склада готовой продукции $\Phi(j; t)$; $1 \leq j \leq J$, $1 \leq t \leq T$ на данной технологической линии (с получением суточных объемов выпуска и складирования по каждому виду и марке изделий). При этом необходимо учитывать ограничения, связанные с бортоснасткой, числом переналадок и страховыми запасами на складе. На складе должно находиться достаточно изделий для обеспечения плана поставок.

Выбор критерия решения задачи в значительной степени зависит от конкретных условий. Критериями оптимизации служат максимум выпуска в стоимостном или натуральном выражении, максимум объема нормативной чистой продукции, минимум себестоимости, максимум прибыли, минимум времени изготовления, максимум загрузки оборудования, минимум (по времени) недогрузки оборудования и т. д.

Возникает вопрос, как найти такой план производства железобетонных изделий $P(j; t)$; ($1 \leq j \leq J$; $1 \leq t \leq T$), чтобы выполнялись ограничения, связанные с заданными $F(t)$; N_j ; a_j ; I_j ; $N_{j,v}$; N ; A , и чтобы при этом целевая функция

$$H_1(\vec{P}) = \sum_{j;t} \gamma_{(j)} P(j; t) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$\sum_{j;t} \gamma_{(j)} P(j; t)$ — ежедневный объем продукции на день t , $t = 1, \dots, T$.

Тогда задача сведется к целочислен-

Новые книги Стройиздата

Чистов Л. М. Измерение и анализ результата и эффективности строительного производства. — М.: Стройиздат, 1984.

Горбунов-Посадов М. И., Маликова Т. А., Соломин В. И. Расчет конструкций на упругом основании. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1984.

Романенков И. Г., Зигер-Корн В. Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. — М.: Стройиздат, 1984.

Чирков Ю. Б. Возведение монолитных конструкций и сооружений из легкого бетона. — М.: Стройиздат, 1984.

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

ному линейному программированию с ограничениями:

$$\sum f_k(P(j; t)) \leq \beta^k, \quad (k = 1 \dots m), \quad (2)$$

связанными с технологическими условиями, изложенными в постановке задачи [1]. Например, неравенства (2), соответствующие ограничению, связанному с максимальным числом переналадок a_j , имеют вид

$$l_j P(j; t) - l_j P(j; t+1) \leq a_j. \quad (3)$$

Можно также рассмотреть другие целевые функции в той же области, ограниченной неравенствами (2), например, минимизировать себестоимость изделий:

$$H_2(\vec{P}) = \frac{\sum_{j,t} C(j; t) P(j; t)}{\sum P(j; t)} \rightarrow \text{мин}; \quad (4)$$

где $C(j; t)$ — себестоимость производства единицы изделий j -го вида, зависит от числа переналадок в день t .

Можно также максимизировать прибыль:

$$H_3(\vec{P}) = \sum_{j,t} (U_j - C(j; t)) P(j; t) \rightarrow \text{макс}, \quad (5)$$

где U_j — оптовая цена изделий j -го вида.

Возможен также переход к многокритериальной задаче. В этом случае можно максимизировать (минимизировать) линейную комбинацию функций (1), (4) и (5):

$$\sum_{i=1}^3 \delta_i H_i(\vec{P}) \rightarrow \text{макс (мин)},$$

где δ_i — коэффициенты, полученные методом экспертной оценки важности различных критериев (показателей);

$$\sum_{i=1}^3 \delta_i = 1.$$

По существу речь идет о компромиссном критерии, включающем основные технико-экономические показатели предприятия по производству сборного железобетона. Он достаточно объективно отражает одну из основных тенденций производственно-хозяйственной деятельности предприятия, связанную с отысканием компромиссов между различными целями, и может быть универсальным.

Один из вариантов формирования компромиссного критерия, основанный на использовании весовых коэффициентов, состоит из нескольких этапов [2]. Решается задача оптимизации по локальным критериям $H_j(\vec{P})$, которые предполагается включить в компромиссный критерий. Далее для каждого i -го локального критерия методом экспертных оценок определяется коэффициент веса δ_i , таким образом, чтобы соблюдалось условие $\sum_{i=1}^I \delta_i = 1$ (I — общее число используемых локальных критериев). Коэффициент δ_i характеризует важность того или иного показателя. За-

тем устанавливают нормированную зависимость i -го критерия

$$H_{in}(\vec{P}) = \frac{H_i(\vec{P})}{\max(\min) H_i^*},$$

где макс (мин) H_i^* — численное значение i -го критерия при решении задачи по данному показателю.

Составляется компромиссный критерий как сумма нормированных зависимостей локальных критериев с соответствующими коэффициентами веса

$$H = \sum_{i=1}^I \delta_i H_{in}(\vec{P}).$$

При этом необходимо, чтобы цели оптимизации такого критерия (максимизация или минимизация) совпадали с целями локальных критериев.

В настоящее время для практических целей целесообразно расчеты проекта плана производства изделий осуществлять на ЭВМ по каждому локальному критерию отдельно, а окончательный выбор варианта проекта плана делают лица, принимающие решения на основе данных технико-экономического анализа.

Разработанный авторами алгоритм (эвристический) дает рациональное решение. При этом в случае невозможности выполнения плана поставок в какой-либо день без нарушения менее жестких ограничений (сохранение страхового запаса на складе, определенного числа переналадок) они ослабляются. Алгоритм предусматривает в этом случае выполнение плана поставок за счет страхового запаса на складе готовой продукции. Если этого оказывается недостаточно для выполнения плана поставок, то в алгоритме имеется эвристическая процедура увеличения числа переналадок, превышающих a_j .

