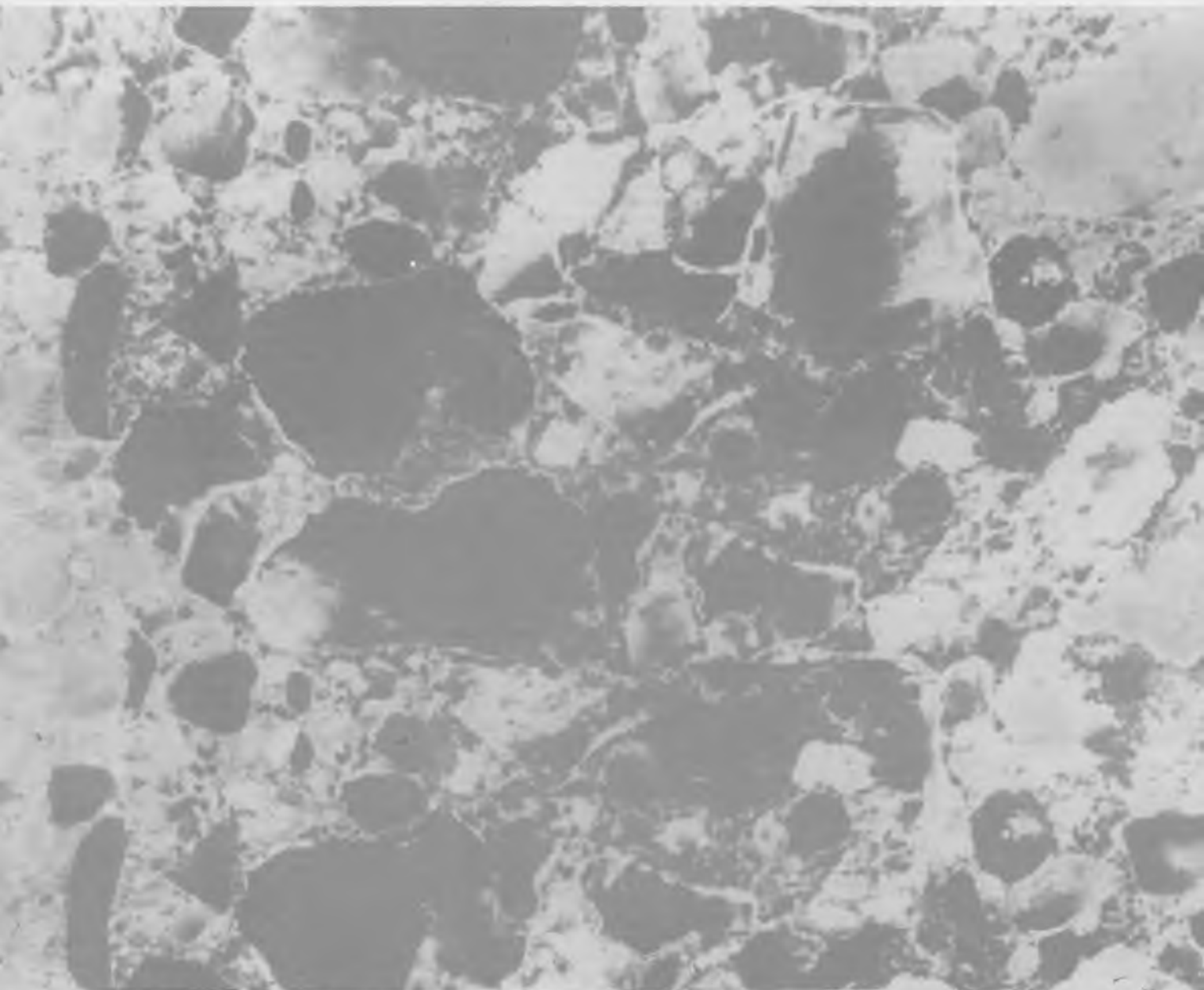


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН **3** 1983

20



№ 34*

№ 958574. В. П. Лещенко, А. Г. Соколов, В. С. Чаплинский и др. МНПО по строительному и дорожному машиностроению. **Нарезчик швов в цементно-бетонных покрытиях.**
 № 958576. В. Г. Кваша, Б. Н. Оныськив и П. Н. Коваль. Львовский политехнический ин-т. **Способ реконструкции железобетонного балочного пролетного строения моста.**
 № 958578. Г. К. Габричидзе, Г. И. Коридзе и Г. В. Ригвава. Ин-т строительной механики и сейсмостойкости АН ГССР. **Бетонная плотина.**
 № 958607. Г. А. Гамбаров, М. Б. Гитлевич и А. Г. Гамбаров. МИСИ. **Железобетонное складчатое покрытие.**
 № 958617. А. В. Лобастов, В. Е. Михеев и В. П. Чернышев. ЦНИИЭП-сельстрой. **Фиксатор защитного слоя бетона для арматуры.**
 № 958620. Х. И. Продан. Кишиневский политехнический ин-т. **Сопло к установке для приготовления, транспортирования и укладки растворобетонных смесей.**
 № 958629. В. В. Попов, В. П. Давиденко, В. А. Большинский и И. И. Порошин. Донецкий ПромстройНИИпроект. **Устройство для фиксации арматурных каркасов.**
 № 958636. В. Н. Самойленко. НИИЖБ. **Изотермический заглубленный резервуар.**
 № 958637. Л. М. Поляков, О. Е. Железнов, А. А. Романов и В. И. Садовский. ВНИИВодгео. **Емкостное сооружение из сборных элементов.**
 № 958638. И. А. Резниковский, А. Н. Простосердов, Я. Я. Васильев и др. ЦНИИПромэнергопроект. **Хранилище для сыпучих материалов.**
 № 958640. Г. М. Остриков и А. А. Опанчук. Казахское отделение ЦНИИПроектстальконструкции. **Каркас здания, сооружения.**

№ 35

№ 960020. Е. А. Логвиненко, А. Ф. Савенко, Г. К. Волков и А. С. Кузьменко. Днепропетровский государственный ун-т. **Виброплощадка.**
 № 960139. В. И. Братчун, Н. Ф. Почапский, В. А. Золотарев и др. Макеевский инженерно-строительный ин-т. **Дегтебетонная смесь.**
 № 960140. Д. И. Гладков, А. Ф. Семенов и А. И. Ефимов и др. Белгородский технологический ин-т строительных материалов. **Способ приготовления ячеистобетонной смеси.**
 № 960145. А. В. Бахтеев, В. П. Лесков, П. И. Ермолаев и О. В. Солоневич. Завод ЖБИ № 1. **Устройство для тепловой обработки железобетонных изделий.**

№ 960147. Л. М. Борозенец и В. Г. Нижник. Тольяттинский политехнический ин-т. **Способ изготовления бетонных и железобетонных изделий.**

№ 36

№ 961952. В. И. Моссаковский, Е. А. Логвиненко, А. А. Гольдин и др. Днепропетровский государственный ун-т. **Двухмассовая резонансная виброустановка для уплотнения бетонных смесей в формах.**
 № 961953. В. М. Назин, НИЛ ФХММ и ТП. **Способ формования бетонных изделий.**
 № 961954. Ф. Г. Брауде, С. А. Осмаков, М. М. Степанов и др. ЛИСИ и Ленинградская лесотехническая академия. **Виброплощадка.**
 № 961955. С. М. Новак. НИИСП. **Виброштамп для уплотнения изделий из бетонных смесей.**
 № 961961. С. К. Казарини и В. П. Пономарев. Гипростроммаш. **Пост сборки и разборки форм в технологической линии для изготовления железобетонных труб.**
 № 961963. Г. О. Гвасалия, М. И. Алексанов, Ф. Г. Гогнадзе и др. КБ по железобетону и Бзыбский экспериментальный з-д ЖБК. **Установка для изготовления пустот в железобетонных изделиях.**
 № 961964. Ю. И. Долинский, Н. Я. Папилов, М. Л. Бабушкин и др. ВНПО Союзжелезобетон и Гипрогражданпроект Госстроя УССР. **Конвейерная линия для изготовления железобетонных изделий.**
 № 961968. Н. Н. Выбыванец, З. В. Додосьян и С. Д. Вишневский. Донецкий филиал Атомэнергостройпроекта. **Устройство для распалубки железобетонных изделий.**
 № 961970. А. И. Обухов, М. П. Вахрушев и А. В. Крейчман. ЛенЗНИИЭП жилища. **Устройство для изготовления объемных железобетонных изделий.**
 № 961971. П. И. Глужге, И. Д. Запорожец и Е. Т. Синотина. ВНИИГ. **Устройство для образования полостей в изделиях из бетонных смесей.**
 № 961975. В. И. Лемехов, А. Г. Логинов и А. Б. Гонгалов. УкрНИИ гидротехники и мелиорации. **Устройство для формования и отделки изделий из бетонной смеси.**
 № 961976. В. И. Удовиков, Ю. Н. Грабовецкий, В. Б. Удовикова и Е. В. Ендржеевский. НИИСП. **Установка для формования пустотных железобетонных изделий.**
 № 961977. В. Я. Морев, М. Е. Сердюков и Ю. Г. Иванов. ГПИ Ярославский Промстройпроект. **Устройство для уборки производственных отходов бетонной смеси.**
 № 961978. В. В. Михайлов, А. К. Караковский, П. Я. Дьяченко и др. НИИЖБ. **Установка для изготовления трубчатых изделий.**

№ 962242. А. В. Волженский, Е. А. Борисюк, Ю. Д. Чистов и др. МИСИ. **Бетонная смесь.**

№ 962243. А. С. Коломацкий, А. Л. Глуховеров и В. И. Бабушкин. **Комплексная добавка в бетонную смесь.**

№ 962244. П. С. Костяков, Б. И. Поляков и Н. А. Абраменко. МИИТ. **Комплексная добавка для бетонной смеси.**

№ 962245. И. И. Петренас. ЛИИЖТ. **Бетонная смесь.**

№ 962246. В. А. Улазовский, С. В. Лукьяница, Г. В. Лукьяница и С. Г. Крахмалов. Волгоградский инженерно-строительный ин-т. **Бетонная смесь.**

№ 962251. И. Д. Посыльный, А. И. Новиков, Г. Г. Кузнецов и др. ПО Ростовуголь и Ростовский государственный ун-т. **Бетонная смесь.**

№ 962253. Г. М. Чочуа, В. П. Саньков, Ш. К. Жвания и др. Ашхабадское специализированное управление греста Монтажмизащита. **Полимербетонная смесь.**

№ 962489. Г. П. Пастушков, Д. И. Згировский, В. Ф. Зверев и др. Белорусский политехнический ин-т. **Железобетонная полая колонна для многоэтажных зданий.**

№ 962495. Ф. А. Гофштейн, Ф. Н. Рабинович, Ю. В. Фролов и А. М. Туголуков. ЦНИИПромзданий. **Узел сопряжения строительных элементов.**

№ 962496. В. С. Манасян, МНИИТЭП. **Стыковое соединение стеновых панелей с плитами перекрытий.**

№ 962516. В. С. Коган, Г. С. Кобринский и С. С. Динов. ЛатНИИЭС. **Панель ограждения.**

№ 962519. А. А. Ломанов. **Ферма.**

№ 962520. Б. В. Накашидзе. Хабаровский политехнический ин-т. **Сборная ферма.**

№ 962523. В. Е. Тройнин, И. М. Зайцев, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. ПТТ Оргтехстрой. **Способ возведения перекрытия резервуара.**

№ 962528. И. А. Луценко. **Сопло для набрызга бетонной смеси.**

№ 962535. Ю. И. Хрущев, С. Ю. Сопочко и А. В. Маралов. **Опалубка для возведения железобетонного свода.**

№ 962536. Ю. П. Черкаев, И. Ф. Гребенщиков и О. С. Смертин. Якутский филиал ин-та Сибгипрошахт. **Блочная опалубка.**

№ 962537. И. И. Ткаченко, И. М. Пятагин и А. Д. Жеребков. КБ по железобетону Госстроя РСФСР. **Устройство для замоноличивания стыков сборных железобетонных перекрытий.**

№ 962538. Н. Г. Кузьменко, А. Н. Ахматовский и Н. И. Гамаюнов. Трест Сахалинпроект Главдальстроя. **Щитовая опалубка ступенчатого фундамента.**

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1982.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Деминов А. Д. Перспективы совершенствования производства сборного железобетона	2
Демянюк П. А. Повысить уровень заводской готовности строительных конструкций и изделий	6
Нифонтов В. С., Бузинов В. М., Павлов В. Ф. Новые технологические линии и оборудование для производства сборного железобетона	7
Подлесных В. С. Опыт повышения уровня заводской готовности конструкций	10
Рискинд Б. Я., Соколов В. А., Довжик В. Г. Улучшение заводской отделки конструкций и изделий	12
Волконский Ю. В., Гирская Е. А. Механизированные конвейерные линии для выпуска железобетонных изделий промстроительства	15
Смычкой П. П. Опыт снижения трудозатрат на строительных площадках	17
Минибасов А. К., Шевеленко А. Г., Слисков В. И., Гребанс О. Ф., Ционский А. Л., Хрипунов В. А., Андрианов В. Н. Конструкция и технология изготовления преднапряженных напорных труб диаметром 2,7 м	19
Астахов А. Я., Сапов В. Т., Фарбер В. А. Аэрогидродинамический способ вакуумирования бетонных смесей	22
Кузин В. П., Архипкин А. А., Лавринев П. Г. Изготовление решеток перекрытия канализационных каналов животноводческих ферм	24

Навстречу IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

Зайцев Ю. В., Дараган К. А., Турукалов Б. Ф. Механика разрушения армоцемента	25
Крамарь В. Г., Арзуманян К. М., Кожухов П. И. Исследование круглопустотных панелей перекрытия, заземленных по концам в стену	27

Экономия ресурсов

Градюк И. И., Стасюк М. И. Раскрытие и закрытие трещин в изгибаемых элементах со смешанным армированием	29
---	----

Бетоны

Ким К. Н., Третьяков О. Е. Особо тяжелый бетон на напрягающем цементе	31
---	----

В помощь проектировщику

Санников И. В. Прочность и деформативность монолитных неразрезных плит с листовой гофрированной арматурой	32
---	----

В помощь заводским лабораториям

Почтовик Г. Я., Чернопыжский М. В. Исследование трещинообразования конструкций методом акустической эмиссии	34
---	----

Вопросы экономики

Бульба А. В. Некоторые итоги применения показателя нормативной чистой продукции	35
---	----

Арматура

Рогатин Ю. А., Лаженицына С. А. Изменение оптовых цен на арматуру	37
---	----

Теория

Неделя Н. Н. Влияние влажности бетона на его прочность	38
--	----

Долговечность

Иванов Ф. М., Виноградова Э. А., Гладков В. С., Усачев И. Н. Морозостойкий бетон для морских сооружений	40
---	----

В порядке обсуждения

Горчаков Г. И., Алимов Л. А., Воронин В. В. Влияние структуры бетона на его однородность и качество	42
---	----

Стандарты

Грайфер А. Г., Хлюпин Л. П., Перетрухин И. Н., Широков В. С. Стандарт на бетонные безнапорные трубы	44
---	----

Нам пишут

Сергеев В. И., Айбабин В. И. Клиновые подъемные рельсы	45
--	----

Наши юбиляры

К 60-летию Б. Я. Рискинда	46
---------------------------	----

Библиография

Каминский Г. Н. Строительство — Олимпиаде-80	46
--	----

3

[336]

март 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

Вологодская областная универсальная научная библиотека

ВОЛОГДСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА

© Стройиздат, 1983

А. Д. ДЕМИНОВ, зам. председателя Госстроя СССР

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Как боевую программу действия воспринял советский народ решения ноябрьского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, направленные на реализацию долговременной стратегии партии, выработанной XXVI съездом КПСС. Пленум обратил особое внимание на необходимость значительного улучшения капитального строительства во всех отраслях народного хозяйства, осуществления необходимых мероприятий по всемерной экономии топлива, сырья, металла и других материалов, финансовых и трудовых ресурсов, на настойчивое внедрение в производство достижений науки, техники и передового опыта.

Исходя из этих задач, организуют свою работу советские строители в третьем году одиннадцатой пятилетки. Особо важное задание они имеют по реализации решений майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, направленных на осуществление Продовольственной программы СССР и решение социальных проблем на селе.

Немало сделано строителями за истекшие два года одиннадцатой пятилетки: обеспечено сокращение сроков строительства, повышен уровень его индустриализации и качества, расширена практика полносборного строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций, увеличена степень заводской готовности конструкций и деталей, расширено применение в строительстве новых видов материалов и изделий, в том числе эффективных железобетонных конструкций.

Бетон и железобетон в нашей стране по праву считаются основным строительным материалом. В общей стоимости материальных ресурсов, потребляемых в капитальном строительстве, стоимость бетонных и железобетонных конструкций составляет около 25 %, что в 8 раз превышает общую стоимость стальных конструкций и почти в 2 ра-

за — стоимость продукции лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Среди важнейших конструкционных материалов, применяемых в строительстве, бетон и железобетон по своим физико-механическим свойствам, долговечности, технико-экономической целесообразности массового производства и применения изделий из них в обозримом будущем будут занимать ведущее место. Этому способствует также наличие в достаточных количествах сырьевых ресурсов для получения цемента и бетона.

Затраты труда и энергии на монтаж стальных и сборных железобетонных конструкций примерно одинаковы, но трудовые и энергетические затраты на производство 1 м³ сборного железобетона значительно ниже затрат на изготовление эквивалентного количества металлоконструкций и составляют, %: по трудовым затратам 75, расходу условного топлива 50, электрической энергии 40, капиталовложениям 67.

За последние 25 лет в стране создана развитая промышленность сборного железобетона, насчитывающая около 6000 предприятий общей мощностью свыше 150 млн. м³ изделий, которая обеспечивает все виды строительства широкой номенклатурой изделий и таким образом в решающей степени влияет на повышение уровня его индустриализации.

В расчете на прирост применения сборного железобетона в объеме 65 млн. м³ (в 1980 г. в сравнении с 1965 г.) на стройках условно высвобождено более 700 тыс. рабочих, а экономия приведенных затрат вследствие замены традиционных материалов составила порядка 1,5 млрд. р.

В строительстве разработано много эффективных железобетонных конструкций, улучшена работа по их типизации

и стандартизации, введены в действие новые нормы проектирования железобетонных конструкций, значительно возросло применение эффективных арматурных сталей и повысилось их качество. На предприятиях сборного железобетона организована аттестация продукции, а на многих заводах и ДСК созданы службы управления качеством. Значительное распространение получили неразрушающие и статистические методы контроля качества.

Изменилась и структура применения сборных железобетонных конструкций. В частности, за последние 5 лет на 15—18 % увеличился удельный вес применения конструкций стеновых панелей и перегородок, которые вытеснили кирпич, камень и другие мелкоштучные материалы. За это время на 20 % возросла доля использования в строительстве конструкций спецжелезобетона в основном за счет увеличения объемов производства напорных и безнапорных труб.

Повысился уровень применения свайных фундаментов, начато массовое производство крупноразмерных плит «на пролет» размерами 3×12, 3×18 и 3×24 м, изделий из песчаного бетона, обладающих высокой морозостойкостью, центрифугированных колонн кольцевого сечения и ряда других. В жилищно-гражданском строительстве шло массовое освоение производства деталей домов улучшенных серий с высокой степенью отделки конструкций. Уровень готовности их в течение 1960—1980 гг. возрос с 30 до 55 %, или в 1,8 раза, при этом для перекрытий этот показатель составляет 65 %, а для наружных стен — 75 %.

По оценкам экономистов, применение только в строительстве Москвы сборных железобетонных конструкций и перенос в заводские условия отделочных и монтажных операций позволили за послед-

ние 20 лет сократить численность работающих в строительстве на 50 %.

Серьезные изменения произошли и в технологии изготовления конструкций. Разработаны и серийно выпускаются комплекты оборудования для производства железобетонных напорных труб с металлическим цилиндром, радиально-прессованных труб, новые типы арматурно-сварочного оборудования, технологические линии конвейерного типа для изготовления деталей КПД, конструкций промышленных и общественных зданий, линии непрерывного безопалубочного формования.

В последние годы в стране разработаны и во все больших масштабах применяются высокоэффективные суперпластификаторы бетонной смеси, целый ряд новых комплексных добавок. Определенному совершенствованию подверглись все стадии изготовления конструкций и изделий. В целом они стали менее материалоемкими: удельный расход металла на изготовление 1 м³ железобетонных конструкций сократился с 75,5 кг в 1970 г. до 71,45 кг в 1980 г.