Алгоритм может также работать в составе имитационной системы, когда лица, принимающие решение, меняют некоторые начальные ограничения (q_j, N_j, a_j, A).

Тогда, работая в диалоговом режиме, алгоритм дает возможность получить более рациональный проект плана производства $P(j; t)$, учитывающий конкретные условия на данном предприятии (технологической линии), и согласовать его с плановыми решениями верхнего уровня (объединения).

Поэтому разработан эвристический алгоритм, ориентирующийся на критерий (1) решения данной задачи; алгоритм может работать в диалоговом режиме. Алгоритм решения задачи устроен следующим образом. В первый день назначается к формированию минимум изделий, необходимый для выполнения плана поставок. При этом учитываются запасы на складе, ограничения по числу замен форм и др. Если при этом остались незагруженные формы, то они назначаются под производство тех марок изделий, которые должны быть поставлены в дальнейшем. Если выполнен план в день t , не нарушая каких-либо ограничений, не удается, то сведения об этом выдаются на печать. Затем в день $t+1$ печатают всю информацию (проект пла-

на производства) о дне t . Так поступают, пока $t \leq 30$. Работа алгоритма более подробно рассмотрена в работе [3].

Процесс расчета проекта плана производства ЖБИ на ЭВМ состоит из следующих основных операций. В машину заносятся все исходные данные. Затем начинается отсчет времени (номер дня) и формируются данные о состоянии производства и склада перед началом планового периода. В это же время вводятся рабочие константы y, d, u , в зависимости от значения которых происходит переход от одного этапа расчета к другому. Далее создается вспомогательный массив $\Phi_j; t^*$, определяющий положение на складе в день t , если с u -го дня прекращено производство:

$$\Phi_j; t^* = \max[0; \Phi_j; t-1 - f_j; t].$$

Это дает возможность установить, по каким изделиям ожидается дефицит в дальнейшем. Затем рассматривают номер следующего дня.

В дальнейшем формируется рабочая константа B для подсчета занятых форм. Затем определяется число изделий, которые необходимо выпустить, исходя из плана и запасов на складе P_j :

$$P_j = \frac{\max[0; (f_{t+1; j} - \Phi_j; t + q_j)]}{l_j},$$

после чего — минимальное число формовок $N_{t; j}$, и в соответствии с P_j корректируется запас изделий на складе $\Phi_j; j$:

$$\Phi_j; j = \Phi_j; j + l_j N_{t; j}.$$

На следующем этапе алгоритма проверяется сохранение критического запаса на складе. Кроме того, устанавливают, можно ли осуществить какие-либо формовки в день t , а также выполнение ограничений на общее число форм и переналадок в день t .

Затем отыскивают минимальное t с учетом того, что технологические ограничения позволяют увеличить в день t план производства.

При помощи вспомогательных массивов $Q_j; x$ определяют дополнительное число формовок C_j , которые можно делать в день t , не нарушая технологических ограничений, причем приоритетом пользуются те изделия, суммарный план поставок которых больше в период, следующий за днем t .

После этого устанавливают вид и число дополнительных изделий, исходя из потребностей дальнейших дней. Затем корректируют запас на складе готовой продукции с учетом изготовленных изделий.

Вся необходимая информация поступает в печать в выходные формы (таблицы). Изложенный алгоритм реализован на ЭВМ «Минск-32», алгоритмы и машинные программы экспериментально проверены, в настоящее время они перерабатываются на ЕС ЭВМ.

В результате решения этой задачи определяют месячный проект плана производства изделий с оптимальной разбивкой на декадные и суточные объ-

емы, размер запасов изделий на складе готовой продукции на каждый день планируемого периода и т. д. При этом выполнение плана отгрузки железобетонных изделий со складов готовой продукции завода ЖБИ на стройплощадки обязательно. Возможна корректировка полученного задания исходя из изменений реальной обстановки.

План составляется раз в месяц, при корректировке — до четырех. Предусматривается вариантный расчет плана производства изделий на технологи-

ческих линиях завода ЖБИ с широкой номенклатурой.

Экономический эффект от внедрения подсистемы оперативного управления основным производством проявляется в увеличении выпуска продукции на технологических линиях в снижении себестоимости продукции, в устранении неритмичности производства и поставок готовых изделий на стройплощадки. Расчетный годовой экономический эффект составляет 1,27 р. на 1 м³ мощности завода ЖБИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефименко А. З. Методы оптимального планирования и управления предприятиями сборного железобетона в условиях АСУ. Л., Стройиздат, 1978.
2. Курицкий Б. Я., Алексеенко Г. П. и др. Применение пакетов прикладных программ по экономико-математическим методам в АСУ. М., Статистика, 1980.
3. Ефименко А. З., Рыбко А. Н., Колоколенков А. В. Эвристический метод составления оперативного плана-графика производства железобетонных изделий. — В сб. трудов ЦНИПИАСС: Использование имитационного моделирования при организации и планировании строительства. М., 1979, № 25.