Вместе с тем в этой важной подотрасли имеется много недостатков, не используются имеющиеся резервы и возможности. Не приняты должные меры по выпуску в необходимом объеме и широкому применению при строительстве и реконструкции предприятий, зданий и сооружений эффективных железобетонных конструкций. Все еще велика номенклатура изделий и конструкций, на многих предприятиях низок технический уровень их производства. Разрабатываемые новые виды оборудования и технологические процессы внедряются в производство в малом объеме и не оказывают решающего влияния на улучшение технико-экономической работы промышленности сборного железобетона, повышение качества и

снижение трудовых и материальных затрат в строительстве. Опыт передовых предприятий слабо распространяется в стране.

Следует обратить особое внимание на необходимость систематического обновления и своевременного снятия с производства устаревших изделий. Эта работа сейчас оживилась, однако многие предприятия выпускают по 5—7 лет и более устаревшую продукцию. Нужно повести решительную борьбу против тех, кто допускает нарушения технологической и производственной дисциплины в производстве железобетонных конструкций и изделий, что ведет к отступлению от требований стандартов и технических условий.

В целях ускорения перехода на производство и применение в строительстве высокоэффективных сборных железобетонных конструкций и прогрессивных технологий их изготовления Госстрой СССР предусмотрел ряд конкретных мер по устранению этих недостатков. Конечно, разработать мероприятия, даже самые хорошие, это только начало дела. Главное — наладить, организовать работу так, чтобы за ее реализацию взялись тысячи энтузиастов, тысячи последователей и это начинание действительно стало достоянием многих.

Как и прежде, одним из основных направлений технического прогресса в области дальнейшего развития бетона и железобетона, повышения его эффективности и качества является обеспечение массового внедрения в практику строительства высокоэффективных конструкций и изделий повышенной заводской готовности из высокопрочных, легких и ячеистых бетонов, предварительно напряженных конструкций, обеспечивающих значительное снижение массы конструктивных элементов, уменьшение их материалоемкости и повыше-

ние степени индустриализации строительства.

В 1981 г. объем производства преднапряженных конструкций составил 28 млн. м³, т. е. примерно 23 % годового выпуска сборного железобетона. Номенклатура этих конструкций, освоенных производством, достаточно широка и в разных исполнениях (сборном, сборно-монолитном, монолитном) используется практически во всех отраслях капитального строительства. Дальнейшее повышение доли использования преднапряженного железобетона в строительстве связано с расширением работ по совершенствованию и созданию новых, более эффективных конструкций, объем производства которых в последние годы остается практически на одном уровне.

Большое будущее за изделиями, изготавливаемыми на напрягающем цементе (НЦ). Самонапряженные конструкции располагают большими возможностями и весьма эффективны в конструкциях, к которым одновременно предъявляются требования высокой водонепроницаемости, прочности и коррозионной стойкости (трубы напорные, резервуары, аэродромные плиты, элементы силосных складов и др.). Однако применение конструкций из самонапряженного бетона находится пока на низком уровне. Одной из главных причин здесь является крайне малый объем производства напрягающего цемента. Минстройматериалов СССР должен в самые короткие сроки в несколько раз увеличить объемы выпуска НЦ.

Другим не менее важным направлением развития эффективных конструкций, нацеленным на снижение стоимости и трудоемкости строительства, массы зданий и сооружений, понижение расхода тепловой энергии, является расширение применения изделий и кон-

струкций на основе легких бетонов. Всемерное облегчение бетонных и железобетонных изделий было и остается главной задачей.

Исследования эффективности конструкций из легкого бетона показали, что применение, например, керамзито-бетона в несущих конструкциях крупнопанельных жилых домов и в сельскохозяйственных производственных зданиях целесообразно практически во всех районах страны. При этом масса жилых домов снижается на 33—35 %, расход стали — на 2—4,5 %, экономия приведенных затрат при строительстве сельскохозяйственных зданий составляет 240—270 р. на 1000 м² площади здания.

Несмотря на высокую эффективность этих конструкций, объем их производства за последние 5 лет почти не растет. Следует также отметить, что совершенно незаслуженно ослаблено внимание к развитию производства изделий из ячеистых бетонов, обладающих высокими теплозащитными свойствами.

Современное строительное производство предъявляет все более высокие требования к заводской готовности изделий. Наряду с расширением объемов отделки панелей долговечными материалами, шлифовкой изделий механизированным способом целесообразно решать задачу повышения заводской готовности изделий путем совершенствования технологии формования.

На предприятиях Москвы и многих других городов уже более 5 лет с успехом используют роторно-пульсационные агрегаты (РПА). Эти установки применяют для приготовления высококачественных смазок металлических форм, а также приготовления составов, замедляющих твердение цемента и бетона при изготовлении наружных стеновых панелей с фактурным слоем из декоративного щебня. Они отличаются простотой конструкции и высокой эффективностью при изготовлении эмульсий и суспензий. Наряду с обеспечением высокого качества бетонных поверхностей внедрение РПА позволяет снизить расход электроэнергии на указанную операцию в 3—5 раз.

Обеспечить производство прогрессивных железобетонных и бетонных конструкций с высокой степенью готовности возможно лишь при высоком техническом уровне и организации труда на предприятиях строительной индустрии. Однако все новое и передовое на многих предприятиях применяется в незначительных объемах. Основные технико-экономические показатели работы промышленности сборного железобетона (использование производственных мощностей, выработка, фондо-

отдача, себестоимость и др.) за последние годы не только не улучшились, но даже ухудшились. На многих предприятиях значителен уровень ручного труда (до 41 % при формовании изделий и до 44 % на арматурных работах), допускаются большие непроизводительные потери рабочего времени, сырья и топлива.

За 1980—1990 гг. в колхозах и совхозах предстоит построить не менее 378 млн. м² жилья, или в 1,4 раза больше, чем за предшествующее десятилетие. Более чем вдвое возрастет ввод в действие детских дошкольных учреждений, расширится сеть клубов, школ, Домов культуры, различных инженерных коммуникаций. В сельских районах создана разветвленная база, действуют сотни заводов по производству бетонных и железобетонных конструкций, домостроительные комбинаты. И все же их мощностей для решения огромных задач агропромышленного комплекса еще недостаточно.

К строительству на селе уже в течение ряда лет привлечены союзные строительные министерства, однако их индустриальная база еще не полностью обеспечивает поставки облегченных сборных железобетонных конструкций и изделий для строительства жилья и сельскохозяйственных объектов, несмотря на то что такая задача была выдвинута постановлением Совета Министров СССР от 3 января 1977 г. «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве».

В соответствии с решениями майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС до 15 % мощностей городских ДСК намечено направить на строительство жилья в сельской местности. Сейчас задача состоит в том, чтобы изделия и конструкции, выпускаемые для многоэтажных городских домов, были пересчитаны на изделия для одно- и двухэтажных домов.

Министерства и ведомства должны по каждому ДСК разработать технологическую раскладку новых изделий на действующее оборудование и подготовить необходимые формы и оснастку. Сегодня все сельские стройки являются особо важными. Каждая из них, возведенная экономично, в срок и на высоком качественном уровне, — это шаг к выполнению Продовольственной программы.

Капитальное строительство — одна из самых материалоемких отраслей народного хозяйства, крупнейший потреби-

тель многих материалов и топливно-энергетических ресурсов. При нынешних объемах их потребления каждый процент экономии, равно как и потеря, оборачивается для государства сотнями миллионов рублей годовой прибыли или убытка.

Заводы железобетонных изделий, домостроительные комбинаты потребляют около 12 млн. т условного топлива. Здесь допускается много потерь и нерациональное расходование топливно-энергетических ресурсов. Основная причина потерь кроется в бесконтрольном увеличении температуры и продолжительности нагрева изделий, значительных утечках пара, отсутствии изоляции горячих поверхностей установок, разрушении или увлажнении изоляции. По этим причинам на термообработку железобетонных изделий в среднем расходуется около 470 тыс. ккал/м³ при расчетной норме 290 тыс. ккал/м³. Однако никакая теплоизоляция не поправит положения, если эксплуатация камер не будет осуществляться на высоком техническом уровне. Необходимо незамедлительно начать внедрять на заводах эффективные пропарочные камеры.

Госстрой СССР в 1981 г. утвердил типовую проект трех вариантов унифицированных пропарочных камер периодического действия с эффективной теплоизоляцией и рекомендовал строительным министерствам и ведомствам их внедрение. Использование таких камер в сочетании с рациональными режимами пропаривания позволит обеспечить резкое снижение расхода тепла на термообработку изделий.

Заслуживает широкого внимания опыт заводов, на которых газообразное топливо сжигается в специальных теплогенераторах, установленных непосредственно у пропарочных камер. Совмещение теплогенераторов с установками для ускоренного твердения бетона позволяет сократить расход энергии на 30—50 тыс. ккал/м³ за счет резкого уменьшения эксплуатационных потерь тепла при транспортировании, улучшении теплообмена в камерах и сравнительно высокого КПД генератора.

Все большее применение находят при тепловлажностной обработке малонапорные камеры, позволяющие вдвое сократить сроки обработки и экономить расход топлива, трудовых ресурсов и металла.

Известно, что снижение температуры прогрева изделий только на 20—25 °С при сохранении прежней продолжительности тепловой обработки (13—15 ч) дает возможность примерно на 30 % сократить расход пара, а бетон

получается более высокого качества. Понизить температуру прогрева позволяет применение пластифицирующих добавок. Например, введение добавки ПАЩ-1 дает возможность снизить температуру прогрева с 80 до 70°C, суперпластификатора С-3 (в количестве 0,7 % массы цемента) — с 80 до 60°C с одновременным повышением прочности бетона.

На заводах ЖБИ и ДСК страны находятся в эксплуатации около 5000 касетных установок, более 10 тыс. агрегатно-поточных установок, почти 9000 стендовых и 850 конвейерных линий. Большая часть этого оборудования спроектирована, изготовлена и введена в действие 10—15 лет назад и требует серьезного совершенствования и обновления. Сейчас имеются многочисленные примеры удачных технических решений модернизации оборудования или замены его принципиально новым. К сожалению, этот опыт министерства и ведомства распространяют слабо.

Несколько лет назад на предприятиях Москвы нашли широкое применение высокопроизводительные двух- и трехъярусные станы для формования плоских изделий, резонансные виброплощадки, конвейерные линии по изготовлению морозостойких изделий из песчаных бетонов, полуконвейерные линии по выпуску аэродромных плит, ригелей длиной до 9 м, колонн, плит покрытий, механизированные стенды для крупногабаритных изделий с механическим натяжением арматуры и ряд других. Их высокая эффективность подтверждена годами эксплуатации, однако предприятия Минстройдормаша до сих пор не освоили их массовое производство и они по-прежнему выпускаются отдельными комплектами на предприятиях строительных министерств и ведомств.

Только в 1972—1982 гг. строителями было изготовлено около 100 двух- и трехъярусных станов, почти 500 резонансных и ударных виброплощадок, автоматизировано более 400 бетоно-смесительных узлов. Но этого совершенно недостаточно, учитывая наличие в стране нескольких тысяч технологических линий, которые необходимо модернизировать.

За последние годы развились новые методы (и создано оборудование) уплотнения бетонной смеси: роликовое уплотнение, вибропрессование, вибропротяжка. В стадии разработки находится метод центробежного проката для производства труб.

Особое внимание должно быть обращено на создание предприятий по производству сборных железобетонных

изделий на основе экструзионного, безопалубочного формования. В ряде городов уже действуют шесть установок безопалубочного формования на стендах, которые позволяют использовать эффективные методы армирования (арматурные канаты с натяжением гидродомкратами), тепловой обработки (масляный прогрев), добиться высокого качества и обеспечить изготовление изделий пролетом до 12—15 м. При этом почти все процессы поддаются полной механизации и автоматизации. На таких стендах можно изготавливать как плиты перекрытия, так и стеновые панели.

В 1985 г. объем применения металла при изготовлении железобетона превысит 13 млн. т, а цемента — 109 млн. т. Использование устаревших типов конструкций, малоэффективных видов сталей, некачественных заполнителей для бетонов, а также приготовление бетонных смесей и изготовление конструкций на технически устаревшем оборудовании приводит к тому, что в стране ежегодно нерационально расходуется до 1 млн. т стали и более 14 млн. т цемента.

Одно из самых узких мест в производстве сборных железобетонных конструкций — изготовление арматурных изделий и закладных деталей. Однако в этом разделе имеются определенные достижения — это прежде всего арматурные каркасы плоских изделий с экономичным армированием. В Минстрое СССР из 87 предприятий КГД 69 переведены на этот вид армирования, что уже дало годовую экономию 4,2 тыс. т металла. Начиная с 1976 г. получило широкое распространение изготовление штампованных закладных деталей: все действующие серии крупнопанельных жилых домов переработаны с учетом их применения. Осуществление этого мероприятия в масштабах всей отрасли позволит сэкономить не менее 50 тыс. т металлопроката в год.

В НИИЖБ разработаны технология и оборудование для непрерывного армирования плигных конструкций (панели перекрытий, дорожные и аэродромные плиты и др.). Она позволит полностью автоматизировать процесс армирования, применять самые эффективные виды сталей (арматурные канаты и высокопрочную проволоку класса Вр-II), обеспечить двухосное объемное натяжение арматуры. Внедренные на ряде заводов, эти установки показали высокую эффективность. Дело теперь за массовым внедрением.

Новое оборудование, как правило, сложнее, оно требует навыка, обкатки, иного подхода к эксплуатации, обслу-

живанию и ремонту. Необходимо усиливать службы, обеспечивающие высокую его работоспособность. Надо постоянно заботиться о подготовке специальных кадров, обеспечивающих грамотную техническую эксплуатацию и ремонт сложного оборудования и приборов. Без этого нельзя всерьез говорить о существенном повышении технического уровня производства сборного железобетона и тем более о переходе к новому этапу — внедрению робототехники.

Эффективность мероприятий по техническому совершенствованию производства в решающей степени зависит от комплексности их проведения. Так, например, автоматизация только приготовления бетонной смеси без охвата операций по выгрузке инертных и цемента, подачи их, а также раздачи бетона, без учета наличия запасов этих материалов на складе дает незначительный эффект. При проведении переоснащения технологических линий, их реконструкции необходимо обеспечить комплексный подход, увязать эти мероприятия со всей инфраструктурой предприятия, включая оценку качества, выходной контроль изделий, совершенствование структуры управления предприятиями, внедрение новых методов планирования и оценку деятельности.

Существенный вклад в переоснащение промышленности сборного железобетона должна внести строительная наука. Предстоит продолжить теоретические исследования общих свойств бетона и железобетона, решение проблем повышения их долговечности в различных средах, совершенствование методов расчета и проектирования железобетонных и бетонных конструкций, создание новых, более эффективных технологических процессов и образцов оборудования, развивать исследования новых эффективных химических добавок и арматурных сталей, методов контроля, совершенствования планирования и организации производства таких изделий и конструкций.

В мае 1983 г. вопросы повышения эффективности и качества бетона и железобетона будут рассмотрены с привлечением широкой научно-технической общественности на IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону. В связи с этим министерствам и ведомствам СССР, научно-исследовательским и проектно-конструкторским организациям необходимо проанализировать проведённую работу по выполнению рекомендаций VIII конференции (Харьков, сентябрь 1977 г.), с тем чтобы выработать техническую политику в этой отрасли на ближайшие годы.

Повысить уровень заводской готовности строительных конструкций и изделий

Благодаря постоянной заботе Коммунистической партии и Советского правительства материально-техническая база строительства в последние годы получила значительное развитие — только за годы десятой пятилетки эта отрасль получила 22 млрд. р. капитальных вложений. Созданные мощности по производству строительных материалов и конструкций позволяют осуществлять сооружение крупных территориально-производственных комплексов, промышленных узлов, предприятий и объектов жилищно-гражданского назначения при высоком уровне индустриализации работ.

Разработаны мероприятия по повышению технического уровня и увеличению объемов производства прогрессивных строительных конструкций, изделий и материалов, обеспечивающие не только рост их выпуска, но и совершенствование номенклатуры и ассортимента, снижение материалоемкости, трудоемкости и себестоимости продукции.

Строительными министерствами и ведомствами проводится постоянная работа по дальнейшему совершенствованию технологии производства конструкций и изделий с целью повышения уровня их заводской готовности и перенесения наиболее трудоемких процессов со строительных площадок в заводские условия. Однако затраты труда на строительных площадках все еще остаются значительными и превышают 60% суммарной трудоемкости.

Учитывая напряженный баланс трудовых ресурсов, в ближайшие годы должна быть решена задача снижения трудозатрат непосредственно на стройках до 45—50% общей трудоемкости возведения зданий и сооружений за счет переноса трудоемких процессов со строительных площадок на предприятия строительной индустрии.

Эта задача может быть решена за счет осуществления на предприятиях строительной индустрии ряда организационно-технических мероприятий, предусматривающих:

более полное использование мощностей производственной базы;

дальнейшее развитие полносборного строительства зданий и сооружений из крупноразмерных элементов, узлов, панелей, блоков;

изготовление и применение объемных элементов, индустриальных конструкций и деталей вместо штучных материалов;

повышение качества и заводской готовности выпускаемых конструкций и деталей (отделка наружных поверхностей панелей и плит, окраска и остекление столярных изделий, антикоррозионная защита металлических конструкций в заводских условиях), а также организацию на базах комплектации УПТК централизованного раскроя изделий, деталей и материалов;

заводское изготовление укрупненных сантехнических, электромонтажных заготовок и элементов трубопроводов, централизованное производство арматурных каркасов, закладных деталей и инвентарной опалубки;

расширение применения передвижных контейнерных и сборно-разборных инвентарных зданий для обустройства строительных площадок взамен временных сооружений.

Одним из основных направлений дальнейшего повышения уровня заводской готовности конструкций и изделий является строгое соблюдение требований государственных стандартов и технических условий на предприятиях строительной индустрии и строительных материалов.

Однако вопросы повышения качества на предприятиях министерств решаются плохо. При рассмотрении в 1982 г. на коллегии Госстроя СССР доклада Минтяжстроя СССР «О мерах по значительному увеличению выпуска строительных конструкций и изделий высокой заводской готовности» было отмечено, что на 58 обследованных предприятиях до 40% продукции сборного железобетона и более 70% столярных изделий не отвечают требованиям стандартов, что приводит к большим непроизводительным затратам труда на строительных площадках. Трудозатраты по доводке

изделий составляют 10—15% общих трудовых затрат в строительстве.

Выявленные при проверках на предприятиях сборного железобетона наиболее массовые нарушения стандартов (около 80%) связаны с несоблюдением геометрических размеров изделий и низким качеством поверхностей — шероховатостями, раковинами, околами и т. д. (Красноярский комбинат металлических и железобетонных конструкций Главкрасноярскстроя, Кемеровский завод ЖБК № 2 Главкузбасстроя, Актюбинский ДСК Минтяжстроя Казахской ССР и др.).

Наружные стеновые панели, поставляемые на строительство жилого поселка Красноярского завода тяжелых экскаваторов (образцово-показательная стройка), имеют пропеллерность (до 25 мм), смещенные (до 50 мм) закладные детали, их поверхности не подготовлены под оклейку обоями.

На большинстве обследованных предприятий сборного железобетона неудовлетворительно организовано складирование готовых изделий, что приводит к повреждению их поверхностей, поломке, появлению околов и трещин.

Санитарно-технические кабины выпускаются низкой заводской готовности: сантехника не монтируется в полном объеме, столярные изделия устанавливаются без окончательной отделки, не выполняются электротехнические работы (Главсредуралстрой, Главжуралстрой).

Коллегия отметила, что наряду с объективными причинами, влияющими на снижение качества и уровня заводской готовности выпускаемой продукции (неудовлетворительное обеспечение материалами, технологическим оборудованием и запасными частями к нему, оснасткой и т. д.), выпуск некачественной продукции является следствием недостаточной организаторской работы и требовательности со стороны министерств и руководителей главных территориальных управлений по строительству, трестов и объединений, в состав которых входят предприятия стройиндустрии, а также слабой работы лабораторий и ОТК предприятий.

Коллегия Госстроя СССР приняла решение, обязывающее министерства и ведомства СССР усилить организаторскую работу с целью выполнения намеченных заданий по выпуску конструкций и изделий высокой заводской готовности, повысить требовательность к руководителям главных территориальных управлений по строительству и подведомственных предприятий в части резкого улучшения качества выпускаемой продукции.

В развитие «Основных направлений повышения технического уровня строительства на 1981—1985 годы» министерствами разработаны и утверждены в 1982 г. комплексные мероприятия по переводу в 1983—1985 гг. предприятий строительной индустрии на выпуск конструкций и изделий высокой заводской готовности, обеспечивающих максимальное сокращение трудовых затрат на строительных площадках за счет переноса трудоемких процессов на предприятия.

Начиная с 1983 г. в планы повышения технического уровня строительства будут включаться задания по примене-

нию конструкций и изделий высокой заводской готовности, в том числе окрашенных металлических, окрашенных и остекленных оконных и дверных блоков, объемных сантехкабин и др.