В помощь проектировщику

УДК 624.012.45:539.4

В. Т. ГРОЗДОВ, канд. техн. наук, С. В. ГУКОВ, инж.
(Ленинградское Краснознаменное высшее военное инженерное строительное училище)

Расчет прочности сжато-изогнутых элементов по наклонным сечениям

Экспериментально установлено, что продольная сжимающая сила существенно влияет на прочность железобетонных элементов по наклонным сечениям. Авторы работ [1, 2] предлагают учитывать это влияние введением эмпирического повышающего коэффициента в формулу прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям. Другой путь оценки прочности — создание моделей разрушения, основанных на действительной картине работы элемента и учитывающих влияние различных факторов на прочность наклонных сечений. Авторами принята двухблочная схема работы элементов в наклонных сечениях и расчетные формы эпюр нормальных и касательных напряжений, предложенные в работах [3, 4].

Модель разрушения может быть представлена следующим образом. После образования наклонной трещины происходит перераспределение деформаций сжатия и значительно возрастают деформации над верхом наклонной трещины. Это связано с тем, что, во-первых, разрывается связь между растянутой и сжатой зонами — деформации растяжения, полученные на участке, равном проекции наклонной трещины, вызывают пик деформаций сжатия на сравнительно небольшом участке над верхом наклонной трещины. Во-вторых, происходит взаимный поворот блоков, разделенных наклонной трещиной. В результате опорный блок надавливает на сжатую зону бетона, увеличивая пик деформаций. За критерий предельного состояния принято достижение предельной сжимаемости бетона $\epsilon_{пр}^с$ в крайнем волокне над верхом наклонной трещины.

Рассмотрим опорную часть элемента, нагруженного двумя симметрично расположенными сосредоточенными силами и продольной сжимающей силой (рис. 1). Уравнения равновесия для верхнего бло-

ка элемента без поперечной арматуры записываются в виде:

$$N + N_a = R_{пр} b x; \quad (1)$$

$$Q = Q_a + Q_6; \quad (2)$$

$$Q(a-c) + Ne = R_{пр} b x (h_0 - 0,5 x) - Q_6 c, \quad (3)$$

где $Q_6 = 0,7 R_{ср} b x$;

$R_{ср}$ — предельное касательное напряжение, воспринимаемое бетоном у вершине наклонной трещины [3].

Для нижнего блока (рис. 2) уравнения равновесия записываются в виде:

$$N_a + 0,5 R_{пр} b (x_0 - x) = N_{a1}; \quad (4)$$

$$Q_a = \frac{0,5 R_{пр} b (x_0 - x) z_2}{c}, \quad (5)$$

где

$$z_2 = h_0 - \frac{2}{3} x - \frac{1}{3} x_0;$$

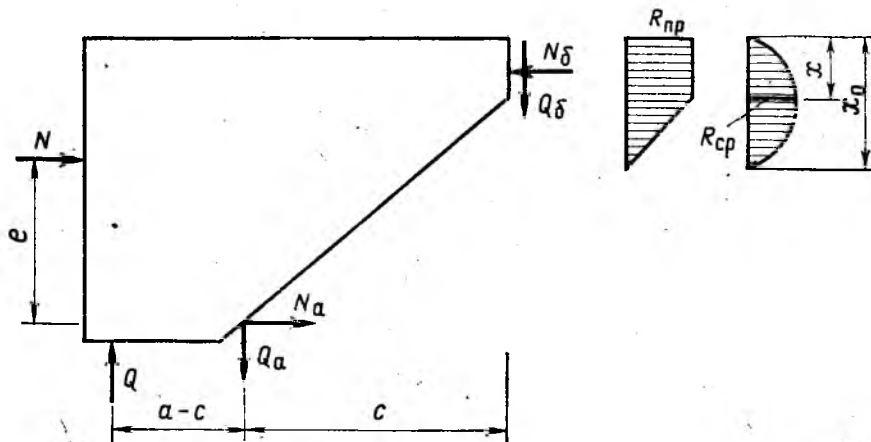


Рис. 1. Усилия, действующие в верхнем блоке, и напряжения в нормальном сечении, проходящем через вершину наклонной трещины

N_{a1} — усилие в продольной арматуре в нормальном сечении, проходящем через вершину наклонной трещины:

$$N_{a1} = R_a F_a \frac{Q a + Ne}{M_{пр}}, \quad (6)$$

причем $M_{пр}$ — изгибающий момент, соответствующий прочности элемента по нормальному сечению.

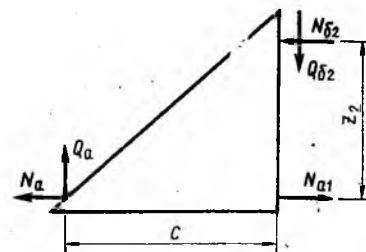


Рис. 2. Усилия в нижнем блоке

Сделав подстановку, получим

$$N + R_a F_a \frac{Q a + N e}{M_{np}} = 0,5 R_{np} b (x_0 + x); \quad (5)$$

$$Q = \frac{R_{np} b (x_0 - x) z_2}{2 c} + Q_6. \quad (7)$$

Рассмотрим три условия деформирования [5]. Первое связано с плоским поворотом нормального сечения, проходящего через вершину наклонной трещины, относительно оси, пересекающей эту точку (рис. 3), оно определяется деформациями продольной арматуры на длине проекции наклонной трещины:

$$\frac{\epsilon_{61} l_{61}}{x} = \frac{\epsilon_{a1} l_{a1}}{h_0 - x}; \quad (8)$$

Второе условие связано с плоским поворотом нормального сечения относительно оси, проходящей через вершину нормальной трещины (см. рис. 3):

$$\frac{\epsilon_{62} l_{62}}{x_0} = \frac{\epsilon_{a2} l_{a2}}{h_0 - x_0}. \quad (9)$$

Третье условие предполагает плоский поворот нормального сечения относительно оси, проходящей через вершину наклонной трещины (см. рис. 3), и связано с деформациями продольной арматуры на участке $(a - c)$ за наклонной трещиной:

$$\frac{\epsilon_{63} l_{63}}{x} = \frac{\epsilon_{a3} l_{a3}}{h_0 - x}. \quad (10)$$

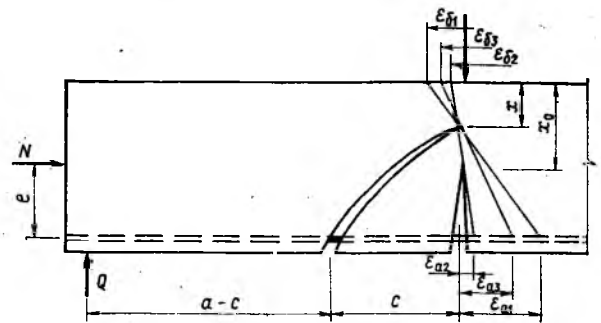
Считая, что $\epsilon_{61} + \epsilon_{62} + \epsilon_{63} = \epsilon_6^{np}$, общее условие деформирования примет вид

$$\epsilon_6^{np} = \epsilon_{a1} \frac{l_{a1}}{l_{61}} \frac{x}{h_0 - x} + \epsilon_{a2} \frac{l_{a2}}{l_{62}} \frac{x_0}{h_0 - x_0} + \epsilon_{a3} \frac{l_{a3}}{l_{63}} \frac{x}{h_0 - x}, \quad (11)$$

где

$$\text{где } \epsilon_{a1} = \frac{N_a}{E_a F_a}; \quad \epsilon_{a2} = \frac{N_{a1}}{E_a F_a};$$

Рис. 3. Расчетная схема деформирования



$$\epsilon_{a3} = \frac{N_a}{E_a F_a} (1 + n \mu_1) \omega;$$

$$l_{a1} \approx l_{a2} = 0,5 c; \quad l_{a3} = a - c;$$

$$l_{61} = l_{62} = 2 x; \quad l_{63} = x.$$

Предельная сжимаемость бетона может быть принята равной $3,5 \cdot 10^{-3}$. Обозначения аналогичны принятым в работе [5]. Таким образом получена система уравнений (3), (6), (7), (11) с неизвестными Q, x, x_0, c , которая может быть решена на ЭВМ методом итераций.

В результате получим предельную поперечную силу, воспринимаемую элементом без поперечной арматуры Q , высоту сжатой зоны и проекцию наклонной трещины c . Предельная поперечная сила элементов с поперечной арматурой определяется как сумма усилий

$$Q_1 = q_x c + Q, \quad (12)$$

$$\text{где } q_x = \frac{R_{a,x} F_x}{u}.$$

Предлагаемый подход, объединяющий общую систему уравнений равновесия с более полным, чем принятое в работе [4], условием деформирования, был реализован в программе расчета прочности сжато-изогнутых железобетонных элементов по наклонным сечениям. Для проверки результатов расчета испытали 15

образцов, отличающихся количеством продольной арматуры и величиной продольной сжимающей силы. Кроме того, использовали данные опытов [2]. Расчетные данные хорошо согласуются с опытными. Среднее отношение

$$\frac{Q_{оп}}{Q_{расч}} = 1,2; \quad \nu = 10,7 \%$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспяев А. А., Боргатин В. С. Прочность внецентренно сжатых элементов по поперечной силе. — Бетон и железобетон, 1982, № 5.
2. Шеина С. Г. Сопротивление поперечной силе наклонных сечений внецентренно сжатых железобетонных элементов. — В кн.: Вопросы прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона. Ростов-на-Дону, РИСИ, 1980.
3. Гвоздев А. А., Залесов А. С. К расчету прочности наклонных сечений железобетонных элементов. — Бетон и железобетон, 1978, № 11.
4. Залесов А. С., Ильин О. Ф. Опыт построения новой теории прочности балок в зоне действия поперечных сил. — В кн.: Новое о прочности железобетона. М., Стройиздат, 1977.
5. Кукша Л. Л., Жуков В. Г. Расчет прочности изгибаемых элементов по наклонным сечениям. — Бетон и железобетон, 1981, № 1.

На ВДНХ СССР

УДК 693.54.002.5

Механизация при изготовлении закладных деталей

Механический завод № 6 треста Стройдеталь Воронежского ТУС централизованно изготавливает закладные детали для нужд подведомственных тресту предприятий. Для этого собственными силами был разработан принципиально новый технологический процесс изготовительных операций с полной механизацией работ, изготовлено и смонтировано следующее оборудование: механизированный промежуточный склад вместимостью 136 т с краном-штабелером грузоподъемностью 1 т; технологическая тара под мелкие заготовки грузоподъемностью 1 т (400 шт.); технологическая тара для длиномерных заготовок грузоподъемностью 2 т с ярусным скла-

дированием (25 шт.); настенные консольные краны грузоподъемностью 2 т; полукозловые краны грузоподъемностью 2 т; самоходные электротележки с узкой и широкой колеей грузоподъемностью 20, 10 и 5 т; специальные штампы для рубки полосового и профильного металлопроката, пробивки различных отверстий, гибки элементов под любым углом и штамповки на высокопроизводительных отечественных прессах; специальные захваты для подъема и перемещения листового и профильного металлопроката; приводные рольганги.