Соответствующим подразделениям Госстроя СССР поручено провести в 1982 г. выборочную проверку строящихся объектов с целью определения уровня трудозатрат, расходуемых на доработку конструкций и изделий на строительных площадках, от общей трудоемкости и разработать в 1983 г. программу работ по созданию нового эффективного оборудования для отдел-

ки поверхностей сборных железобетонных конструкций, имея в виду организацию его серийного производства в двенадцатой пятилетке.

Задача проектных, научно-исследовательских организаций, предприятий строительной индустрии — всемерное использование накопленного передового опыта, мобилизация коллективов на постоянное совершенствование конструкций, изделий и технологии их производства с целью максимального сокращения трудоемких работ на строительных площадках и перенесения их в заводские условия.

УДК 666.982.02

В. С. НИФОНТОВ, В. М. БУЗИНОВ, В. Ф. ПАВЛОВ, инженеры (Гипростроммаш)

Новые технологические линии и оборудование для производства сборного железобетона

Одним из ведущих направлений работы Гипростроммаша является разработка проектов заводов и технологических линий для изготовления изделий для крупнопанельного домостроения, получившего широкое распространение в Советском Союзе. При разработке проектов заводов и технологических линий институт использует отечественный и зарубежный опыт изготовления изделий, новые достижения науки и техники, а также работает над созданием механизированных и автоматизированных производств.

В настоящее время производственная база полносборного домостроения включает 493 предприятия со среднегодовой производительностью 58 млн. м² общей площади. Одним из основных показателей работы базы КПД является уровень использования производственной мощности, который в 1981 г. достиг 77%.

Большой популярностью это оборудование пользуется за границей. На базе советского оборудования за рубежом работает более 50 домостроительных комбинатов мощностью свыше 5 млн. м² площади в год.

В десятой пятилетке освоен серийный выпуск комплектного технологического оборудования для заводов полносборного домостроения мощностью 120—160 тыс. м² общей площади в год. Одновременно с освоением серийного изго-

товления комплекта оборудования были разработаны и Госгражданстроем утверждены типовые проекты предприятий крупнопанельного домостроения мощностью 120—160 тыс. м² общей площади в год зданий улучшенной планировки различной этажности, позволяющие эффективно и экономично использовать технологическое оборудование на реконструируемых и вновь строящихся предприятиях.

По этим типовым проектам построено и эксплуатируется несколько десятков заводов крупнопанельного домостроения.

Для дальнейшего совершенствования технологии заводского производства изделий для крупнопанельных зданий спроектирован комплект оборудования для высокомеханизированного завода КПД мощностью 180 тыс. м² общей площади в год. При этой разработке учтены последние достижения науки и техники в области производства изделий полносборного домостроения. Проект такого предприятия после производственной проверки заменит действующий в настоящее время типовый проект завода крупнопанельного домостроения мощностью 120—160 тыс. м² общей площади в год.

В головном заводе для большинства изделий принят горизонтальный способ производства на конвейерных линиях типа двухъярусного стана. Это имеет

ряд преимуществ: универсальность формирования всех изделий (кроме объемных); возможность применения жестких бетонных смесей на виброплощадках, что позволяет экономить цемент по сравнению с кассетным производством; возможность получения равнопрочных изделий, что затруднительно в кассетах, особенно бетона марки М300. Создаются лучшие условия для механизации ряда трудоемких процессов (например, укладки арматуры, установки закладных деталей, скрытой электропроводки и др.); появляется возможность снижения уровня шума при использовании звукоизолирующих кожухов и боксов. Унификация и однотипность применяемого технологического оборудования улучшают условия его ремонта.

В четырех пролетах главного производственного корпуса головного завода КПД размещены три линии формирования панелей наружных и внутренних стен и панелей перекрытий (по 10 постов основной линии и по 4 поста после разветвления линии — всего 14 постов) и одна линия формирования доборных изделий.

На основании проекта головного завода был разработан проект ДСК в Пензе, построенного и введенного в действие в 1981 г. Для конвейерных линий было разработано, изготовлено и испытано 8 единиц нового технологического оборудования: подъемник-снижатель СМЖ-438, тележка передаточная СМЖ-444, кантователь СМЖ-439, устройство для открывания и закрывания бортов СМЖ-453, рельсы подъемные СМЖ-458, устройство передаточное ш. 2784/124-01, оборудование шелевых камер СМЖ-445 и заглаживающая машина.

Из унифицированного комплекта технологического оборудования при пере-

компоновке серийных узлов привода можно получить технологические линии с различным числом постов, что особенно важно при реконструкции действующих предприятий. На одной линии можно компоновать от 5 до 14 постов.

При проектировании новых предприятий, расширении действующих и при техническом их перевооружении целесообразно применять линии с раздвоенными постами формования и отделки, что может повысить выпуск изделий и ликвидировать недогрузку рабочих на постах подготовки.

Расчетный годовой экономический эффект от внедрения новых конвейерных линий составляет приблизительно 640 тыс. р. Удельные трудовые затраты на изготовление изделий сокращаются на 15—20%.

На основе решений головного завода в Пензе разработана техническая документация на строительство новых заводов в Коломне, Липецке и Тучково. К сожалению, сооружение этих заводов задерживается, что не позволяет испытать оборудование, связанное с двухстадийной тепловой обработкой.

Для ускорения внедрения нового оборудования Гипростроммаш разработал шесть типовых проектов специализированных технологических линий по производству изделий полносборного домостроения для заводов большой (180—200 тыс. м² общей площади в год) и средней (100—140 тыс. м² общей площади в год) мощности. В настоящее время разрабатывается рабочая документация на эти линии.

Линии запроектированы в виде двухъярусных станков с подземными щелевыми камерами непрерывного действия: для заводов средней мощности 9-постовая (вместо получившей большое распространение 8-постовой), размещаемая в 18-м пролете, и для заводов большой мощности — 10-постовая, раздвоенная перед зоной формования, размещаемой в 24-м пролете (рис. 1).

В линиях предусмотрено снижение уровня шума за счет применения звукоизолирующих кожухов и боксов, используется новое технологическое оборудование, серийно изготавливаемое заводами Минстройдормаша.

В 1981 г. Гипростроммаш разработал проекты экспериментальных технологических линий по производству новых эффективных конструкций полносборного домостроения, в том числе линий по производству трехслойных стеновых панелей с повышенной теплозащитой (на гибких связях), объемных элементов, изделий вертикального формования на кассетно-конвейерной линии, дорожных плит.

Совершенствуя технологию вертикального формования панелей перекрытий и внутренних стен, Гипростроммаш и ЭКБ Минтяжстроя СССР разработали проект технологической линии для вертикального формования изделий КПД с 3, 4 и 5 формовочными постами.

Сохраняя такие достоинства кассет, как компактность, благоприятные условия прогрева бетонной смеси, выдерживание проектных размеров изделий, кассетно-конвейерные линии имеют более высокую производительность за счет организации производственного процесса в кассетных формах по конвейерной технологии. Это позволяет осуществить рациональную специализацию технологических операций по постам и механизацию работ.

Запроектированная кассетно-конвейерная линия предназначена для изготовления панелей внутренних стен и ненапряженных панелей перекрытий. Принцип ее работы основан на ранней частичной распалубке отформованных на специальном посту изделий, которые в вертикальных двусторонних формах проходят дозревание в тоннельных камерах. Распалубка и подготовка форм производятся на соответствующих постах конвейерной линии.

Линия сочетает в себе преимущества

вертикального формования, при котором высокое качество поверхности изделий обеспечивается в процессе изготовления, с высокими технико-экономическими показателями, свойственными конвейерным производствам. При ее создании выявилась возможность сокращения производственных площадей, металлоемкости и трудозатрат. В линии вертикального формования локализуется и изолируется шумовое воздействие (формовочный пост располагается в отдельном помещении), эффективная тепловая обработка выполняется в камерах непрерывного действия, а применение разогретых бетонных смесей позволяет дополнительно снизить металлоемкость.

Применение линий вертикального формования даст возможность снизить удельные трудозатраты на 16%, металлоемкость до 17% и получить от одной установки годовой экономический эффект более 20 тыс. р.

В настоящее время оборудование экспериментального поста формования проходит экспериментальную проверку.

Как показала заводская практика, роликовое прессование — прогрессивный метод формования плоских изделий имеет значительные преимущества перед вибрационным, так как позволяет уменьшить трудозатраты, улучшить качество изделий, сократить сроки тепловой обработки, отказаться от применения дефицитного щебня, значительно улучшить санитарно-гигиенические условия работы и т. д.

Большое значение имеет разработка технологии и оборудования для изготовления конструкций для промышленного строительства.

Гипростроммашем разработаны проект и оборудование высокомеханизированного завода по производству железобетонных изделий для промышленного строительства производительностью 200 тыс. м³ в год. В формовочных пролетах завода размещены ля-

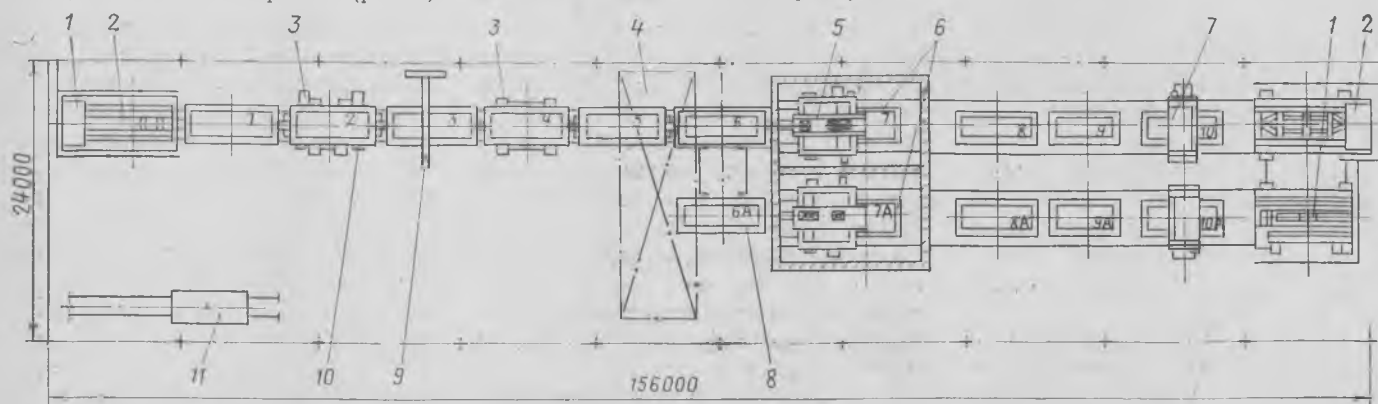


Рис. 1. Конвейерная линия по изготовлению панелей наружных стен

1 — подьемник-снижатель СМЖ-438; 2 — тележка передаточная СМЖ-444; 3 — устройство для открывания и закрывания бортов СМЖ-453; 4 — кран мостовой электрический грузоподъемностью 16 т; 5 — бетоноукладчик СМЖ-166А; 6 — виброплощадка СМЖ-200Б; 7 — машина заглаживающая; 8 — устройство передаточное ш. 2784/124-01; 9 — кран консольный передвижной КР188-01; 10 — кантователь СМЖ-439; 11 — тележка самоходная СМЖ-151Т

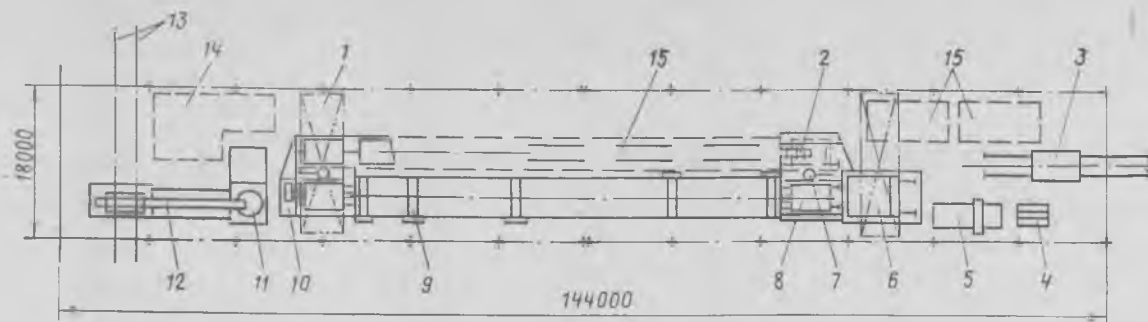


Рис. 2. Технологическая линия по производству бетонных труб диаметрами 300—600 мм методом радиального прессования производительностью 12 тыс. м³ в год
1 — кран мостовой электрический; 2 — привод возврата СМЖ-410; 3 — тележка самоходная СМ Ж-151Т; 4 — стелд для испытания труб на прочность СМЖ-418; 5 — установка для гидротестирования безнапорных труб СМЖ-555; 6 — кантователь СМЖ-414; 7 — манипулятор ш. 38-80; 8 — поддон-тележка СМЖ-408; 9 — разделитель шторный механизированный СМЖ-411; 10 — устройство для перемещения тележек СМЖ-412; 11 — станок для изготовления безнапорных труб диаметром 300—600 мм СМЖ-194А; 12 — установка для подачи бетонной смеси; 13 — оси бетоновозных эстакад; 14 — площадь для хранения поддонов и форм; 15 — складирование труб

нии по изготовлению стеновых панелей длиной 6 и 12 м, комплексных плит покрытий размером 3×6, 3×12 и 3×18 м, ребристых плит перекрытий, колонн, ригелей и других длинномерных изделий.

Однако в связи с задержкой строительства этого завода задержалось испытание нового технологического оборудования и принятие его в серийное производство. Учитывая это обстоятельство, Госстрой СССР поручил институту разработку проектов отдельных технологических линий для изготовления изделий для промышленного строительства, которые предусматриваются для новых и для реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий. Привязка проектов таких линий позволит решить задачи по испытанию и серийному изготовлению нового технологического оборудования.

В Советском Союзе ощущается большая потребность в неметаллических трубах. Рост их выпуска полностью зависит от развития производственной базы, которая не может развиваться без увеличения производства оборудования.

Изучение отечественного и зарубежного опыта дает основание считать, что наиболее эффективным методом производства безнапорных труб является радиальное прессование.

Принцип этого метода заключается в том, что подаваемая со стороны верхнего торца неподвижной вертикально установленной формы бетонная смесь распределяется вращающейся формирующей головкой по внутренней ее поверхности. Смесь предельно уплотняется катящимися роликами, установленными на формирующей головке. Раструбная часть трубы уплотняется вибростолом, на который в процессе формования опирается поддон-раструбообразователь. Заглаживание внутренней поверхности трубы производится специальным кольцом, закрепленным к нижнему торцу формирующей головки.

На основании результатов испытания комплектов оборудования технологических линий на заводах железобетонных труб в г. Горьком и Гнивани заводами Минстройдормаша организован серийный выпуск комплектов оборудования по производству безнапорных бетонных и железобетонных труб диаметрами 300—600 мм и 800—1200 мм. Технико-экономические расчеты показали, что годовой экономический эффект от внедрения одного комплекта оборудования составляет: для труб диаметрами 300—600 мм — 224 тыс. р., а для труб диаметрами 800—1200 мм — 129 тыс. р. Эти комплекты оборудования предусмотрены в типовых проектах технологических линий ТП 409-010-45 и 46 (рис. 2).

В связи с высокой производительностью станка для формования труб диаметрами 300—600 мм и высокой загрузкой мостового крана при выполнении операций по формованию разработана документация на манипулятор ш. 38-80, предназначенный для переноса, распалубки и сборки форм.

Гипростроммашем разработаны также технология и комплект оборудования для изготовления предварительно напряженных железобетонных стоек для виноградушек. Изготовление стоек предусмотрено методом роликового формования из цементно-песчаного бетона марки М500. Первый комплект такого оборудования будет смонтирован на Долярском комбинате строительных материалов. Опыт показал, что ненапряженные стойки имеют срок службы до 5 лет, а срок эксплуатации преднапряженных стоек возрастает в 4 раза.

Гипростроммаш и Индустройпроект разработали новый комплект технологического оборудования для выпуска преднапряженных железобетонных шпал. Они изготавливаются по полуконвейерной технологии с тепловой обработкой в камерах ямного типа периодического действия.

В общем объеме работ по изготовле-

нию железобетонных конструкций значительное место занимают арматурные работы, поэтому Гипростроммаш и заводы Минстройдормаша уделяют значительное внимание совершенствованию выпускаемого и созданию нового оборудования для механизации и автоматизации арматурных работ.

Особое значение имеет механизация и автоматизация процесса изготовления плоских арматурных сеток. Проводятся комплексные работы по созданию новых высокопроизводительных электросварочных машин и вспомогательного оборудования (механизмов подачи арматуры, ножниц, пакетировщиков), которые комплектуются с электросварочными машинами в автоматизированные линии, что позволит получить экономический эффект от внедрения одной установки до 70 тыс. р.

Большое внимание уделяется модернизации серийных сварочных машин. Сварочная машина АТМС 14×75-7 доработана для изготовления сеток экономичного армирования, что позволяет экономить до 20% металла. Разработана новая высокопроизводительная линия ш. 7876 для изготовления арматурных сеток шириной до 3000 мм с продольными стержнями диаметром до 40 мм. Начало производство оборудования модернизированных институтом линий ш. 7728А/3 и ш. 7728А/4 для изготовления сеток шириной до 600 мм.

Совместно с НИИЖБ, ЦНИИПромзданий, ЦНИИОМТП, ЦНИИЭП жилища, ЦНИИЭП торговых зданий и туристских комплексов и другими институтами Гипростроммаш успешно работает над созданием новых технологических линий и комплектов оборудования, способствует созданию прогрессивных технологий и индустриальных методов строительства на основе широкого применения эффективных материалов, изделий, конструкций, машин и оборудования, обеспечивающих снижение трудоемкости и материалоемкости в строительстве.

Опыт повышения уровня заводской готовности конструкций

Минпромстрой СССР в предыдущее десятилетие большое внимание уделял опережающему развитию мощностей по производству сборных железобетонных конструкций и деталей. В настоящее время они доведены до 21,5 млн. м³ в год. Особенно интенсивно развивались мощности крупнопанельного и объемно-блочного домостроения, за это время они практически удвоены и достигли 12,5 млн. м² общей площади в год.

Принятый решениями XXV и XXVI съездов КПСС курс на повышение эффективности и качества работы побудил нас иначе подходить к решению проблем, связанных с обеспечением строек конструкциями, деталями и материалами. Наряду со своевременным и полным обеспечением ими строительных организаций проводилась систематическая и настойчивая работа по повышению качества и заводской готовности изделий, по переносу трудоемких отделочных операций со строительных площадок в заводские условия.

При решении этой задачи работники строительной индустрии столкнулись с серьезными трудностями. В последние годы резко изменилась номенклатура железобетонных изделий, они стали значительно сложнее, укрупнились их габариты.

Учитывая это, в начале девятой пятилетки в министерстве была намечена широкая программа реконструкции, расширения и технического перевооружения предприятий строительной индустрии, в которой предусматривалось решение комплекса мероприятий, направленных на расширение основных и вспомогательных производственных площадей, разработку и внедрение более совершенной технологии и оборудования, ускоренное изготовление собственными силами не только отдельных видов оборудования, но и сложных технологических линий, подготовку квалифицированных кадров и т. д.

После тщательного изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта производства железобетонных изделий массового применения — наружных и внутренних стеновых панелей, плит перекрытий, комплексных плит

покрытий и т. д. был взят курс на широкое внедрение конвейерной технологии с применением двух- и трехъярусных станов.

Высокая степень механизации и автоматизации всех технологических процессов, применение более совершенных металлических форм с гибкими бортами, четкое соблюдение технологических режимов на всех переделах позволяют получать на станах изделия высокой степени заводской готовности непосредственно в процессе формования, без организации дополнительных отделочных линий и постов доводки.

Двух- и трехъярусные станы внедрены на большинстве предприятий крупнопанельного домостроения, а также на некоторых заводах сборного железобетона; всего внедрено 53 таких стана, еще 9 введено в действие в 1982 г.

В зависимости от номенклатуры изделий, а также местных условий станы имеют различную мощность — до 30, 40, 60 тыс. м³ изделий в год с продольным и поперечным расположением форм-вагонеток.

Учитывая, что установка двух- и трехъярусных станов влечет за собой коренную реконструкцию цехов и пролетов, требует значительных капитальных вложений, что не всегда выполнимо в условиях действующего предприятия, появилась потребность в создании недорогой универсальной формирующей машины для выпуска железобетонных изделий массового применения (в основном плоских и ребристых), которую можно было бы устанавливать на предприятии без коренной ломки действующего производства и с минимальными затратами капитальных вложений.

По нашему мнению, такая универсальная машина уже создана. По разработкам КТБ Стройиндустрия Минпромстроя СССР Главпроектстроем в 1982 г. была изготовлена и испытана на Задонском заводе ЖБИ опытная установка для формования железобетонных изделий. Предварительные испытания показали ряд ее преимуществ. Скорость формования плоских изделий 3 м/мин. Используются жесткие бетонные смеси при значительно сниженном уровне шу-

ма и вибрации. Обеспечивается высокое качество железобетонных изделий без дополнительной отделки, полностью исключается ручной труд. За счет применения жестких смесей достигается значительная экономия цемента и пара.

Установка компактна, проста в изготовлении и, по мнению специалистов, может быть широко использована на действующих предприятиях при любой технологии производства без проведения реконструкции существующих линий.

При современном высоком уровне индустриализации промышленного, сельскохозяйственного и других видов строительства еще до недавнего времени огромное число внутренних перегородок возводилось из мелкоштучных материалов с большими затратами ручного труда. Чтобы повысить уровень индустриализации этих работ, КТБ Стройиндустрия было поручено разработать удобную технологию производства перегородочных панелей. В результате конкурса появились новые кассетные установки параллелограммного типа. В десятой пятилетке в централизованном порядке было изготовлено более 70 кассетных установок такого типа производительностью до 50 тыс. м² панелей в год каждая. В настоящее время объем производства индустриальных перегородочных панелей достиг почти 1,5 млн. м², но работа по совершенствованию технологии еще продолжается.

Большое внимание уделяется развитию производства крупноразмерных плит покрытий на пролет (плиты типа П, КЖС, коробчатый настил), что позволяет повысить индустриальность и качество, а также сократить трудозатраты, материалоемкость и стоимость строительства. С этой целью на предприятиях внедряются различные технологические линии по производству указанных изделий мощностью от 80 до 100 тыс. м² в год. На линиях осуществляются прогрессивные методы формования, обеспечивающие высокое качество и полную заводскую готовность изделий. Линии внедрены на предприятиях Минпромстроя УССР, Минпромстроя БССР, Главсредневожжскстроя. Утвержденная в министерстве программа предусматривает увеличение объемов внедрения таких изделий до 800—100 тыс. м² в год.

Минским филиалом КТБ Стройиндустрия разработана технология производства железобетонных безнапорных труб методом центрифугирования (на ременных центрифугах). В централизованном порядке изготовлено 25 комплектов такого оборудования, что обеспечивает полную потребность строек в высококачественных трубах малых и средних диаметров. Для производства труб больших

диаметров высокого качества использована технология вертикального виброформования, разработанная КБ по железобетону им. А. А. Якушева. Комплектное оборудование также изготавливается на предприятиях министерства.

В настоящее время широко внедряются установки по производству железобетонных колец колодцев методом радиального вибропрессования по технологии Гипростроммаша.

Работники сельского хозяйства предъявляли строителям серьезные претензии по качеству стыков объемных элементов элеваторов и зерноскладов. К сожалению, конструкция стыков элементов была настолько ненадежна, что даже самая тщательная их заделка не могла защитить от протекания воды. Благодаря работе КТБ Стройиндустрия, проведенной совместно с заинтересованными ведомствами и институтами, предложены железобетонные объемные элементы с усовершенствованной конструктивной защитой стыка. На Оршанском комбинате ЖБИ Минпромстроя БССР по разработкам Минского филиала КТБ введена в действие технологическая линия по производству высококачественных объемных элементов, применение которых обеспечивает надежную сохранность зерна в элеваторах. В линии применены универсальные формы, что позволяет без переналадки обеспечивать выпуск элементов широкой номенклатуры с минимально допустимыми отклонениями их геометрических размеров.

За последние годы выполнен огромный объем работ по наращиванию мощностей, реконструкции и техническому перевооружению предприятий крупнопанельного домостроения с одновременным переводом их на выпуск домов перспективных серий. Из 109 предприятий КПД суммарной мощностью 12,4 млн. м² общей площади 61% выпускают дома перспективных серий, а к концу нынешней пятилетки выпуск этих домов возрастет до 85% общей мощности.

Наряду с этим в министерстве уделяется серьезное внимание вопросам повышения качества и заводской готовности изделий, применяемых в жилищно-гражданском строительстве. На большинстве предприятий смонтированы изготовленные в централизованном порядке отделочные линии.

Различные условия эксплуатации жилых домов, большой дефицит эффективных отделочных материалов и другие причины заставляют по-разному подходить при выборе способов отделки фасадных поверхностей. Однако наиболее распространенным является способ отделки панелей при формировании керамической, стеклянной и другой плиткой.

На предприятиях Минпромстроя УССР, Главсочиспецстроя, Главкавинкурортстроя и др. широко применяется отделка фасадных поверхностей набрызгом составов различных цветов либо мастичных покрытий с цветной стеклянной крошкой.

Приготовление красителей на специализированных, хорошо оснащенных базах, полная механизация процессов отделки позволили значительно снизить себестоимость этих работ.

По опыту москвичей и с их помощью в 1981 г. на Петрозаводском ДСК внедрена технологическая линия производительностью до 100 тыс. м² панелей в год с отделкой их методом вскрытия фактуры декоративного заполнителя. Учитывая перспективность этого метода отделки, КТБ Стройиндустрия разработана специальная технология для внедрения ее на других действующих предприятиях.

На многих предприятиях широко применяется виброударная технология изготовления панелей лестниц, ограждений лоджий и балконов с рельефной либо решетчатой поверхностью. Для этой цели изготовлено и поставлено предприятиям 130 виброударных установок.

Все реконструированные предприятия КПД оснащены технологическими линиями по производству объемных сантехкабин, шахт лифтов, вентиляционных блоков повышенной заводской готовности. В Волгограде в 1980 г. введен цех по производству объемных сантехкабин полной заводской готовности мощностью 10 тыс. шт. в год из крупноразмерных асбошиферных листов.

Минским филиалом КТБ Стройиндустрия разработана карусельно-конвейерная технологическая линия для производства 5 тыс. объемных сантехкабин и 1000 шахт лифтов. Все технологические процессы, включая подготовку форм, укладку бетона, термообработку, комплектацию и отделку, механизированы. Эти линии внедрены в Минске, Тюмени и других городах, внедряются на заводах КПД в Гродно, Бресте, Петрозаводске.

В строительстве санаторно-курортных зданий на побережье Черного моря, а также в городах Кавказских Минеральных Вод широко применяется отделка из гранитных и мраморных плит, а также из отходов каменных карьеров.

В Армении в качестве облицовочного материала широко применяют плиты из туфов, при этом облицовка панелей производится в процессе формирования.

С использованием импортного оборудования в 1982 г. в Минпромстрое БССР и Главбашстрое введены в действие два завода по производству многпустот-

ных плит перекрытий широкой номенклатуры мощностью по 140 тыс. м³.

Формование осуществляется на стендах длиной 190 м. Последующая резка изделий на любую длину решает одну из серьезных проблем — нетехнологичности и отсутствия заинтересованности предприятий в выпуске укороченных многпустотных плит перекрытий, постоянной неукomплектованности объектов этими изделиями.

Безусловно, одними техническими мероприятиями трудно решить сложную и многогранную проблему повышения качества и заводской готовности конструкций. Нужно еще организовать систематический и тщательный контроль за качеством выпускаемой продукции. Система контроля на протяжении многих лет непрерывно развивается и совершенствуется. Главная задача системы контроля на предприятиях состоит не в том, чтобы определить степень пригодности того или иного изделия после его изготовления, а в том, чтобы не допустить выпуска недоброкачественных изделий. В связи с этим особое внимание уделяется пооперационному контролю — именно такой контроль за изготовлением каждого изделия позволяет своевременно предупредить появление брака.

Одновременно совершенствуются методы контроля качества. На многих крупных предприятиях внедрены неразрушающие методы контроля качества железобетонных изделий, а также статистический анализ прочности бетона в изделиях.

До недавнего времени предприятия уделяли мало внимания качеству форм для контроля образцов, в результате чего показатели прочности бетонов далеко не соответствовали их фактической прочности. Предприятия министерства организовали в 1982 г. массовое производство высококачественных форм для изготовления контрольных образцов; полное оснащение ими будет осуществлено в 1983 г.

Большое влияние на повышение качества и заводской готовности железобетонных и других изделий оказывает систематическая работа по аттестации промышленной продукции по трем категориям качества. Объективность оценки уровня качества того или иного изделия не вызывает сомнения, так как в аттестационные комиссии включаются представители организаций, не заинтересованных в искусственном повышении оценки.

В 1981 г. объем выпуска аттестованных железобетонных конструкций составил 11,7 млн. м³, или 68,3% общего объема производства. Из этого количества 88% аттестовано по первой кате-

гории качества, 23 изделиям (коробчатый настил, стеновые панели, ограждения лоджий, комплексные плиты покрытий, фермы длиной 18 и 24 м, балки длиной 18 м и др.) присвоен государственный Знак качества.

Более 10 млн. м², или около 80%, стеновых панелей в год изготовляют полной заводской готовности. Ежегодно более 300 тыс. м³ высококачественных изделий изготавливается по ударной технологии.

В Минпромстрое СССР много лет действует широкая система повышения квалификации руководящих работников

и специалистов строительства, работают ведомственные ПТУ, техникумы и т. д. В программах обучения и повышения квалификации большое место отводится эффективности и качеству строительного и промышленного производства.

Работники строительной индустрии Минпромстроя СССР с полной ответственностью сознают, что в чрезвычайно серьезной и важной работе по повышению качества и уровня заводской готовности имеется еще много недостатков. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных проверок, прово-

димых Госстроем СССР и министерством непосредственно на предприятиях. На предприятиях еще обнаруживается большое число изделий, изготовленных с отступлениями от действующих стандартов, появление которых является результатом нарушений технологической дисциплины.

Коллектив работников строительной индустрии Минпромстроя СССР активно участвует в социалистическом соревновании за успешное выполнение заданий третьего года текущей пятилетки. Нет сомнения в том, что эти обязательства будут выполнены.

УДК 666.982:69.001.7

Б. Я. РИСКИНД, канд. техн. наук (Главжелезобетон); В. А. СОКОЛОВ, В. Г. ДОВЖИК, кандидаты техн. наук (ВНПО Союзжелезобетон)

Улучшение заводской отделки конструкций и изделий

Одним из важнейших условий повышения уровня заводской готовности железобетонных конструкций и изделий является строгое соблюдение требований государственных стандартов по их геометрическим размерам и качеству поверхностей. Однако 30—50% объема изделий, выпускаемых предприятиями сборного железобетона основных строительных министерств и ведомств, не отвечает требованиям стандартов по этим показателям.

Причинами этого являются неудовлетворительное качество проектирования и состояния оснастки, недостаточное внимание к чистке и смазке форм, малая эффективность машин и механизмов для заглаживания поверхности изделий, несоблюдение установленных режимов приготовления бетонной смеси и формования, неудовлетворительная организация складирования готовой продукции.

Несоблюдение требований ГОСТ вызывает на стройплощадках большие непроизводительные затраты труда по подготовке изделий к монтажу и особенно по доработке поверхностей под отделку, которые составляют 10—15% общих трудозатрат в строительстве.

Основное технологическое оборудование промышленности сборного железобетона — стальные формы в значитель-

ной степени определяют не только технико-экономическую эффективность, но и качество выпускаемой продукции, особенно ее геометрические размеры. Однако поступающие на заводы новые формы во многих случаях не соответствуют предъявляемым к ним техническим требованиям, а затем их состояние еще более ухудшается в связи с нарушениями правил эксплуатации.

Практическое решение указанных проблем — в повышении металлоемкости форм. В настоящее время их металлоемкость возросла на 20—30%. Толщина рабочей обшивки форм обычно составляет 8—12 мм. Начали широко

применять закрытые сечения балок поддонов и бортов. Большой эффект получен от применения гнутых профилей и диагональных связей.

Обшивка форм играет большую роль в повышении качества изделий при вибрационных процессах формования. ВНИИЖелезобетоном разработаны и осваиваются новые эффективные формы корытообразной конструкции повышенной жесткости при одновременном снижении удельной металлоемкости и габаритной высоты на 20—25%. Высокая точность геометрических размеров изделий достигается при безопалубочном методе формования на длинных стендах, что подтверждается опытом работы завода ЖБИ, Минтяжстроя СССР в г. Полевском (Свердловская обл.).

Большим резервом повышения качества поверхности доборных изделий и панелей наружных стен с объемно-профильной фасадной отделкой (рис. 1) остается широкое внедрение неметаллических форм — стеклопластиковых, полимерных, железобетонных с полимерной облицовкой. Другим определяющим направлением повышения заводской готовности изделий является улучшение качества исходных материалов, особенно таких массовых, как цемент и заполнители.

Технологические требования к цементам в зависимости от типов изделий и способов их производства определены, однако они часто не удовлетворяются. Около 30—35% цемента, поставляемого для производства труб и шпал, не отвечает требованиям ГОСТ на эти изделия. Часты случаи поставок на заводы КИД серых цементов, дающих на лицевых поверхностях изделий интенсивные высолы. Белые цементы в процессе эксплуатации быстро теряют белизну, а цветные изменяют цвет.

Рис. 1. Образец объемно-профильной фасадной отделки стеновой панели



На заводы сборного железобетона часто поставляют щебень и гравий с большими отклонениями от требований ГОСТ. Смеси поступают различных фракций с повышенным содержанием пылевидных, глинистых частиц и содержанием зерен слабых пород. Пески, как правило, поставляются немые или мелкие. Пористые заполнители, особенно керамзит, имеют повышенную объемную массу. Использование таких заполнителей не только снижает показатели тяжелых и легких бетонов, но в расчете на весь выпуск продукции приводит к перерасходу цемента на 6,2%.

Уровень современных стандартов ориентирован на производство железобетонных изделий с поверхностями, готовыми под окраску или оклейку обоями, что значительно сокращает на стройке объем трудоемких отделочных работ. Наибольший эффект достигается, если высокое качество поверхностей обеспечивается при формировании конструкций без дополнительных операций по их шпатлевке и затирке после тепловой обработки. Стоимость отделки при этом сокращается примерно на 0,2 р/м².

Для получения гладких, без пор, соприкасаемых с формой поверхностей изделий, формируемых горизонтально при поточно-агрегатной и конвейерной технологии, на многих заводах широко применяется водная пластификация нижнего слоя формируемой жесткой бетонной смеси.

Более высокого качества нижней поверхности изделий можно добиться пластификацией нижнего слоя бетонной смеси литыми растворами. В зависимости от условий формирования и состава смеси толщина соприкасающегося с поддоном формы слоя составляет 1—8 мм. Чем больше в применяемом литом растворе мелких частиц с удельной поверхностью 3000 см²/г и более, тем полнее выявляются положительные качества способа. Опыт Главмосстроя и Главмоспромстройматериалов показал, что хорошие результаты достигаются при использовании литых цементно-коллоидных и известковых растворов. Применение литых растворов эффективно при формировании изделий площадью до 5 м². Эти операции труднее выполнить при изготовлении крупногабаритных изделий, и особенно многопустотных настилов. Для последних раствор готовится около формовочного поста и из шпатлевого бачка удочкой наносится на поддон перед укладываемой бетонной смесью. Для более полного решения поставленной задачи Гипростроммашу необходимо разрабо-

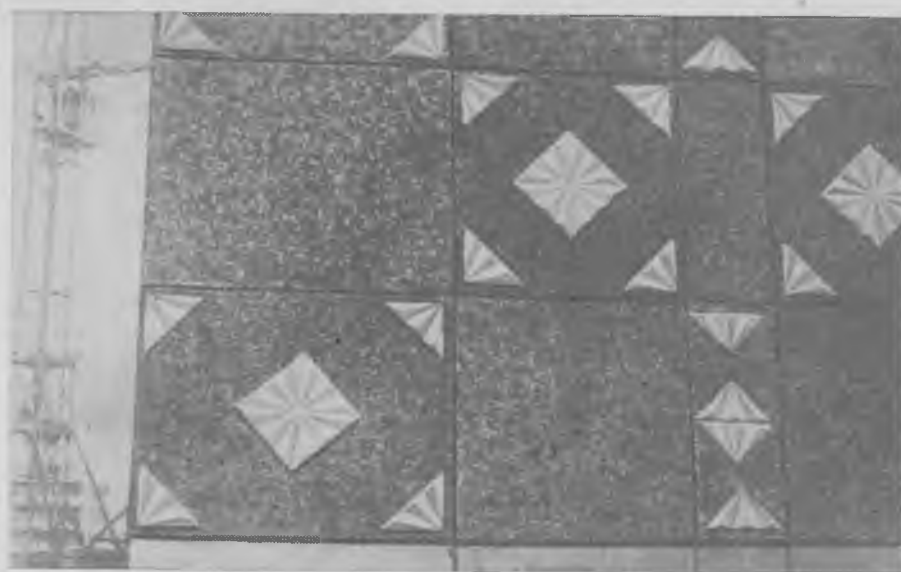


Рис. 2. Отделка стеновой панели обрешеченным валиком на Новосибирском ДСК

тать на бетоноукладчике навесное оборудование для подачи литых растворов, способное работать в автоматическом режиме.

Для сокращения количества и размеров пор важное значение имеют состав применяемой смазки и способ ее нанесения на формы слоем минимальной толщины, а также консистенция бетонной смеси и чистота форм. В настоящее время при формировании железобетонных изделий широко применяют смазку ОЭ-2 — эмульсию, изготовляемую на основе эмульсола ЭКС. Однако она далеко не во всех случаях обеспечивает высокое качество изделий, что вызывается нарушением технологии ее приготовления и нанесения, а также условий хранения компонентов, входящих в состав.

Для получения высококачественных изделий, не требующих доводки, во ВНИИЖелезобетоне разработаны эмульсионные смазки на основе восковых компонентов, животных и растительных жиров. Из разработанных составов наиболее широкое применение нашла эмульсионная смазка на основе пасты ОПЛ (отхода производства лаголина). В настоящее время она используется на ДСК-1 и ДСК-2 Главмосстроя, комбинате ЖБК-2 Главмоспромстройматериалов и других заводах сборного железобетона при горизонтальном формировании лестничных маршей и площадок, ограждений лоджий, панелей наружных стеновых и внутренних стен, электропанелей и других изделий из пластичных бетонов (с ОК=2 см и более). Смазка обеспечивает полную заводскую готовность изделий, а на отдельных предприятиях — даже высшую категорию их качества.

Особенно остро стоит вопрос о повышении степени заводской готовности поверхности изделий, формируемых в вертикально-кассетных установках. Увеличение подвижности бетонной смеси за счет суперпластификаторов, оптимизация параметров вибрирования и состава бетона не позволяют пока непосредственно в процессе формирования получить поверхности изделий, готовые под окраску или оклейку обоями. По опыту Новосибирского ДСК, улучшение качества поверхности достигается при введении в состав бетонной смеси золы-уноса, но этот технологический прием не гарантирует получения изделий без пор. Заслуживает внимания опыт Ростовского завода ДСК-1 Главмосстроя по отделке панелей кассетного производства методом погружения с использованием в качестве отделочного материала известково-перлитовой смеси с добавлением латекса или ПВА.

Высокая степень заводской готовности лестничных площадок достигается на комбинате ЖБК-2 ГМПСМ получением мозаичных цветных бетонов с введением в состав смеси водной пасты, состоящей из пигмента (красителя) и комплекса химических добавок.

В связи с развитием конвейерного способа производства панельных конструкций все большее значение приобретают технологические пути повышения качества поверхности изделий. Исследования ЛИСИ, ЦНИИЭП жилища, ВНИИЖелезобетона, опыт заводов ЖБИ показывают, что высокое качество достигается применением комплекса безвибрационных заглаживающих машин, которые калибруют изделия и ликвидируют образующиеся при формировании дефекты поверхности. Наилучшие



Рис. 3. Дом Советов во Владивостоке

результаты достигаются при последовательной обработке бетонной поверхности одной или двумя рейками с плоским возвратно-поступательным движением, приводным вращающимся валом и плоскими дисками с вертикальной осью вращения. Для получения качественной поверхности важно, чтобы верхний слой бетонной смеси имел структурную прочность, примерно соответствующую жесткости 40—50 с по ГОСТ 10181—81. Это достигается выдерживанием отформованных изделий на дополнительных постах или ускорением их структурообразования за счет разогрева смеси или введения химических добавок.

С ростом объемов крупнопанельного строительства все большее значение приобретают различные малотрудоемкие способы фасадной отделки панелей наружных стен. За последние годы в нашей стране значительно возросло производство декоративных видов цемента, керамических, полимерных и других отделочных материалов. Разработаны новые отделочные машины. В настоящее время заводы располагают большим набором технологических решений для отделки фасадных поверхностей (рис. 2). Стоимость отделочных слоев изменяется в широких пределах — от 0,3 до 20 р/м², а трудоемкость — от 0,08 до 1,6 чел.-ч/м².