В технологическом процессе участвуют два мостовых крана грузоподъемностью 10 т, козловой кран такой

же грузоподъемности, газорезательная машина АСП-70 с приводной тележкой и другое серийное оборудование.

Строительно-монтажные работы вели собственными силами без остановки производства. Внедренная в 1978 г. комплексно-механизированная технология заготовительных работ позволила повысить производительность труда в цехе на 23,7%, улучшить условия труда рабочих. Благодаря внедрению этого мероприятия цех за два года без увеличения численности работающих и производственных площадей повысил объем изготовления закладных деталей на 500 т в год, или на 27%. Годовой экономический эффект составил 15,8 тыс. р.

Полезная для строителей книга

Кунцевич О. В. Бетоны высокой морозостойкости для сооружений Крайнего Севера. М., Стройиздат, 1983.

В нашей стране объем строительства непрерывно возрастает. При этом зона строительства объектов распространяется далеко на север и восток. Но высокие требования по морозостойкости бетона предъявляются не только в этих районах, но и в южных районах Средней Азии, Казахстана, для которых характерны солончаковые почвы, повышенная агрессивность среды и необходимость получения бетонов, удовлетворяющих тем же требованиям, что и морозостойкие бетоны.

В книге обобщается большой опыт автора по строительству гидроэлектростанций в северных районах. Бетоны для этих сооружений должны иметь 1000 и более циклов замораживания и оттаивания.

Автором сделаны ценные обобщения, приводятся результаты собственных исследований по влиянию пористости, вида пор, наличия воздушной фазы в виде пузырьков воздуха, расстояния между ними на морозостойкость материала. Интересно заключение автора о меньшем влиянии модуля крупности песка и высокой морозостойкости, связанной с повышенным содержанием

песчаной фракции в составе бетонной смеси. Приводятся данные по влиянию на морозостойкость подвижности бетонной смеси, общего содержания воды. Важным показателем для бетонов высокой морозостойкости является минеральный состав цемента, и особенно содержание трехкальциевого алюмината C_3A . При этом показана возможность содержания C_3A в пределах 7—8%, а это уже распространены среднеалюминатные цементы. В книге делается правильный вывод о необходимости ограничения содержания цемента.

Проф. О. В. Кунцевич является известным специалистом в области дозавок. Поэтому естественно, что решению проблемы морозостойкости с использованием добавок он уделяет, и это справедливо, большое внимание. Добавки для различных целей, в том числе и для повышения долговечности бетонов, могут регулировать технологические процессы и создавать материалы с заданными свойствами.

Интересен материал, посвященный частным критериям: капиллярной пористости, компенсационному фактору,

объемной льдистости и многим другим. Полезны также рекомендации в конце книги.

Некоторые вопросы, на наш взгляд, представлены в недостаточном объеме — это взаимозависимости технологии и морозостойкости. Методы перемешивания, уплотнения, наконец, упрочнения поверхности могут играть значительную роль в повышении морозостойкости.

Представляется спорным традиционное представление о том, что V/C должно быть ниже, например, 0,4. Очевидно, значение этого отношения зависит от зернового состава заполнителей и целесообразно переходить на показатель истинного V/C .

Книга проф. О. В. Кунцевича уже стала библиографической редкостью. Она чрезвычайно расширила наши представления о бетонах высокой морозостойкости. Будем надеяться на последующие издания этой важной для народного хозяйства, строителей и технологов книги.

Б. В. ГУСЕВ,
д-р техн. наук, проф.
лауреат Государственной премии СССР

Книга об эффективной технологии формирования

Б. В. Гусев, А. Д. Деминов, Б. И. Крюков, Л. М. Литвин, А. Е. Логвиненко. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей. — М.: Стройиздат, 1982

Решающее влияние на технико-экономические показатели изготовления сборного железобетона оказывает способ формирования. В настоящее время на формовочном переделе предприятий по производству железобетонных конструкций сконцентрирована главная часть основных фондов, используется более 30% всех заводских трудовых ресурсов. Более 90% всех изделий изготавливается с помощью вибрации. При этом основным формовочным оборудованием пока являются виромашины с частотой 50 Гц и более, для которых характерны недостаточная эксплуатационная надежность, повышенный уровень шума.

В последние годы разработана эффективная ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей, которая находит все более широкое распространение. Преимущества ударно-вибрационной технологии многогранны: уменьшается длительность цикла формования, повы-

шаются надежность и долговечность машин, снижается уровень шума. Внедрение этой технологии позволяет значительно улучшить качество лицевых поверхностей изделий и степень их заводской готовности, уменьшить расход электроэнергии и цемента, сократить время тепловой обработки изделий, увеличить производительность технологических линий, обеспечить экономию по текущему ремонту.

В книге, подготовленной коллективом авторов, активно участвовавших в разработке и внедрении ударно-вибрационного способа уплотнения смесей, рассматриваются обоснования применения рациональных низкочастотных режимов уплотнения, динамика и конструкции резонансных виброуплотняющих машин, опыт их промышленной эксплуатации. В небольшой по объему книге удалось осветить основные аспекты новой технологии, базирующейся на применении ви-

роформовочного оборудования нового типа, не имеющего аналогов в мировой практике строительного машиностроения.