ВНИИЖелезобетоном совместно с домостроительными комбинатами и научно-исследовательскими институтами

разработано и внедрено более 40 способов фасадной отделки, из которых 28 предусматривают использование серых, белых и цветных цементов. Для массового внедрения перспективных способов выпущена «Инструкция по фасадной отделке панелей наружных стен» (ВСН 66-89-76).

Особенно эффективен метод фасадной отделки декоративными бетонами с химическим вскрытием. Об этом свидетельствует опыт ДСК в гг. Жуковске, Вильнюсе, Каунасе и Андроновского филиала завода ЖБИ-11 ГМПСМ по изготовлению панелей для Центра международной торговли.

В последние годы ВНИИЖелезобетон продолжает исследования по созданию более разнообразных, выразительных и долговечных фактур, эксплуатируемых в суровых условиях Крайнего Севера и Дальнего Востока.

Предложены новые активные, в том числе многокомпонентные, замедлители твердения, которые обеспечивают высокое качество поверхности фактуры бетона. Лучшим из них является универсальный замедлитель, обеспечивающий высокое стабильное качество даже при существенных отклонениях технологических режимов. Разработана «Инструкция по отделке панелей наружных стен методом обнажения фактуры с использованием замедлителя твердения» (ВСН 2-82), в которой содержатся рекомендации по выбору замедлителей с учетом технологии.

ВНИИЖелезобетон совместно с Индустстройпроектом разработали принципиальные конструктивные решения и технические предложения по отделке фасадных поверхностей панелей каннелорами и объемным рельефом. Предусмотрены методы изготовления и крепления матриц к поддонам, а также необходимое стандартное оборудование. Интересен опыт Новосибирского завода ЖБИ по получению на панелях красивых профилей методом накатки обрезиненным барабаном.

Для повышения архитектурной выразительности зданий важное значение имеет разнообразие видов отделки панелей данной серии. В настоящее время заводы освоили технологию производства панелей наружных стен с разнообразной фасадной отделкой, 9% заводов КПД стабильно на одной технологической линии выпускают панели с 2—4 видами отделки. В порядке эксперимента на одном конвейере выпускали панели с девятью видами фасадной отделки практически без снижения его производительности. При этом возникают большие трудности с комплектацией продукции. Интересен опыт при-

менения 2—3 видов отделки в пределах одной панели, а также опыт выпуска панелей полной заводской готовности с транспортированием их на строительную площадку в контейнерах или укрытыми полимерной пленкой. Артемовский ЖБИ-3 для Дома Советов во Владивостоке (рис. 3) поставлял панели с четырьмя видами фасадной отделки.

В промышленности сборного железобетона накоплен значительный и разнообразный опыт повышения заводской готовности железобетонных изделий. Многие передовые заводы успешно выпускают изделия полной заводской готовности высшей категории качества. На базе накопленного опыта необходимо разработать типовую техническую документацию на отделочное оборудование и приспособления для действующих и реконструируемых заводов, а также организовать правильную эксплуатацию и ремонт формоснастки.

На ВДНХ СССР

Бесцементные бетонные смеси

Бесцементные бетонные смеси из отходов промышленности предназначены для закладки выработанного пространства подземных рудников и шахт.

Для бесцементных закладочных смесей используются отходы промышленности — золы ТЭЦ, отходы асбестошиферного производства и обогащения железорудных предприятий, цементная пыль электрофильтров, вскрышные породы — мел и глина. Полученные из этих материалов бетонные закладочные смеси имеют хорошую транспортабельность — подвижность по конусу СтройЦНИИЛа 12—14 см, водоотделение составляет 0,2—0,6%, прочность на сжатие в возрасте 28 сут составляет 4—7 МПа, в возрасте 60 сут — 5—12 МПа.

Так как используемые отходы в 6—10 раз дешевле портландцемента, бесцементные смеси экономичней традиционных смесей на цементном вяжущем аналогичной прочности в 1,5—2 раза.

Экономический эффект составит 0,4—0,65 р. на 1 м³ бетонной смеси.

Адрес: 308012, Белгород, Костюкова, 46, БТИСМ, кафедра производства строительных изделий и конструкций, тел. 5-22-13.

Ю. В. ВОЛКОНСКИЙ, Е. А. ГИРСКАЯ, инженеры (Гипростроммаш)

Механизированные конвейерные линии для выпуска железобетонных изделий промстроительства

Гипростроммаш разработал механизированные технологические линии и оборудование к ним для производства железобетонных изделий для промышленного строительства. Предусмотрены облегчение тяжелого труда (устройства для открывания и закрывания бортов, механизированное нанесение смазки), механизмы для спуска натяжения, что значительно повышает качество преднатяженных изделий, а также посты для отделки.

Технологические линии позволяют использовать для тепловой обработки щелевые (выносные и подземные) и вертикальные камеры (выносные и встроенные). Технологические показатели вертикальных камер значительно лучше, чем щелевых, что позволяет экономить энергетические ресурсы. К сожалению, производители предпочитают использовать щелевые, менее экономичные камеры.

В 1983 г. предполагается смонтировать разработанные технологические линии и начать на них опытное производство изделий. Применение новых техно-

логических линий позволяет повысить производительность труда и снизить себестоимость изготовления на 10—15%.

Конвейерная линия для производства наружных стеновых панелей длиной до 6 м (рис. 1) запроектирована для завода ЖБИ в Улан-Удэ. Керамзитобетонные панели наружных стен — по серии 1.432-14/80 толщиной 250 и 300 мм (длина 6—0,7 м, ширина 1,8—0,9 м) и по серии ИИС-04-5 вып. II толщиной 330 и 350 мм (длина 6—0,3 м, ширина 2,1—0,5 м) будут изготавливаться на вертикально-замкнутой линии, состоящей из восьми постов, двух подъемников СМЖ-438, двух передаточных тележек СМЖ-444, двух щелевых одноярусных подземных камер тепловой обработки непрерывного действия.

По окончании тепловой обработки форма заталкивается на передаточную тележку, последняя перемещается на платформу подъемника и поднимается на нулевую отметку, где толкатель перемещает форму на пост № 1. Открывание торцовых и продольных бортов формы производится машиной СМЖ-

513, а замки и внутренние борта открывают вручную. Изделия снимают с формы мостовым краном и устанавливают для выдерживания.

На посту № 2 форму при необходимости чистят с помощью пневмоскребок. На этом же посту продолжается съем изделий из многоместных форм. Смазку форм производят во время перемещения их на пост № 3. Установка для смазки СМЖ-518 расположена между постами.

На посту № 3 механически закрываются борта форм, а при изготовлении нескольких изделий в одной форме внутренние борта устанавливают вручную. Замки закрывают также вручную.

На посту № 4 в форму укладывают арматуру и закладные детали. Пост № 5 предназначен для формования. На нем имеется виброплощадка СМЖ-200Б грузоподъемностью 15 т, рельсы подъемные СМЖ-510 и бетоноукладчик СМЖ-162. Резервный пост № 6 может быть использован для укладки утеплителя при изготовлении трехслойных наружных стеновых панелей. На посту № 7 с помощью бетоноукладчика СМЖ-3507 укладывают верхний слой раствора, а на посту № 8 производят заглаживание поверхности изделий машиной СМЖ-461.

Затем форма вручную очищается от остатков бетона и раствора, приводом и толкателем тележки заталкивается на передаточную тележку, которая подъемником опускается и заталкивает ее в соответствующую камеру. Крышки щелевых камер открываются и закрываются с помощью механизмов СМЖ-445, работающих от конечных выключателей, расположенных в прямках на пути перемещения передаточных тележек.

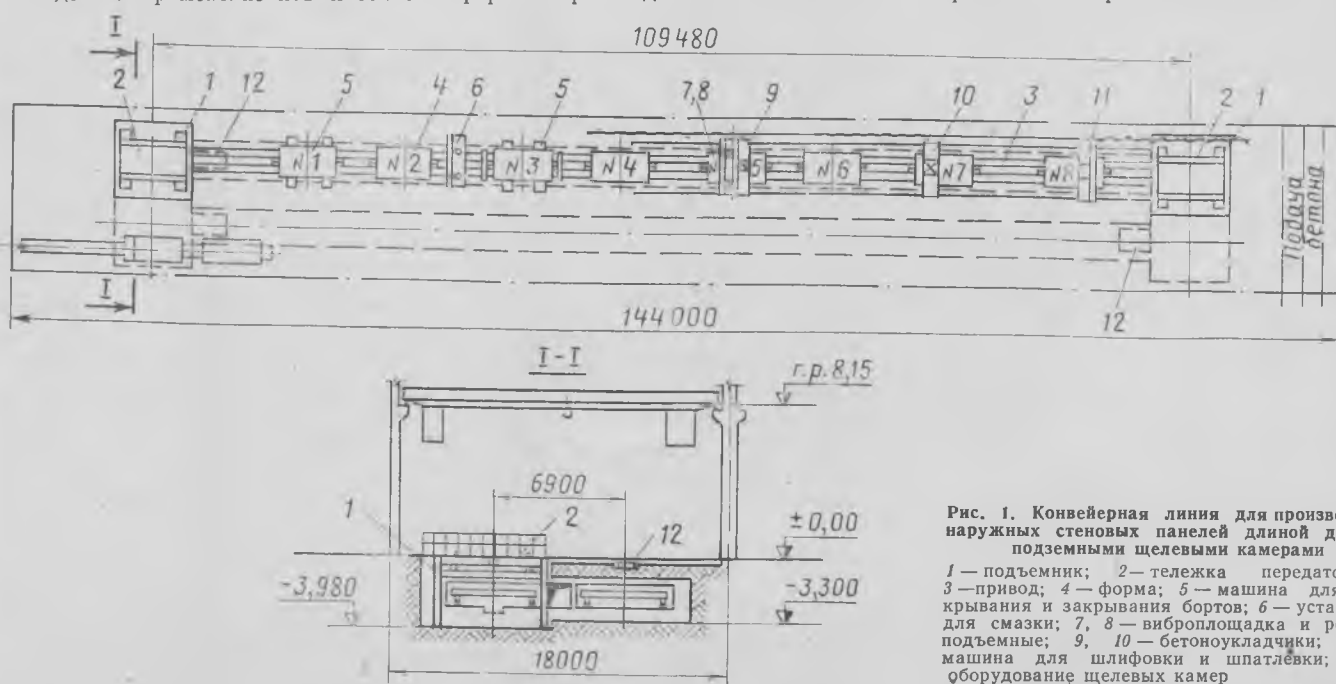


Рис. 1. Конвейерная линия для производства наружных стеновых панелей длиной до 6 м подземными щелевыми камерами

1 — подъемник; 2 — тележка передаточная; 3 — привод; 4 — форма; 5 — машина для открывания и закрывания бортов; 6 — установка для смазки; 7, 8 — виброплощадка и рельсы подъемные; 9, 10 — бетоноукладчики; 11 — машина для шлифовки и шпательки; 12 — оборудование щелевых камер

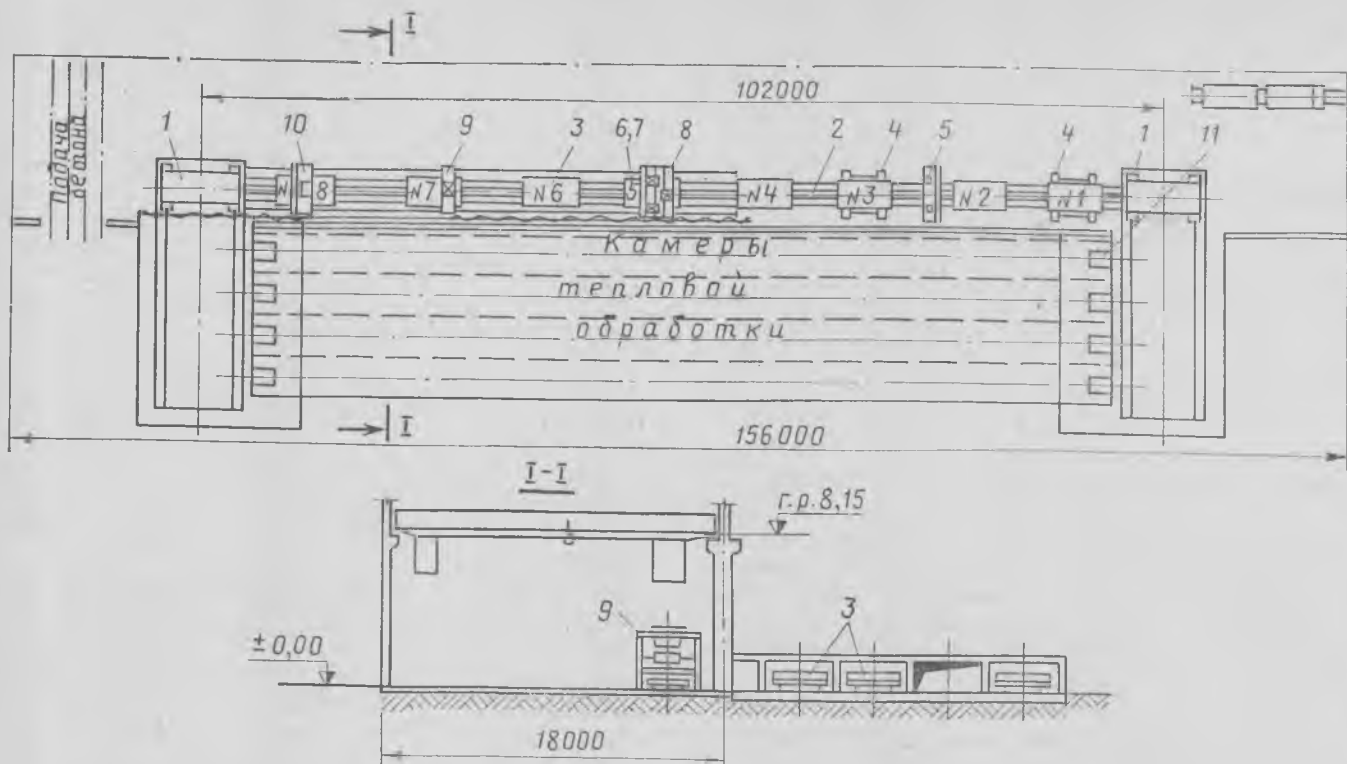


Рис. 2. Конвейерная линия для производства наружных стеновых панелей длиной до 6 м с напольными щелевыми камерами
1 — передаточная тележка; 2 — привод; 3 — форма; 4 — машина для открывания и закрывания бортов; 5 — установка для смазки; 6, 7 — виброплощадка и рельсы подъемные; 8, 9 — бетоноукладчики; 10 — машина для шлифовки и шпатлевки; 11 — механизм закрывания крышек щелевых камер

Технологическая линия вписана в пролет размером 18×144 м, расстояние между камерами принято минимальным. Цикл работы линии — 20 мин. Ее мощность по заданной расчетной номенклатуре изделий составляет 45,7 тыс. м³ в год. В зависимости от габаритов изделия размещаются по 2, 3 и 4 в форме. Для изготовления изделий по каталогу I.432-14/80 разработано 6 типоразмеров переналаживаемых форм для изделий толщиной 250 и 300 мм, а для изделий по каталогу ИИС-04-5, вып. II разработано 5 типоразмеров переналаживаемых

форм. Формы позволяют изготавливать изделия всех размеров.

Конвейерная линия для производства наружных стеновых панелей длиной до 6 м на заводе ЖБИ в Иванове. В отличие от описанной выше эта технологическая линия имеет напольные щелевые камеры периодического действия, вынесенные за пределы пролета. Все оборудование используется полностью, за исключением подъемников СМЖ-438. Вместо передаточных тележек СМЖ-444 применены передаточные тележки ш. 2693/2.

Линия предназначена для изготовления панелей наружных стен по серии ИИ-04-05, вып. 6 толщиной 300 мм. Панели отделаны керамической плиткой, поэтому на посту № 3 производится укладка ковриков с керамической плиткой. Бумагу смывают после тепловой обработки. Цикл работы линии — 20 мин. Мощность ее по заданной расчетной номенклатуре изделий составляет 40,9 тыс. м³ в год.

В пролете предусмотрено также изготовление угловых блоков. Разработано четыре типоразмера переналаживаемых

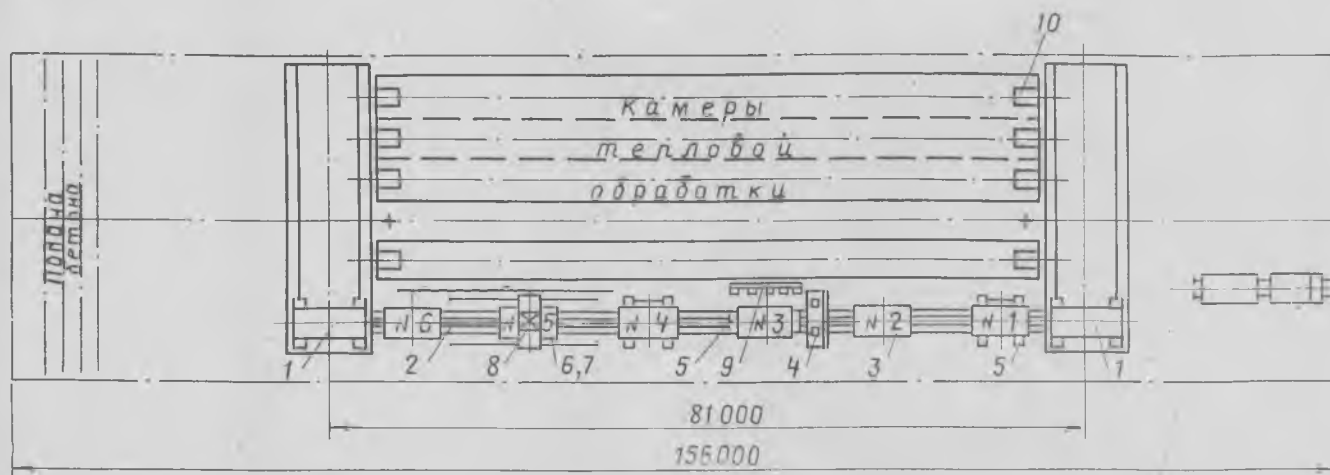


Рис. 3. Конвейерная линия для производства ребристых панелей перекрытий
1 — тележка передаточная; 2 — привод; 3 — форма; 4 — установка для смазки; 5 — машина для открывания и закрывания бортов; 6, 7 — виброплощадка и рельсы подъемные; 8 — бетоноукладчик; 9 — машина для электронагрева стержней; 10 — механизм закрывания крышек щелевых камер

форм, позволяющих изготавливать все плоские изделия, а также два типоразмера переналаживаемых форм для угловых блоков.

Схема конвейерной линии представлена на рис. 2. Сравнивая схемы технологических линий с подземными камерами непрерывного действия и надземными выносными камерами тепловой обработки периодического действия, можно сказать, что для подземных камер требуется меньше площади и форм, но при этом режим тепловой обработки хуже, так как не удается пока охладить изделия до нужной температуры. Опыт эксплуатации этих линий должен на практике показать, какая из них является более экономичной.

Конвейерная линия для производства ребристых панелей перекрытий на заводе ЖБИ в Иванове. На ней предусмотрено изготовление ребристых панелей перекрытий серий ИИ-04-4, вып. 7, ИИ-24-9, ИИ-24-2/70. Линия состоит из шести постов, двух передаточных тележек ш. 2693/2 и четырех щелевых напольных одноярусных камер периодического действия. Одна камера расположена в том же пролете, что и конвейерная линия, а три остальные вынесены в соседний пролет, где на них размещены камеры-стенды для изготовления линейных изделий. Цикл работы линии — 18 и 20 мин. Мощность ее по

Показатель	Завод ЖБИ в Улан-Уде	Завод ЖБИ в Иванове	
	производство панелей на- ружных стен, l = 6 м	производство па- нелей наружных стен, l = 6 м	производство ребристых пане- лей перекрытий
Производительность при двухсменной работе, м ³	45741	40896	16172
Количество рабочих (явочный состав в одну смену), чел.	13	17	14
В том числе на обслуживании конвейерной линии (без крановщиков)	9	9	9
Цикл работы линии, мин	20	20	18, 20
Необходимое число форм на заданную номенклатуру, шт.	43	66	67
Режим тепловой обработки, ч	3 + 6 + 2	3 + 6 + 2	3 + 5 + 2

заданной расчетной номенклатуре изделий 16,2 тыс. м³ в год.

На посту № 1 машиной СМЖ-513 производится открывание продольных и торцовых бортов формы. Одновременно производится спуск натяжения арматуры специальными скалками (узлы машины СМЖ-513), которые освобождают арматуру из качающихся упоров на форме. Затем изделие снимают с формы с помощью траверсы, навешенной на крюк мостового крана.

Пост № 2 предназначен для чистки форм с помощью пневмоскребков. Во

время перемещения на пост № 3 форма смазывается, проходя под установкой СМЖ-518. На машине СМЖ-429 производится электронагрев стержней, а затем на посту № 3 их вручную укладывают в качающиеся упоры формы. Машина СМЖ-513 состоит из отдельных узлов закрывания (открывания) торцовых и продольных бортов, поэтому на посту № 3 установлены механизмы закрывания только торцовых бортов (закрываются сразу после укладки напряженной арматуры).

На посту № 4 закрывают продольные борта формы, и в нее укладывают арматурные сетки и закладные детали. Формовочный пост имеет виброплощадку СМЖ-200Б, подъемные рельсы СМЖ-510, бетоноукладчик СМЖ-3507. На посту № 6 осуществляется контроль, формы очищают от остатков бетона и заталкивают на передаточную тележку.

Концы напряженной арматуры обрезают керосинорезом во время выдерживания изделий. Разработано 5 типовых размеров форм для изделий П1; П2; П3; П4; ИП5. Схема конвейерной линии показана на рис. 3. В таблице приведено сравнение технико-экономических показателей конвейерных линий.

Подача бетонной смеси от бетоновозной эстакады осуществляется ленточными конвейерами (в Улан-Уде) либо порталом, перемещающимся над конвейерной линией (в Иванове).

УДК 69.05.003.123.002.234

П. П. СМЫЦКОЙ, инж. (ВПО Союзэнергостройпром)

Опыт снижения трудозатрат на строительных площадках

Повышение заводской готовности конструкций и снижение трудозатрат в основном достигаются путем переноса со строительных площадок на предприятия стройиндустрии различных процессов, выполнявшихся ранее на объектах, и чаще всего повышением уровня отделочных работ при изготовлении конструкций.

ВПО Союзэнергостройпром на своих заводах постоянно занимается повышением качества, а следовательно, улучшением заводской готовности изделий.

Другим направлением работы является увеличение технической и организационной связи между производ-

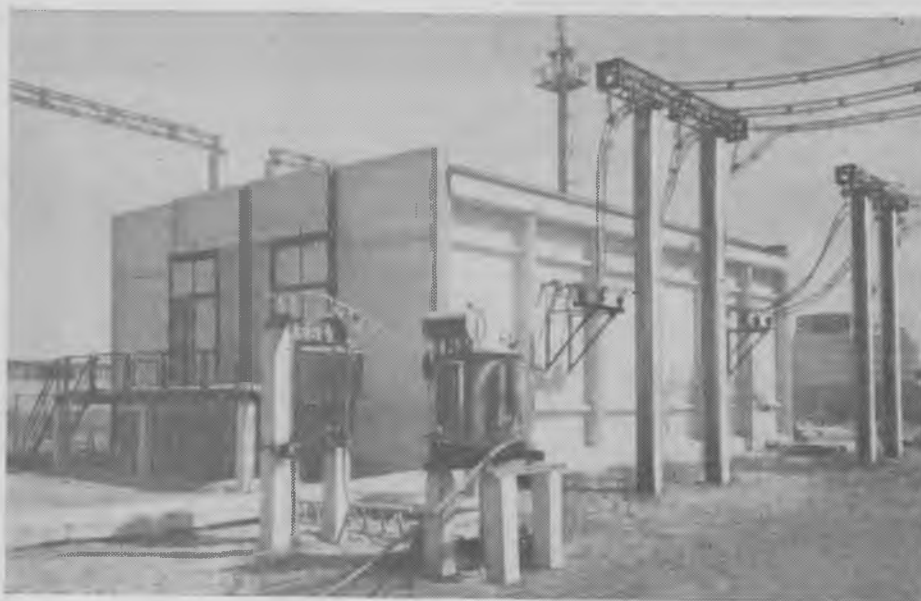
ственными подразделениями и проектными институтами Минэнерго СССР в области создания и организации массового изготовления на заводах новых конструкций. Такая совместная работа позволяет уже на стадии проектной проработки создавать конструкции, отличающиеся высокой технологичностью и уровнем заводской готовности, создает необходимые условия для организации их производства и поставки на строительные объекты.

Одной из таких работ является создание Энерготехпромом и институтом Теплоэлектропроект комплексных кровельных панелей из профилированного

стального листа. Конструкция комплексной кровельной панели позволила перенести со строительства на заводы процессы по установке и сварке прогонов, по окраске, устройству пароизоляции, одного слоя гидроизоляции и укладке утеплителя. За последние пять лет изготовлено свыше 1 млн. м² панелей подобного типа, что позволило сэкономить 50 тыс. чел.-дн.

Подготовлены производственные мощности по изготовлению ежегодно 300 тыс. м² облегченных ограждающих конструкций.

Дальнейшая работа в этом направлении потребовала создания на опытно-



Объемный блок полной заводской готовности

производственно-техническом предприятии Энерготехпром специального подразделения, занимающегося разработкой новых строительных конструкций. В Энерготехпроме был создан специальный отдел и организована база для испытания и изготовления опытных строительных конструкций. Наличие специалистов по конструированию оборудования и форм, по проектированию технологии изготовления изделий и строителей позволило организовать комплексную разработку новых конструкций.

Из большого числа направлений по созданию новых конструкций для энергетических объектов было выбрано одно — разработка, изготовление и внедрение конструкций для зданий подстанций, вспомогательных зданий ТЭЦ, ГРЭС и АЭС и инвентарных зданий для начального периода строительства. В основу разработок были положены конструкции, сочетающие несущие и ограждающие функции.

В настоящее время большинство железобетонных зданий собирается из значительного числа отдельных конструкций, изготавливаемых по утвержденным каталогам. Вспомогательные здания ГРЭС, АЭС, ТЭЦ, подстанций и др. собирают из отдельных колонн, кровельных балок или ферм, плит покрытий, стеновых панелей и других элементов. Как правило, они изготавливаются на различных заводах, что затрудняет комплектацию строительного объекта деталями.

Например, здание подстанции объемом 80—100 м³ сборного железобетона состоит из большого числа монтажных элементов, что создает серьезные трудности, не позволяющие свести строительные работы только к монтажу.

Аналогичное положение складывается при строительстве временных зданий на энергетических объектах.

Резко повысить заводскую готовность конструкций и заменить строительные работы монтажными можно при максимальном уменьшении числа монтажных элементов, сведении к минимуму мокрых процессов и сварочных работ, обеспечении поставок конструкций с одного завода.

Для максимальной заводской готовности конструкций были выбраны основные монтажные элементы здания в виде секции габаритными размерами в плане 3×12 м и высотой 6 м.

Секционные здания были созданы в двух вариантах: состоящие из железобетонных ограждающих и кровельных конструкций для постоянных сооружений, получившие название быстро монтируемые здания (БМЗ), и состоящие из металлических несущих и ограждающих конструкций с применением эффективных утеплителей, названные УСПЗ (унифицированные сборно-разборные здания).

Основной конструкцией секции БМЗ является преднапряженная ребристая кровельная панель размером 3×12 м со специальными закладными элементами, предназначенными для опирания на стеновые панели. Стеновые панели представляют собой комплексные ребристые плиты из железобетона с минераловатным утеплителем. Они бывают без проемов, а также с оконными витражами, с дверными или воротными проемами, с технологическими отверстиями.

Набор конструкций позволяет создавать здания широкой номенклатуры. Изготовление конструкций БМЗ происходит на механизированных конвейерных технологических линиях, разработанных и

изготовленных на предприятии Энерготехпром.

В настоящее время на предприятиях ВПО Союзэнергостройпром работают четыре технологические линии производительностью по 50 тыс. м² в год. В Светловодске введен в строй завод по изготовлению конструкций быстро монтируемых зданий.

По сравнению с типовыми зданиями при строительстве БМЗ получен существенный экономический эффект: трудозатраты снижены в 2,5—3 раза; стоимость — на 5 р/м²; расход сборного железобетона — на 35%.

Только по Минэнерго СССР объем производства быстро монтируемых зданий составил в 1982 г. 2000 тыс. м², что позволило снизить потребность в квалифицированной рабочей силе на 100 тыс. чел.-дн., уменьшило расход металла на 2,8 тыс. т, цемента — на 8 тыс. т и сэкономить 5,2 млн. р.

Основными конструктивными секциями УСПЗ также являются кровельная панель и шарнирно прикрепленные к ней две стеновые панели. Стены и кровля выполнены из металлических конструкций, ограждающими являются трехслойные панели типа «сэндвич», выпускаемые Куйбышевским заводом «Электроштит». Небольшая масса и специальные конструктивные решения, прочность секций позволяют многократно перебазирувать УСПЗ с объекта на объект.

Применение УСПЗ позволило в 7 раз сократить трудозатраты монтажа конструкций на строительных объектах.

Большое значение приобретает в настоящее время обеспечение строительных объектов комфортабельными жилищными помещениями. Энерготехпромом разработан и освоен выпуск объемных блоков (см. рисунок) полной заводской готовности, предназначенных для создания жилых поселков в начальный период строительства.

Блок-контейнер размером в плане 3×8 м и высотой 2,5 м собирается из отдельных панелей. В его состав входит панель пола, а также стеновые и кровельная панели. Сочетание отдельных блоков позволяет создавать различные варианты жилых или производственных зданий — контор, прорабских и др. При разработке жилых блок-контейнеров были учтены современные требования к комфорту и качеству отделки.

Конструкция блоков позволяет применять их в любых климатических зонах нашей страны и за рубежом. На объекты поступают блоки, полностью укомплектованные мебелью и санитарно-техническим оборудованием.

Первая партия блоков в количестве 250 шт. выпущена в 1982 г. В даль-

нейшем намечается увеличить объем их производства до 2000—2500 шт. в год.

Всесоюзное производственное объединение Союзэнергостройпром продолжает и развивает свои работы по созданию новых конструкций высокой заводской готовности. В настоящее время испытываются двухэтажные быстро монтируемые здания, подготавливается производство промышленных БМЗ пролетом 18 м, разрабатываются многоэтажные здания. С 1983 г. начнется

промышленный выпуск конструкций инвентарных сборно-разборных зданий пролетом 18 м.

Одной из самых важных задач является создание базы для производства высококачественных материалов, из которых должны изготавливаться новые виды строительных конструкций повышенной заводской готовности.

В 1982 г. ВПО Союзэнергостройпром приступил к строительству в г. Чайковском завода по производству цементно-

стружечных плит. Изготовление такого высококачественного материала, обладающего рядом ценных свойств, позволит создать новые конструкции различных типов, высокой заводской готовности и значительно снизить трудозатраты на строительных площадках.

Работа ВПО Союзэнергостройпром по созданию новых строительных конструкций ведется совместно с целым рядом проектных и научно-исследовательских институтов.

УДК 621.774:691.328

А. К. МИНИБАЕВ, А. Г. ШЕВЕЛЕНКО, В. И. СЛИСКОВ, О. Ф. ГРЕБАУС, инженеры (Бурундайское ПО Ремстройтехника); А. Л. ЦИОНСКИЙ, канд. техн. наук; В. А. ХРИПУНОВ, В. Н. АНДРИАНОВ, инженеры (НИИЖБ)

Конструкция и технология изготовления преднапряженных напорных труб диаметром 2,7 м

ПО Ремстройтехника Главрессовхозстроя Минводхоза СССР при участии НИИЖБ и Союзводоканалпроекта предложена конструкция трубы, технология изготовления, а совместно с ВПО ВНИИСтройдормаш создано оборудование для транспортирования и укладки напорных труб диаметром 2,7 м. В разработке проекта полигона принимал участие Союзгипросовхозводстрой.

Железобетонная напорная труба диаметром 2,7 м, длиной 5 м на расчетное внутреннее давление до 1,5 МПа при глубине заложения 2 м представляет

многослойную оболочку, состоящую из сердечника, поверх которого навита спиральная арматура, защищенная слоем мелкозернистого бетона. Сердечник включает металлический цилиндр с концевыми элементами (втулкой и раструбом). Цилиндр облицован с внутренней стороны слоем бетона толщиной 50 мм, с внешней — 150 мм. Общая масса трубы 26,5 т, в том числе 1,01 т — металлический цилиндр, 1,2 т — высокопрочная проволока класса В-II по ГОСТ 7348—81.

В качестве вяжущего для бетона труб

использовали усть-каменогорский портландцемент марки М400 с 20% минеральных добавок, нормальной густотой цементного теста 26%, началом схватывания 2,5—3 ч, концом схватывания 4—5,5 ч или кантский портландцемент марки М400 бездобавочный с нормальной густотой цементного теста 22,5%, началом схватывания 40—45 мин, концом схватывания 1,5—2,5 ч. Крупным заполнителем служил щебень фракции 5—20 мм Алексеевского карьера, содержащий 1% пылевидных частиц, 27% лещадной формы. Сердечники труб формуют из бетона марки М350 со следующим расходом материалов на 1 м³ бетона: цемент 415—420 кг, щебень 700—750 кг, песок 670—700 кг, вода 195—200 л; ОК = 4...5 см. Защитный слой образуют из мелкозернистого бетона марки М300 при расходе вяжущего М400 600—700 кг и соотношении Ц:П = 1:(2—2,5); В/Ц = 0,25...0,3.

Технологический процесс производства труб включает следующие основные пределы: изготовление стального цилиндра; формование сердечника трубы и его тепловлажностную обработку; распалубку сердечника; обивку его преднапряженной спиральной арматурой; образование защитного слоя и его ТВО.

Производство стальных цилиндров организовано в пролете цеха площадью 1190 м² (рис. 1). Втулочную часть цилиндра готовят из стального спецпрофиля (ТУ 14-2-415-80) шириной 170 мм, толщиной 7 мм, имеющего канавку под резиновое уплотнительное кольцо. Раструбную часть цилиндра образуют из горячекатаной стальной полосы размером 6×200 мм.

Для изготовления втулки и раструба сваривают полосы в ленту больше мерной длины; швы зачищают и отрезают мерную длину; на гибочно-зигочной машине вальцуют обечайку, сваривают ее, зачищают сварочный шов заподлицо с основным металлом, образуют про-

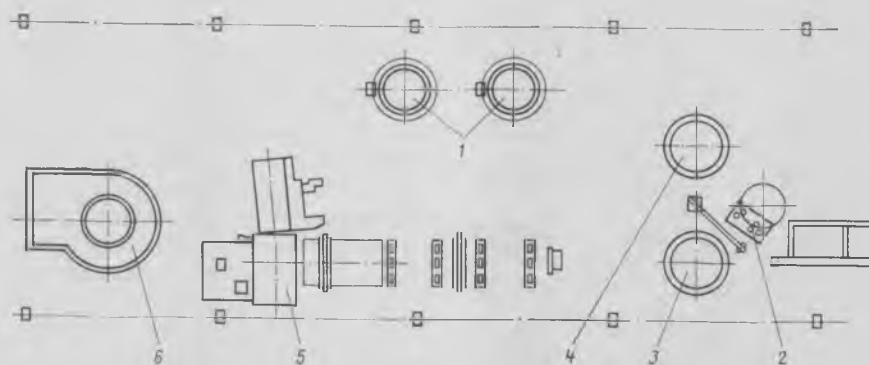


Рис. 1. Схема пролета производства стальных цилиндров

1 — станды приварки втулочной и раструбной концевых обечаек к цилиндру; 2 — гибочно-зигочная машина; 3 — станд калибрования раструбной обечайки; 4 — станд калибрования втулочной обечайки; 5 — трубосварочный стан; 6 — станд гидравлических испытаний цилиндра

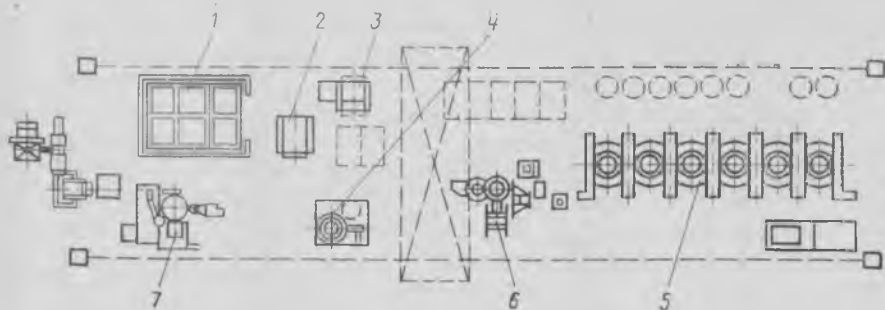


Рис. 2. Схема полигона по изготовлению труб со стальным цилиндром

1 — камера термовлажностной обработки; 2 — кантователь; 3 — роликовый стенд зачистки и окраски втулочной и раструбной обечаек; 4 — стенды испытания труб внутренним гидравлическим давлением и внешней нагрузкой; 5 — вертикальные виброформы; 6 — станок навивки спиральной арматуры; 7 — установка навесения защитного слоя на сердечник

филь раструба на заготовке, калибруют заготовку раструба и втулку на стендах.

Гофрированный цилиндр выпускают на трубосварочном стане из рулонной углеродистой стали толщиной 2,5 мм, шириной 1000 мм (ГОСТ 19904—74). Для обеспечения необходимой жесткости листа при формовании трубы валками подающей машины делают гофры глубиной 3 мм, шириной 20 мм.

Изготовление цилиндра включает следующие операции. Рулон ленты устанавливают в бухтодержатель, пропускают конец через валки бухторазматывателя, гильотины и заправляют в передние валки четырехвалковой подающей машины. При включенных приводах стана формуется спиральный цилиндр, который сваривают полуавтоматами под флюсом. Внутри сваренного цилиндра для жесткости при транспортировании устанавливают два распорных банджа. Отрезание цилиндров осуществляют плазменной резкой с помощью аппарата АПР-403. Затем они направляются

роликами на пост установки траверсы кантователя.

В вертикальном положении осуществляют последовательно приварку к цилиндру втулочного и раструбного концевых элементов на специальных стендах. Готовый цилиндр устанавливают на стенд гидравлических испытаний, представляющий поддон с вертикальным сердечником, снабженный втулочным элементом цилиндра, в канавку которого заправлено резиновое уплотнительное кольцо. В верхней части стенда помещается кольцо с уплотнительными элементами относительно сердечника стенда и втулочной части цилиндра.

При испытании цилиндра в зазор между сердечником и цилиндром подают воду под давлением 0,3 МПа. Места течи подваривают ручной сваркой. Затем сердечники отправляют на полигон (рис. 2) площадью 150×30 м, оснащенный 50- и 10-тонными козловыми кранами.

Сердечник трубы производят в вер-

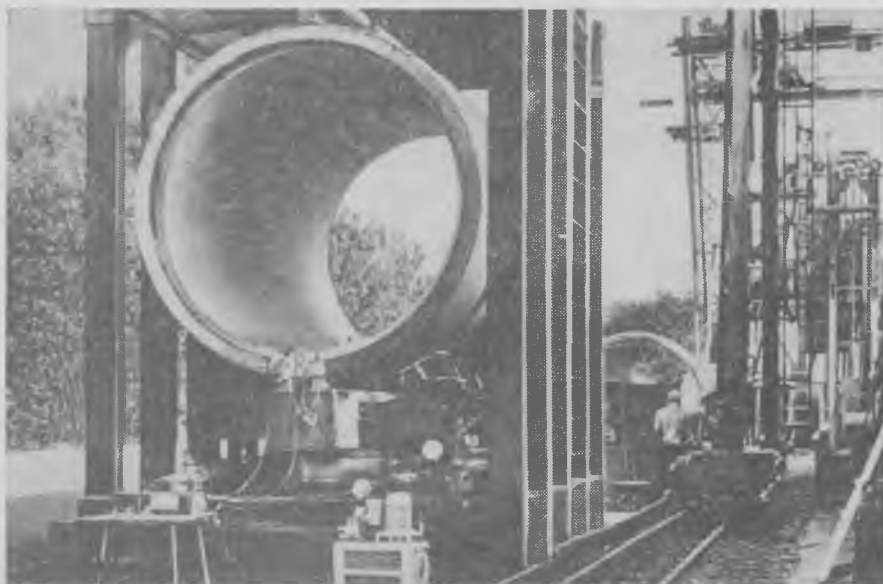
тикальных виброформах, состоящих из поддона, внутренней складной формы, наружной формы с паровой рубашкой и механизма распалубки. На поддон раструбом вниз устанавливают цилиндр и внутреннюю форму, представляющую полый стальной четырехсекционный цилиндр. Секции, шарнирно скрепленные с расположенной внутри формы рамой, могут перемещаться, образуя цилиндр, или, смещаясь попарно одна относительно другой, обеспечивать распалубку сердечника. Гидроцилиндрами сдвигают очищенные и смазанные полуформы наружной формы на время формования и термовлажностной обработки. Сборку формы завершают установкой центрирующего кольца с фиксаторами и виброконуса.