В книге лаконично рассматриваются теоретические предпосылки рационального объединения двух разных способов уплотнения — вибрационного и ударного на базе современных корпускулярных и феноменологических представлений о механизме, уплотнения бетонных смесей. Установлена роль вибрирования в процессе структурообразования, что позволяет экспериментально обосновать эффективность технологических режимов с низкочастотными негармоническими колебаниями рабочих органов виброуплотняющих машин. На большом фактическом материале показано положительное влияние низкочастотных асимметричных режимов на прочность тяжелых и легких бетонов. Оригинальны теоретические обоснования эффективности низкочастотной вибрации для уплотнения изделий

большой высоты, полученные путем анализа простейших феноменологических моделей.

Динамические расчеты обосновывают предлагаемые конструктивные решения низкочастотных виброплощадок, кассетных установок и вибромашии специального назначения. Не обременяя читателей описанием второстепенных конструктивных особенностей виброоборудования, авторы приводят достаточную информацию, характеризующую принципиальные конструктивные схемы новых вибромашии, их работу, основные параметры. Для работников предприятий важны приведенные особенности монтажа, стройки и правил эксплуатации виброформовочных машии.

Резонансное виброоборудование является перспективным направлением в строительном машиностроении, оно быстро развивается и модернизируется. В связи с этим в книге изложены общие принципы и направления проектирования резонансных виброуплотняющих машии. Этот материал несомненно будет исходным и основополагающим при конструи-

ровании новых образцов оборудований.

В книге представлен опыт промышленной эксплуатации резонансных виброуплотняющих машии. Более чем шестилетний опыт эксплуатации, обстоятельные динамические и прочностные испытания убедительно показывают высокую надежность и эффективность этого оборудования. Энергоемкость резонансных асимметричных виброплощадок с учетом сокращения времени формования в 3—5 раз ниже, чем у обычных, а расход цемента в результате уплотнения жестких смесей снижается в среднем на 30—50 кг/м³. Принципиально важными являются данные о стабильности технологических показателей, обеспечиваемых с применением резонансных асимметричных вибромашии. Сравнительный анализ спектрограмм шума для различных виброплощадок убедительно доказывает, что низкочастотные виброуплотняющие машии в настоящее время являются единственным формовочным оборудованием, полностью соответствующим по уровню шума и вибрации современным санитарно-гигиеническим нормам.

Книга не свободна от недочетов, выявленных тем, что широкий круг вопросов освещен при чрезмерно ограниченном объеме. Конспективность изложения при выборе и анализе расчетных схем затрудняет углубленное обоснование инженерных методик расчета параметров вибромашии. Резонансные виброплощадки обладают широкими возможностями регулирования режимов колебаний рабочих органов. В процессе настройки машии можно изменять как амплитуду и частоту, так и закон колебаний рабочего органа. К сожалению, опыт реализации этой особенности новых вибромашии не нашел в книге достаточного отражения.

Рецензируемая книга является полезным пособием для производственников и проектировщиков. Раскрывая возможности рациональных режимов вибрационного уплотнения и особенности прогрессивного формовочного оборудования, книга несомненно будет способствовать решению актуальных вопросов заводской технологии производства бетонных и железобетонных изделий.

Ю. М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, проф.

Информация

УДК 691-462

Трубы большого диаметра

К числу крупных научно-технических разработок последних лет относится организация выпуска напорных железобетонных труб большого диаметра вместо стальных. Создание таких сложных производств требует немалых затрат. Одним из перспективных путей реализации этой программы являются реконструкция или расширение действующих предприятий, создание на подготовленных площадках новых цехов и поточных автоматизированных линий.

В связи с возрастающими потребностями народного хозяйства в минувшей и текущей пятилетках осуществляется переброска больших масс воды в Казахстане, республиках Средней Азии, в других регионах. Наиболее перспективны системы магистральных напорных трубопроводов больших диаметров. Для строительства Большого Алма-Атинского канала создан сравнительно небольшой полигон на Бурундайском опытно-экспериментальном ремонтно-механическом заводе. Выбор площадки не случаен. Благодаря использованию действующих мощностей из состава объектов капитального строительства удалось исключить сооружение бетоносмесительного узла и цеха по изготовлению стальных цилиндров для выпуска железобетонных труб.

За короткие сроки впервые в нашей стране создано производство железобетонных напорных труб диаметром до 3 м с рабочим давлением 1,5 МПа. Выпускаемые у нас железобетонные напорные трубы такого давления имеют диа-

метр 1600 мм. Длина новой трубы 5 м, масса 29,2 т.

Конструкция трубы включает в себя железобетонный сердечник со стальным цилиндром, раструбом и втулкой, преднапряженную спиральную арматуру, навиваемую на железобетонный сердечник, и защитный слой бетона, наносимый на эту спиральную арматуру. Стальной цилиндр, изготовляемый из рулонной стали толщиной 2,5 мм, обеспечивает водонепроницаемость трубы, а наличие раструбов и втулок упрощает устройство стыковых соединений. Производство таких цилиндров освоено в нашей стране впервые.

Технология выпуска новых высокоэффективных труб сравнительно проста. Стальные цилиндры с втулками и раструбами изготовляют в закрытом пролете ремонтно-механического завода, трубы — на полигоне, оборудованном формовочно-пропарочными постами для изготовления железобетонного сердечника в вертикальном положении, станком для навивки спиральной арматуры и установкой для нанесения защитного слоя бетона. Окончательную тепловую обработку труб производят в пропарочных камерах, после чего их выборочно подвергают гидрониспытаниям на трещиностойкость и герметичность стыковых соединений.

Экономическая эффективность строительства нового полигона с технологической линией по производству железобетонных напорных труб диаметром до 3 м, со стальным цилиндром бесспорна.

Благодаря ускоренному сооружению полигона на год раньше срока были возвращены работы по прокладке Большого Алма-Атинского канала. Уже через год после начала строительных работ были орошены первые 4 тыс. га засушливых земель. Применение железобетонных труб большого диаметра сократит сроки сооружения канала под Алма-Атой более чем на год. Экономический эффект составит более 800 тыс. р. С вводом в действие канала на год раньше срока будет орошено более 200 тыс. га земель.

С освоением выпуска железобетонных труб большого диаметра сокращается расход дефицитного металла. Так, при выпуске 1 км железобетонных труб сэкономится 1300 т стали.

За проектирование и строительство технологической линии по производству железобетонных напорных труб диаметром 3 м со стальным цилиндром на Бурундайском опытно-экспериментальном ремонтно-механическом заводе в Алма-Атинской области группе специалистов Союзводоканалпроекта, НИИЖБ, Бурундайского опытно-экспериментального ремонтно-механического завода, треста Иссыкводстрой, проектно-конструкторского бюро производственного объединения Ремстройтехника, Союзгипросовхозводстроя и других организаций присуждена премия Совета Министров СССР 1983 г. Этот опыт будет широко использоваться при проектировании и сооружении новых предприятий по производству железобетонных напорных труб большого диаметра.

CONTENTS

Mikhailov V. V. Method of continuous reinforcing as a way for reinforcement works automation
Lunin M. G., Zaitsev I. I., Berger I. I., Karakovsky A. K., Blinnikova S. N., Feigin E. M. Application of robots for continuous reinforcing of prestressed structures
Gambarov G. A., Gillevich M. B., Feigin E. M., Gambarov A. M., Podolsky I. Ya. Structures made of thin continuously-reinforced plates
Nudel' V. S., Volp G. A., Markov V. K., Djyachenko P. Ya. Prefabrication of continuously reinforced multi-hollow roof slabs
Issers F. A., Karev V. I., Verishchinina N. I., Borisov V. D. Continuously reinforced curvilinear members for precast elevator constructions
Albrekht V. G., Getmanenko O. M., Riskind B. Ya. Prestressed small-sized bedplates for main railways
Gitman F. E., Khabarov V. V. Multi-hollow panel supporting along the long side
Rodov G. S., Leikin B. V., Golubenkov V. A., Sterin V. S., Khromov V. M. Application of steel-fibrous concrete in spud piles
Shorshnev G. N., Morozov V. I., Zhukov V. I. Physico-mechanical properties of heavy ferro-cement
Spivak N. Ya., Chemleva T. A. Structural keramzit concrete for partition panels
Lagoïda A. V. Winter concreting with application of anti-freeze admixtures for concrete
Groz dov V. T., Gukov S. V. Strength calculation of compressed-bent members along inclined cross-section
Ephimenko A. Z., Rybko A. N. Application of digital computers when creating plans for products output

CONTENU

Mikhailov V. V. La méthode de renforcement continu comme le moyen de l'automatisation des travaux de renforcement
Lounine M. G., Zaitsev I. I., Bergher I. I., Karakovsky A. K., Blinnikova S. N., Pheyghine E. M. L'application des robots pour le renforcement continu des structures précontraintes
Gambarov G. A., Ghillevitch M. B., Pheyghine E. M., Gambarov A. M., Podolsky I. Ya. Les structures en plaques fines avec un renforcement continu
Noudel V. S., Volph G. A., Markov V. K., Djaichenko P. Ya. La production en usine pour les recouvrements des panneaux à plusieurs vides et avec un renforcement continu
Issers Ph. A., Karev V. I., Verishchinina N. I., Borissov V. D. Les éléments curvilignes avec un renforcement continu pour les ouvrages préfabriqués d'élévateurs
Albrekht V. G., Getmanenko O. M., Riskind B. Ya. Les chassis précontraints des petites dimension pour les chemins de fer principaux
Ghitman Ph. E., Khabarov V. V. Le panneau à plusieurs vides appuyé par le côté long
Rodov G. S., Leykine B. V., Goloubenkov V. A., Sterine V. S., Khromov V. M. L'application d'acier-fibro-béton dans les pieux battus
Chorchnev G. N., Morosov V. I., Zhoukov V. I. Les propriétés physico-mécaniques d'armociment lourd
Spivak N. Ya., Smirnov A. E., Tchemleva T. A. Kéramsito-béton constructif pour les panneaux des murs intérieures
Lagoïda A. V. Le bétonnage d'hiver avec l'application des adjuvants anti-gels le béton
Groz dov V. T., Goukov S. V. Le calcul de la résistance des éléments comprimés-courbés d'après les sections obliques
Ephimenko A. Z., Rybko A. N. L'application des calculateurs électroniques pendant l'élaboration des plans de la fabrication des produits