Формование сердечника осуществляют путем порционной подачи бетонной смеси, укладки и уплотнения ее вибрационными импульсами. Одну порцию бетонной смеси укладывают 8—12 мин. По окончании формования снимают виброконус, закрывают сверху герметичной крышкой и по режиму 3+3+9+3 ч производят термовлажностную обработку сердечников труб при температуре изотермического прогрева 70—80°C.

После окончания ТВО сердечника производят распалубку, а после полного остывания — проверку прочности бетона, которая должна быть не менее 28 МПа для труб первого класса. Затем сердечник на поддоне устанавливают четырехлучевой траверсой на станок навивки спиральной арматуры.

Станок состоит из стола-ротора с приводом от электродвигателя постоянного тока, связанного с натяжным устройством, приспособленного для навивки арматуры, каретка которого имеет привод от стола-ротора, и лифта-подъемника. Для навивки преднапряженной проволоки сердечник устанавливают вертикально на посадочное место раструбом вниз без дополнительного крепления к столу-ротору. Из бухтодержателя проволоку заводят через обводной ролик на барабан натяжного устройства, наматывают на его наклонную поверхность 3—5 витков и далее через обводной ролик устройства для контроля усилия навивки арматуры и ролик каретки проволоку подводят к сердечнику и закрепляют в отверстии закладной детали, предусмотренной при изготовлении сердечника. Оператор с пульта управления включает привод вращения стола и после трех оборотов стола-ротора, выведя натяжение проволоки до заданного усилия, включает перемещение каретки с установленной скоростью для обеспечения проектного шага навивки.

Рис. 3. Испытание трубы внешней трехлучевой нагрузкой



Барабан натяжного устройства приводится во вращение проходящей через него проволокой и, будучи связанным кинематически с электродвигателем постоянного тока, обеспечивает работу ее в генераторном режиме. Регулировкой величины тока данного генератора обеспечивается заданное усилие натяжения навиваемой спиральной арматуры. В конце навивки под спиральную арматуру устанавливают несколько закладных пластин (для крепления крайних витков), концы которых отгибают по окончании навивки согласно рабочим чертежам.

Время навивки проволоки диаметром 5 мм с шагом 7,5 мм с усилием 22 кН — 2 ч. Далее снимают сердечник со станка четырехлучевой траверсой за такелажные петли поддона и подают на установку для нанесения защитного слоя бетона. Она состоит из стола-ротора (одинакового по конструкции с навивочным станком), рабочего органа и бетоносмесительного узла. Рабочий орган состоит из двух роликов с автономным приводом, ленточного питателя и расходного бункера. Все это смонтировано на общей каретке, снабженной приводом подъема и опускания, с электродвигателем постоянного тока.

Емкости склада заполняют цементом и песком. Песок предварительно просушивают и пропускают через сито для получения фракции до 3 мм. Из емкостей через дозаторы на ленточный транспортер поступают цемент и песок, которые элеватором передаются в бетоносмеситель СБ-95. Затворение сухой смеси производят непосредственно перед нанесением защитного слоя. Бункер рабочего органа заполняют готовой смесью. Включая привод стола-ротора, начинают набрасывать смесь на сердечник, обвитый арматурой, со скоростью 40 м/с. При завершении первого оборота сердечника включают привод вертикального перемещения каретки. Изменение скоростей перемещения каретки и вращения стола-ротора обеспечивается электродвигателями постоянного тока. В процессе набрасывания с опережением на сердечник подают в распыленном виде цементное молоко, после окончания процесса при обратном ходе каретки также производят повторное смачивание поверхности. По окончании процесса нанесения защитного слоя трубу четырехлучевой траверсой транспортируют в камеру тепловлажностной обработки.

Готовую трубу устанавливают вертикально на кантователь, переводящий ее в горизонтальное положение. Затем траверсой горизонтального подъема трубу перекалывают на роликовый



Рис. 4. Трубы на трассе Большого Алма-Атинского канала

стенд зачистки и окраски втулочной и раструбной частей.

Контрольные периодические испытания труб внутренним гидравлическим давлением или внешней нагрузкой по трехлинейной схеме на трещиностойкость и несущую способность осуществляют на специальных стендах. К месту монтажа трубы доставляют переоборудованными прицепами грузоподъемностью 40 т.

Для проверки несущей способности труб НИИЖБ совместно с ПО Ремстройтехника испытали по три трубы внутренним гидравлическим давлением и внешней трехлинейной нагрузкой (рис. 3). Поведение бетона и арматуры под нагрузкой, а также появление трещин фиксировали с помощью электрических тензодатчиков и механических тензометров, устанавливаемых на наружной и внутренней поверхностях трубы в растянутых зонах, раскрытие трещин — с помощью микроскопа МПБ-2 с 24-кратным увеличением. Первая трещина под действием внешней трехлинейной нагрузки образовалась в лотке труб при нагрузке 510 кН/пог. м (расчетная нагрузка 503 кН/пог. м). Первая трещина от действия внутреннего гидравлического давления появилась при давлении 2,45—2,6 МПа (расчетное давление 2,43 МПа).

Учитывая положительные результаты испытаний, трубы укладывают на некоторых участках трассы Большого Алма-Атинского канала (рис. 4). Себестоимость 1 пог. м первых труб составляет около 495 р.

На ВДНХ СССР

Малоинерционная камера пропаривания

Кафедрой «Строительные конструкции и мосты» БелИИЖТа предложена новая конструкция напольной ямной камеры пропаривания, которая построена и эксплуатируется на заводе КПД-2 Гомельского ДСК. Камера состоит из сборных панелей толщиной по 300 мм, соединенных сваркой закладных деталей. Внутренний слой панели выполнен из тяжелого бетона марки М300 толщиной 50 мм, наружный — из керамзитобетона М200 толщиной 100 мм. Теплоизоляционный слой толщиной 150 мм выполняется из минераловатных плит, гидрофобизированного керамзита или блочного пеностекла.

В качестве пароизоляции применены фольгоизол, термостойкие пленки или лакоткань. В панелях предусмотрены вентканалы для испарения влаги в случае ее проникновения в теплоизоляционный материал.

Технико-экономические показатели: затраты тепла на нагрев 1 м² ограждения — 9756 кДж/м²; затраты тепла на компенсацию теплопотерь через 1 м² ограждения — 109 кДж/м²; термическое сопротивление ограждения — 1,46 м²·К/кВт; удельный расход пара на нагрев 1 м³ бетона при $K_3 = 0,1$ —130—180 кг/м³; сметная стоимость камеры объемом 80 м³ — 5934 р.; годовой экономический эффект одного отсека камеры объемом 80 м³ — 4258 р.

За справками обращаться по адресу: 246653, г. Гомель, Кирова, 34, БелИИЖТ.

А. Я. АСТАХОВ, канд. техн. наук (Тамбовское У КП ВЗИСИ); В. Т. САПОВ, инж. (трест Промстрой); В. А. ФАРБЕР, инж. (трест Оргтехстрой Тамбовского ТУС)

Аэрогидродинамический способ вакуумирования бетонных смесей

Вакуумирование позволяет удалить излишки воды и использовать более пластичные удобоукладываемые бетонные смеси. Одновременно этот способ позволяет снизить расход цемента до 7%, ускорить процесс твердения бетона, повысить качество бетонных поверхностей. Вслед за вакуумированием без перерыва технологического цикла можно выполнять отделочные работы, увеличивая производительность труда.

Ниже описаны способ и установка для аэрогидродинамического вакуумирования бетона, в основу которой положен эффект эжекции газа, позволяющий получать достаточно высокую степень разрежения. Способ апробирован при укладке бетонных полов на складе металла Тамбовского завода подшипников скольжения.

Для вакуумирования бетона разработана и изготовлена установка (рис. 1), включающая магистраль сжатого воздуха, эжектор, вакуумный ресивер, являющийся одновременно и резервуаром для сбора отсасываемой воды, вакуумметр типа ВО для определения разрежения в системе, водомерное стекло, показывающее уровень откачанной из бетона воды в резервуаре. Ресивер при помощи шланга и разъема-присоса соединяется с отсасывающим матом. Вентиль служит для удаления воды из резервуара и сброса вакуума из системы.

Установка работает следующим образом. Сжатый воздух из магистрали идет в сопло эжектора, получает высокую скорость и попадает в камеру смешения, которая последовательно соединена с ресивером, и далее через шланг и разъем-присос с отсасывающим матом. В камере смешения создается пониженное давление. Соединенная со сжатым воздухом паровоздушная смесь из камеры смешения выбрасывается через диффузор в атмосферу. Таким образом, в системе создается разрежение, достигающее 0,9 атм.

Конструктивные и технологические отличия предлагаемой установки от известных агрегатов, используемых для вакуумирования бетонных смесей, состоят в следующем. Массивный и до-

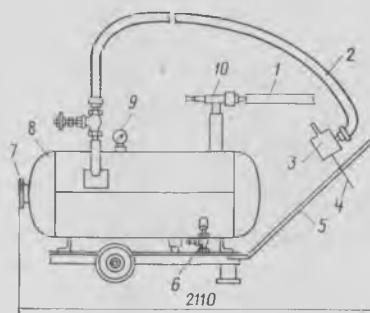


Рис. 1. Схема установки для вакуумирования бетонных смесей

1 — магистраль сжатого воздуха; 2 — шланг; 3 — разъем-присос; 4 — патрубок отсасывающего мата; 5 — рукоятка; 6 — вентиль; 7 — водомерное стекло; 8 — вакуумный ресивер; 9 — вакуум-метр; 10 — эжектор

рогостоящий вакуумный насос НВ-3-20 заменен эжекторным насосом аэрогидродинамического действия (рис. 2). Последний имеет малые размеры и незначительную массу. В корпусе эжектора находится сменное сопло, закрепленное с помощью штуцера и накидной гайки. Сменные сопла позволяют менять ско-

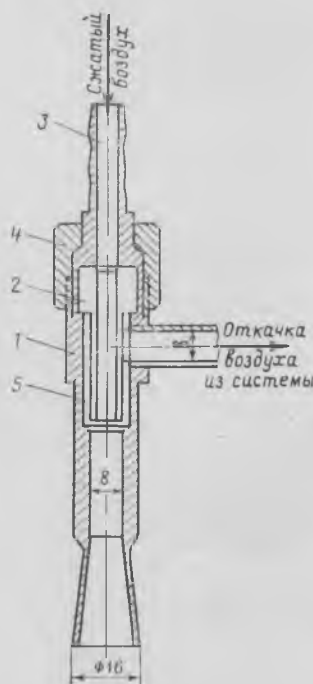


Рис. 2. Схема эжектора
1 — корпус; 2 — сменное сопло; 3 — штуцер; 4 — гайка

рость откачки паровоздушной смеси из системы и величину разрежения в ней.

Применяемые при вакуумировании бетонных смесей агрегаты имеют производительность 1,5—2 м³/мин и создают разрежение 0,75—0,9 атм. Учитывая технологию схватывания бетона, вакуум при отсосе влаги не должен превышать 0,5—0,7 атм. Эжекторный насос при испытании был отрегулирован сменой сопел и создавал в системе разрежение 0,5—0,6 атм. Это достигалось использованием сопла с внутренним диаметром 5 и длиной 38,5 мм. Сжатый воздух под давлением 2,5 атм подавался от компрессора СО-7, который широко применяется при производстве отделочных работ. Кроме того, была опробована работа эжектора от заводской магистрали сжатого воздуха под давлением 3 атм.

При указанных параметрах эжекторного насоса разрежение 0,5—0,6 атм создавалось в резервуаре объемом 70 л за 20—30 с, а количество отсасываемой воды достигало 80—100 л/ч.

Была также усовершенствована система отсасывающего мата размером 2×3 м (рис. 3). Его изготавливали следующим образом. Фильтрующую ткань (например, техническую марлю) укладывали на провибрированный и заглаженный бетон, на ткань укладывали каландрированную сетку с ячейками размером 2×2 мм. Для удобства фильтрующую ткань и каландрированную сетку соединили, что позволило объединить две технологические операции. Ткань и сетка, пропуская воду, задерживают твердые частицы бетонной смеси. В центре мата устанавливали отсасывающий патрубок со штуцерами.

Ткань и сетку накрывали покрывалом из двойной полиэтиленовой пленки, которую крепили уплотнительной манжетой к патрубку. Использование полиэтиленовой пленки вместо обычно применяемой для этих целей полимерной ткани (артикул 56240) позволило снизить массу отсасывающего мата и использовать менее дефицитный материал. Размеры покрывала на 20—30 см превышали размеры фильтроткани с сеткой.

При работе эжектора и создании разрежения в системе в пространстве между сеткой и покрывалом скапливается влага, которая откачивается через штуцера, расположенные по периметру отсасывающего патрубка. Влага стекает в резервуар-ресивер. Чтобы избежать ее попадания в эжектор, его устанавливают в верхней части резервуара, а патрубки для стока откачанной влаги и для установки эжектора отнесены на предельно возможное расстояние.

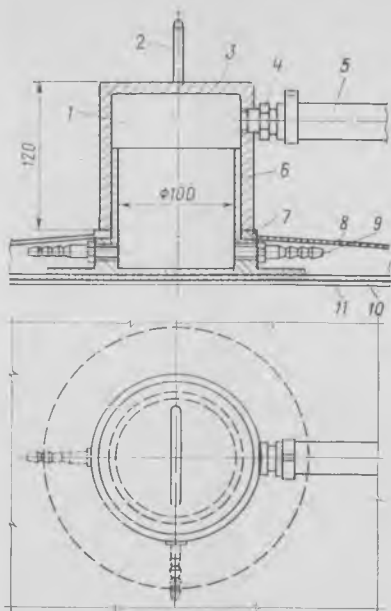


Рис. 3. Схема откачивающего мата и разъема-присоса

1 — вакуумная камера; 2 — рукоятка; 3 — разъем-присос; 4 — штуцер; 5 — вакуумный шланг; 6 — отсасывающий патрубок; 7 — манжета; 8 — покрытие; 9 — штуцер; 10 — сетка; 11 — фильтрующая ткань

Для соединения отсасывающего мата с вакуумной системой был применен разъем-присос, который позволяет в течение 1—2 с производить надежное соединение и разъединение мата с вакуумной системой. Во время работы он удерживается в рабочем положении за счет присоса. При отключении эжектора давление в системе уменьшается до атмосферного и присос легко снимается с патрубка. Разъем-присос имеет рукоятку и штуцер, через который подключается к вакуумному шлангу. При соединении патрубка и разъема образуется вакуумная камера, которая при работе системы заполняется водовоздушной смесью. После окончания отсоса влаги мат сворачивают в рулон и переносят на новое место. Масса мата не превышает 3,5 кг.

Для нормальной работы установки при вакуумировании бетонных смесей необходимо обеспечить требуемую производительность системы при заданных геометрических размерах отсасывающего мата и присоединительных шлангов. Известные методы расчета и исследования вакуумных систем, основанные на законах гидравлики, довольно громоздки, если их применять для расчета сложных систем, к числу которых относятся и установки для вакуумирования бетонных смесей, при создании вакуума аэрогидродинамическим способом. Общая методика расчета и исследования таких систем может быть выполнена на основе электродинамических аналогий [1, 2].

Производительность Q_n и быстрота действия насоса S_n связаны простым соотношением

$$Q_n = P_n S_n, \quad (1)$$

где P_n — давление во входном сечении насоса.

Быстрота действия насоса определяется количеством эжектируемой паровоздушной смеси M_1 в единицу времени:

$$M_1 = f M_2 = S_n, \quad (2)$$

где M_2 — объем эжектирующего сжатого воздуха, составляющий в данной установке 50—60 м³/ч; f — коэффициент эжекции, равный 0,15—0,2 и зависящий от соотношения площадей сечений отсасывающего и эжектирующего сопел, от плотности газов, их начальных давлений, температуры и режима работы эжекторного насоса.

Однако при расчете вакуумных насосов обычно используют эффективную быстроту откачки $S_{эф}$, которая определяется выражением

$$S_{эф} = \frac{S_n G}{S_n + G}, \quad (3)$$

где $G = \frac{1}{\omega}$ — проводимость вакуумного трубопровода; ω — сопротивление трубопровода, равное:

$$\omega = \frac{P_n - P}{Q}, \quad (4)$$

здесь P — давление газа на выходе из насоса; $Q = Q_n$ — поток воздушной смеси.

Проведя соответствующие преобразования и подставив в формулу (1) значения (2), (3) и (4), свяжем производительность с параметрами насоса:

$$Q_n = f M_2 P.$$

Так на основании приведенных выражений была определена производительность эжекторного насоса и рассчитаны параметры вакуумной системы и отсасывающего мата.

Если проводимость трубопровода системы значительно больше быстроты действия насоса, то быстрота откачки зависит только от насоса; и наоборот, если проводимость трубопровода гораздо меньше быстроты действия насоса, то быстрота откачки приблизительно равна проводимости трубопровода и мало зависит от быстроты действия насоса.

Вакуумирование бетона в строительстве в большинстве случаев ограничивается из-за отсутствия вакуумных агрегатов. Предлагаемый способ позволяет шире применять вакуумирование, строительные организации имеют в достаточном количестве компрессорные агрегаты СО-7, а при работе на терри-

тории действующих предприятий может быть использована сеть сжатого воздуха. В этом случае отпадает необходимость и в компрессоре.

Простота устройства, небольшие размеры и масса, возможность в процессе эксплуатации менять в широком интервале производительность позволяют рекомендовать эжекторные насосы для вакуумирования бетонных смесей.

Экономическая эффективность при производстве бетонных работ составила 0,13 р. на 1 м², трудозатраты сократились на 0,047 чел.-дн.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 392680, Тамбов, бульв. Строителей, 2а, трест Оргтехстрой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битнер Г. В. Пневматические функциональные элементы. М., Энергия, 1970.
2. Пипко А. И., Плисовский В. Я., Пенчко Е. А. Конструирование и расчет вакуумных систем. М., Энергия, 1979.

На ВДНХ СССР

Прибор для измерения предела текучести арматурной стали

Прибор предназначен для измерения предела текучести арматурных стержней в заводских, складских условиях и в железобетонных конструкциях при неразрушающем методе контроля. Прибор включает устройство импульсного намагничивания арматурных стержней, датчик Холла, микровольтметр, стабилизированный источник питания и тарифовый график.

При измерении предела текучести арматурных стержней используется двухпараметровый анализ поля остаточной намагниченности в арматурных стержнях.

Прибор позволяет измерять предел текучести σ_t или временное сопротивление σ_b арматурных стержней в складских и заводских условиях во всем диапазоне применяемых диаметров с погрешностью не более $\pm 5\%$ относительно результатов испытаний на разрывных машинах; измерять предел текучести арматурных стержней, расположенных в бетоне при известной глубине их залегания и диаметрах при шаге продольного армирования более 100 мм и шаге поперечного армирования более 120 мм с погрешностью не более $\pm 10\%$.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока с напряжением 220 В, масса прибора без микровольтметра около 4 кг, габариты 330×210×165 мм.

Адрес: 364902, Грозный, ГСП-2, проспект Революции, 21, Грозненский нефтяной институт, тел. 2-21-65.

Изготовление решеток перекрытия канализационных каналов животноводческих ферм

Наиболее перспективной для изготовления изделий и конструкций из песчаного особо жесткого бетона является безвибрационная технология роликового формования, впервые предложенная Гипростроммашем.

Учитывая большие преимущества и возможности этой технологии, обеспечивающей высокую плотность, прочность и морозостойкость бетона, на экспериментальном стенде НИИЖБ проверена возможность изготовления железобетонной решетки РП-4 размером $600 \times 400 \times 70$ мм, предназначенной для перекрытий канализационных каналов животноводческих ферм.

Схема формования решетки РП-4 по роликовой технологии проста (рис. 1). Уплотнение бетонной смеси происходит под роликами вследствие вдавливания смеси (при возвратно-поступательном движении балки с роликами) в нижние слои новых порций смеси, непрерывно поступающих из расходного бункера малыми порциями в форму, перемещающуюся перпендикулярно движению балки по рольгангу.