INHALTSVERZEICHNIS

Michailow W. W. Methode des kontinuierlichen Bewehrungs als Mittel der Automatisierung von Bewehrungsarbeiten
Lunin M. G., Saizew I. I., Berger I. I., Karakowski A. K., Blinnikowa S. N., Feigin E. M. Anwendung von Robotern für kontinuierliches Bewehren der vorgespannten Konstruktionen
Gambarow G. A., Gillewitsch M. B., Feigin E. M., Gambarow A. M., Podolski I. Ja. Konstruktionen aus dünnen kontinuierlich bewehrten Platten
Nudelj W. S., Woljj G. A., Markow W. K., Djatschenko P. Ja. Industrielle Produktion von kontinuierlich bewehrten Deckenplatten mit mehreren Hohlräumen
Issers F. A., Karew W. I., Werslschinina N. I., Borissow W. D. Kontinuierlich bewehrte gekrümmte Bauelemente von Elevatorbauwerken aus Fertigteilen
Aljbrecht W. G., Getmanenko O. M., Riskind B. Ja. Vorgespannte wenig massgerechte Rahmen für Eisenbahnhauptlinien
Gitman F. Je., Chabarow W. W. Sich auf lange Seite stützende Platte mit grossem Hohlraumanteil
Rodow G. S., Lejkin B. W., Golubenkow W. A., Sterin W. S., Chromow W. M. Verwendung von Stahlfiberbeton für Rammpfähle
Schorschnew G. N., Morosow W. I., Shukow W. I. Physikalisch mechanische Eigenschaften des Schwerarmozementes
Spiwack N. Ja., Smirnow A. Je., Tchemlewa T. A. Konstruktive Keramzitbeton für Platten von Innenwänden
Lagojda A. W. Betonieren im Winter unter Anwendung von Frostschutzzusatzmitteln für Beton
Grosdow W. T., Gukow S. W. Festigkeitsberechnung von druck- und biegebeanspruchten Bauelementen geneigte Querschnitte entlang
Jefimenko A. S., Rybko A. N. Anwendung von Computern für Formierung des Produktionsanstossplanes von Erzeugnissen

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *А. В. Федина*

Сдано в набор 13.07.84.
 Формат 60×90^{1/8} Печать высокая
 Тираж 14620 экз.

Подписано в печать 13.08.84.
 Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75

Т-16855
 Уч.-изд. л. 5,72
 Зак. 255

Почтовый адрес редакции
 101442, ГСП, Москва К-6, Калаяевская, 23а
 Тел. 292-41-34, 292-62-05

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли
 Вологодская областная государственная научная библиотека

ДОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ КНИГИ ПРЕДЛАГАЕТ

Вашему вниманию книги:

Арабаджян И. Р. Вибрационная укладка бетона под водой в условиях Севера. — 1977. — 90 к.

Содержит описание и результаты лабораторных и производственных экспериментов по вибрационной укладке под водой малоподвижных бетонных смесей в практике строительства на Севере. Изложена технико-экономическая эффективность новых методов укладки бетона.

Для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций.

Леонгардт Ф. Предварительно напряженный железобетон/Пер. с нем. — 1983. 1 р. 10 к.

Излагаются основы теории, расчета и конструирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Особое внимание уделяется влиянию предварительного натяжения арматуры на общее напряженно-деформированное состояние элементов, вопросам обеспечения надежного сцепления арматуры с бетоном и ее анкеровки.

Для научных и инженерно-технических работников.

Милованов А. Ф. Расчет жаростойких железобетонных конструкций. — 1975. — 81 к.

Изложены основные принципы расчета и конструирования железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений, различных тепловых агрегатов, печей, дымовых труб и боровов, работающих в условиях повышенных и высоких температур.

Рассмотрены особенности расчета жаростойких железобетонных конструкций по предельным состояниям.

Для инженерно-технических и научных работников проектных и научно-исследовательских организаций.

Предварительно напряженный железобетон/Под ред. К. В. Михайлова. — 1983. — 3 р. 10 к.

Обобщены материалы VIII Международного конгресса ФИП (Лондон, 1978 г.). Рассмотрены основные итоги применения предварительно напряженного железобетона за 25 лет существования ФИП, результаты исследований по совершенствованию материалов для предварительно напряженных конструкций, созданию более эффективных методов расчета, технологии изготовления, а также перспективы развития этих конструкций.

Для научных и инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций.

Заказы направляйте по адресу: 195027, Ленинград, Большеохтинский пр-д, 3, отдел «Книга — почтой». Дом строительной книги.



ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

**Всесоюзный научно-исследовательский институт информации
по строительству и архитектуре (ВНИИС) Госстроя СССР
объявляет подписку на издания 1985 г.**

В 1985 г. будут издаваться:

- **БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ** на картах
- **РЕФЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ** «Строительство и архитектура»
- **ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ** (аналитические и сопоставительные обзоры)
- **ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ** (издается по тематическим сериям, а также по вопросам «НТИ в строительстве», «Международное сотрудничество, деятельность международных организаций по строительству»)
- **КАТАЛОГ ПАСПОРТОВ** «Научно-технические достижения, рекомендуемые для использования в строительстве»
- **ОПЕРАТИВНАЯ СИГНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ** «Оглавления иностранных журналов по строительству и архитектуре»

Издания ВНИИС Госстроя СССР предназначены для руководящих научных и инженерно-технических работников строительно-монтажных организаций, проектных и научно-исследовательских институтов, лабораторий и конструкторских бюро отрасли, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов учебных заведений строительного и архитектурного профиля.

Полный перечень изданий ВНИИС и подробные сведения об информационных услугах института содержатся в «Проспекте изданий» ВНИИС на 1985 г. и в каталоге изданий органов информации, издаваемом агентством Союзпечать.

За проспектом ВНИИС обращаться по адресу: 121471, Москва, Можайское шоссе, 25, Отдел организации и внедрения НТИ ВНИИС. Телефон для справок: 443-31-54.