В качестве вяжущего применяли портландцемент марки М400 воскресенского завода «Гигант», мелким заполнителем служил кварцевый песок Тучковского карьера с $M_{кр} = 1,83 \dots 2$. В опытах использовали следующие составы мел-

Решетка	Расход материала, лов			В/Ц	$R_{сж'}$, МПа	$R_{и'}$, МПа	Мрз
	це-мента	песка	воды				
1	525	1640	210	0,4	55	6,5	300
2	600	1500	240	0,4	60	7,2	300
3	508	1676	202	0,4	50	6,3	300

козернистых смесей: с полным заполнением межзерновых пустот в уплотненном песке цементным тестом; с некоторой раздвижкой зерен песка (с избытком цементного теста), а также с недостатком цементного теста (расход цемента $425-600$ кг/м³, песка $1500-1655$ кг/м³, воды $190-240$ л/м³). Влажность смеси колебалась от 8 до 9,5%. Бетонную смесь приготавливали в бетоносмесителе принудительного действия роторного типа в соответствии с СН 488-76. Дозирование компонентов бетонной смеси осуществляли с погрешностью $\pm 0,5\%$ массы цемента и воды $\pm 1\%$ массы песка.

Несколько изделий формовали с добавкой 20% щебня фракции до 10 мм. Решетку армировали пространственным каркасом из прутков диаметром 6 мм. Каркас устанавливали в специальную форму в распор для исключения перемещения в процессе формования.

Результатами формования решеток РП-4 по роликовой технологии были

хороший внешний вид всех решеток и четкие грани (рис. 2). Поперечный разрез решетки показал, что арматура находится в проектом положении и плотно обволакивается бетоном.

Три решетки РП-4, составы которых приведены в таблице, были переданы ЦНИИЭПсельстрою для натурных испытаний.

Прочность решеток оказалась в 4 раза выше расчетных показателей, а жесткость и ширина раскрытия трещин удовлетворяли требованиям действующих норм. Прочность кубов на сжатие (отформованных вместе с основным изде-



Рис. 2. Решетка РП-4

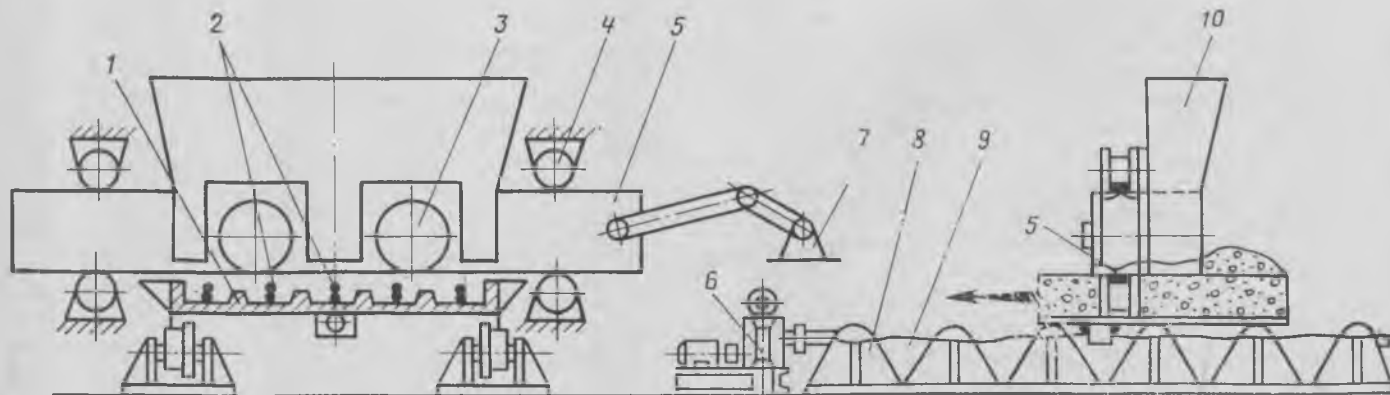


Рис. 1. Схема формования

1 — форма; 2 — арматурный каркас; 3 — формующие ролики; 4 — направляющие; 5 — балка; 6 — привод перемещения формы; 7 — кривошипно-шатунный механизм; 8 — рольганг; 9 — ходовой винт; 10 — расходный бункер

УДК 691.328:666.981:678.019.3

Ю. В. ЗАЙЦЕВ, д-р техн. наук (ВЗПИ); К. А. ДАРАГАН, канд. техн. наук, Б. Ф. ТУРУКАЛОВ, инж. (Краснодарский политехнический ин-т)

Механика разрушения армоцемента

лием в стандартных трехгнездных формочках) в возрасте 28 сут составляла 50—60 МПа.

Несколько балочек испытали на диффузионную проницаемость в среде углекислого газа. При этом установлено, что бетон, изготовленный по технологии роликового формования, относится к категории плотных и особо плотных. Эффективный коэффициент диффузии находится в пределах $(6,1—0,091)10^{-4}$ см²/с.

На основе проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что по роликовой технологии можно изготавливать решетчатые конструкции из песчаного бетона для животноводческих ферм высокой плотности и прочности при качественной поверхности изделия. При использовании таких изделий и конструкций в сельском строительстве по сравнению со стальными достигается экономия 9—12 р/м³, а по сравнению с конструкциями из обычного тяжелого бетона — 2—5 р/м³.

ЭКБ ЦНИИСК изготовлен проект технологической линии роликового формования, позволяющей выпускать изделия широкой номенклатуры для сельского, дорожного и коммунального строительства, в том числе решетчатые и переменного профиля. В настоящее время эта линия внедряется на Часцовском ЖБИ-4 Минмонтажспецстроя СССР. По предварительным расчетам, технология роликового формования позволит заводу экономить 14 р/м³. При этом в 2 раза сокращен цикл термообработки и в 3 раза — время, затрачиваемое на формование.

Изучение процесса образования и развития трещин в армоцементных конструкциях позволяет более правильно прогнозировать его основные характеристики — прочность, жесткость и долговечность.

Рассмотрим центрально-растянутый напряжением σ армоцементный элемент размером $l \times b \times h$ с сетчатым армированием (ячейка $l_c \times l_c$). В соответствии с работами [1, 2] проанализируем развитие в материале начальной трещины, отнеся все величины к единице толщины.

Выделим из материала элемент, содержащий ячейку сетки и начальную трещину (рис. 1) длиной $2l$, ориентированную наиболее опасно (перпендикулярно внешнему растяжению). Эта трещина начнет развиваться (и притом неустойчиво) при достижении внешней нагрузкой величины

$$\sigma_0 = \frac{K_{Ic}}{\sqrt{\pi l}} \quad (1)$$

Для мелкозернистого бетона в возрасте 28 сут $K_{Ic} = 0,17 \dots 0,33$ МН/м^{3/2} [2].

При длине наиболее опасной трещины $2l$, равной максимальной крупности песка 5 мм, получим значения нагрузки, соответствующей началу развития трещины $\sigma_0 = 1,9 \dots 3,7$ МПа.

Неустойчивый рост трещины продолжается до тех пор, пока она не достигнет ближайших стержней (см. рис. 1). Величина предельной нагрузки, соответствующая этому положению трещины (с вершинами в точках A, A'), меньше σ_0 и определится из уравнения (1) при

$$\sigma_0^{AA'} = \frac{K_{Ic}}{\lambda}; \quad \lambda = \sqrt{\pi \frac{l_c}{2}} \quad (2)$$

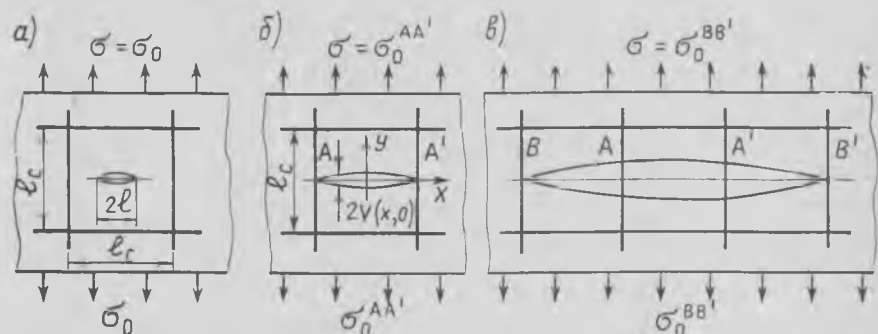


Рис. 1. Стадии развития трещины
а — $\sigma = \sigma_0$; б — $\sigma = \sigma_0^{AA'}$; в — $\sigma = \sigma_0^{BB'}$

Ширина раскрытия трещины может быть найдена из выражения

$$2v(x, 0) = \frac{4\sigma \sqrt{l^2 - x^2}}{E_0} \quad (2)$$

Следующий этап роста трещины характеризуется сопротивлением ее распространению, оказываемым стержнями сетки в точках A, A' . Он продолжается до достижения растущей трещиной следующих стержней в точках B, B' (см. рис. 1). Предельная величина внешней нагрузки в этот момент может быть вычислена в предположении суперпозиции полей напряжений от внешнего растяжения и усилий в стержнях, пересекающих трещину.

Коэффициент интенсивности напряжений K_I для суммарного напряженного состояния выразится разностью $K_I^{(1)}$ и $K_I^{(2)}$, поскольку внешняя нагрузка стремится раскрыть трещину, а усилия в сетке препятствуют этому:

$$K_I = K_I^{(1)} - K_I^{(2)} = \sigma \lambda^2 \sqrt{3} - p_c \sqrt{\frac{3}{2}} \quad (3)$$

Усилие p_c зависит от ширины раскрытия всей трещины в точках A, A' и определяется из формулы (2) при длине трещины $2l = 3l_c$ и $x = \pm \frac{1}{2} l_c$.

При этом условно принимают, что усилия в стержнях не оказывают влияния на ширину раскрытия трещины.

Допустим, что пересекающие трещину стержни потеряли сцепление с бетоном на участке ml_c . Тогда соответствующие значения относительного уд-

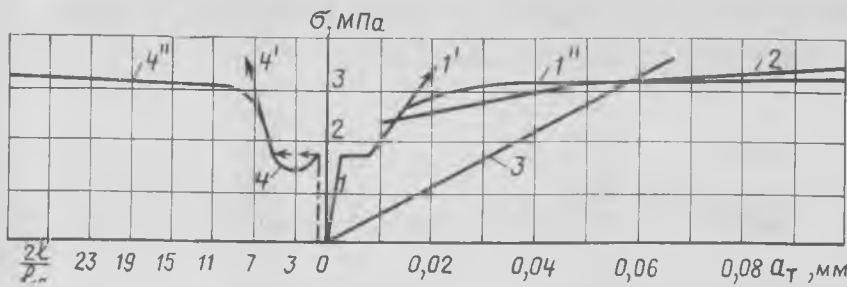


Рис. 2. Зависимость a_T и $\frac{2l}{l_c}$ от σ при $\mu=1,42\%$ для бетона марки М300

1 — $\sigma-a_T$; 2 — $\sigma-a_T$ по [3]; 3 — $\sigma-a_T$ по СН 366-77; 4 — $\sigma-\frac{2l}{l_c}$

линий стержней, напряжений и усилий, вызванных раскрытием трещины $2v\left(\pm \frac{l_c}{2}, 0\right)$, составят:

$$\varepsilon_c = \frac{2v\left(\pm \frac{l_c}{2}, 0\right)}{m l_c} = \frac{4 \sqrt{2} \sigma}{m E_6}; \quad (4)$$

$$\sigma_c = \varepsilon_c E_c = \frac{4 \sqrt{2} \sigma f_c E_c}{m E_6}; \quad (5)$$

При $\sigma_c < R_c^H$

$$\rho_c = \sigma_c f_c = \frac{4 \sqrt{2} \sigma f_c E_c}{m E_6}; \quad (6)$$

при $\sigma_c \geq R_c^H$

$$\rho_c = R_c^H f_c. \quad (7)$$

где f_c — отнесенная к единице толщины элемента площадь поперечного сечения проволок сетки, расположенных в одном сечении, пересекающем трещину, m^2/m ; $R_c^H=250$ МПа.

Подставляя значения из формулы (6) в выражение (3), получим (при $\sigma_c < R_c^H$)

$$K_1 = \frac{\sigma \sqrt{3}}{\lambda} \left[\lambda^2 - \frac{4 f_c E_c}{m E_6} \right]. \quad (8)$$

Если же, согласно формуле (5), $\sigma_c \geq R_c^H$, то арматура сетки переходит

в стадию текучести, поэтому $\sigma_c = R_c^H$. Тогда

$$K_1 = \sigma \lambda \sqrt{3} - \frac{f_c R_c^H}{\lambda} \sqrt{\frac{3}{2}}. \quad (9)$$

Отсюда при $K_1 = K_{1c}$ и $\sigma = \sigma_0^{BB'}$ получим величину нагрузки, соответствующую предельному равновесию трещины:

при $\sigma_c < R_c^H$

$$\sigma_0^{BB'} = \frac{\sigma_0^{AA'}}{\sqrt{3} \left[1 - \frac{4 f_c E_c}{m \lambda^2 E_6} \right]}; \quad (10)$$

при $\sigma_c < R_c^H$

$$\sigma_0^{BB'} = \frac{\sigma_0^{AA'} + \frac{f_c R_c^H}{\lambda^2} \sqrt{\frac{3}{2}}}{\sqrt{3}}. \quad (11)$$

Аналогично рассмотрим последующие этапы развития трещины, принимая число стержней, пересекаемых одной половиной трещины, равным n . Общее число пересекаемых стержней при этом равно $2n$, число ячеек сетки в трещине $2n+1$, длина трещины $(2n+1)l_c$, а расстояния от центра трещины до усилий в стержнях

$$\pm \frac{2k-1}{2} l_c \quad (k=1, \dots, n).$$

Рассмотрим пример.

Центрально-растянутая армоцементная пластина толщиной $\delta=10$ мм армирована двумя слоями сетки № 10—1,0 по ГОСТ 12184—66*; бетон марки М300.

$$K_{1c}=0,23 \text{ МН/м}^{3/2}, \mu=1,42\%, \frac{E_c}{E_6}=6,4;$$

$$l_c=1,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}, f_c=1,57 \cdot 10^{-4} \text{ м}, \lambda=0,1314 \text{ м}^{1/2}, \lambda^2=0,0173 \text{ м},$$

$$\sigma_0^{AA'}=1,75 \text{ МПа}.$$

На рис. 2 показана зависимость между внешней нагрузкой и расчетной шириной раскрытия трещины (линия 1) и длиной трещины (линия 4) при $m=1$. Для удобства значения длины трещины приняты в виде отношения $\frac{2l}{l_c}$.

Как видно из рис. 2, начальная трещина заданной длины (например, l_c) при увеличении нагрузки вначале не растет. При достижении критической нагрузки для трещины данной длины ($\sigma = \sigma_0^{AA'} = 1,75$ МПа) трещина начинает развиваться по неустойчивому закону, пока при той же внешней нагрузке не достигнет левого восходящего участка кривой 4, соответствующего устойчивому характеру развития трещины.

Дальнейший рост трещины происходит только при повышении внешней нагрузки. Одновременно с увеличением длины трещины возрастает ширина ее раскрытия (линия 1). Это приводит к тому, что при достижении определенной величины нагрузки в наиболее напряженных стержнях, пересекающих трещину, напряжения достигают $\sigma_c = R_c^H$, т. е. возникает текучесть арматуры. Это замедляет дальнейший возможный рост внешней нагрузки при увеличении длины трещины и кривая 4'' отклоняется от линии 4', построенной без учета текучести арматуры. Аналогичный характер носит изменение ширины раскрытия трещины (линия 1).

На рис. 2 показано также изменение ширины раскрытия трещины, нормируемое рекомендациями [3] и СН 366-77 (линии 2 и 3).

На рис. 3 приведены те же зависимости для армоцементного элемента с тремя слоями сетки № 10—1,0 при m , равном 2 и 2,5. Линия 2 более точно характеризует зависимость между напряжением и шириной раскрытия трещины для пластины с данным процентом армирования. При этом можно выделить три характерные стадии работы армоцемента. (О—А) — практически упругие деформации, заканчивающиеся при ширине раскрытия трещины 0,003 мм. При нагрузке, предельной для упругой стадии, образуется трещина шириной раскрытия около 0,017 мм. (В—С) — стадия, характеризующаяся квазилинейной зависимостью между внешней нагрузкой и деформациями. Она заканчивается при ширине раскрытия трещины около 0,05 мм. (С—D) — стадия разрушения, т. е. чрезмерного роста деформаций с незначительным увеличением нагрузки, заканчивается разрушением элемента.

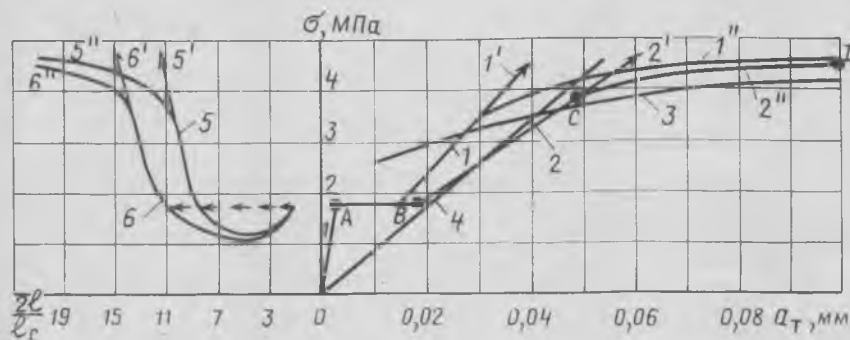


Рис. 3. Зависимость a_T и $\frac{2l}{l_c}$ от σ при $\mu=2,13\%$ для бетона марки М300

1 — $\sigma-a_T$ при $m=2$; 2 — $\sigma-a_T$ при $m=2,5$; 3 — $\sigma-a_T$ по [3]; 4 — $\sigma-a_T$ по СН 366-77; 5 — $\sigma-\frac{2l}{l_c}$ при $m=2$; 6 — $\sigma-\frac{2l}{l_c}$ при $m=2,5$

На рис. 3 представлены также значения ширины раскрытия трещины, определенные по рекомендациям [3] (линия 3) и СН 366-77 (линия 4). Отмечено удовлетворительное совпадение на всех этапах работы. Действующие нормы СН 366-77 довольно хорошо согласуются с результатами метода, особенно в стадии, соответствующей предельно допустимой ширине раскрытия трещин ($a_T=0,05$ мм), хотя в стадии, близкой к разрушению, результаты по СН 366-77 и по предлагаемому методу несколько расходятся.

Выводы

Методы механики разрушения могут быть использованы для математического описания процесса развития трещины в армоцементе. Начальные трещины в армоцементе вначале в длину не растут, но после достижения нагрузкой определенной величины растут неустойчиво (скачкообразно), пока не пересекут определенного числа стержней сетки. После этого отмечается устойчивый рост трещин вплоть до разрушения вследствие текучести арматуры сеток. Теоретические резуль-

таты довольно хорошо согласуются с данными нормативных документов, особенно в стадии, соответствующей предельно допустимой ширине раскрытия трещин ($a_T=0,05$ мм).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панасюк В. В., Саврук М. П., Дацкишин А. П. Распределение напряжений около трещин в пластинах и оболочках. Киев, Наукова думка, 1976.
2. Зайцев Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. М., Стройиздат, 1982.
3. Рекомендации по расчету армоцементных конструкций, Л., ЛенЗНИИЭП, 1971.

УДК 624.073.7

В. Г. КРАМАРЬ, К. М. АРЗУМАНЯН, кандидаты техн. наук; П. И. КОЖУХОВ, инж. (НИИЖБ)

Исследование круглопустотных панелей перекрытия, защемленных по концам в стену

В связи с недостаточной изученностью влияния защемления на работу опорных участков круглопустотных панелей в их верхних зонах устанавливают арматуру, которая может воспринять усилие, составляющее примерно 15—20% расчетного момента по середине пролета. В работах [1—3] предлагаются различные варианты армирования опорных участков и учета опорных моментов при проектировании панелей перекрытий.

Для установления степени надежности (трещиностойкости и прочности) опорных участков и для выяснения вопроса о методике назначения армирования верхней зоны преднапряженных круглопустотных панелей в НИИЖБ были проведены специальные экспериментальные исследования.

Испытаниям подвергли круглопустотные преднапряженные панели перекрытия размером $6,3 \times 1,2 \times 0,22$ м типа ПК-8-63-12 по серии 1.141 (вып. 21), запроектированные под расчетную нагрузку 8 кН/м^2 (без учета собственной массы). Опытные конструкции изготовлены из тяжелого бетона марки М200 со стержневой арматурой периодического профиля $\varnothing 14$ Ат-V. Для сопоставления несколько панелей имели уменьшенное число продольных стержней верхней сетки и меньший диаметр верхних продольных стержней приопорных каркасов (рис. 1).

В ходе экспериментов имитировали заделку панелей в кирпичную стену и в бетонных блоках несущих стен крупноблочного дома. Кроме того, варьировали глубину заделки и усилие обжатия опорных участков, имитирующие нагрузку от вышележащих этажей. Всего испытали три панели, защемленные на одной опоре во фрагментах кирпичных стен, и три с защемлением

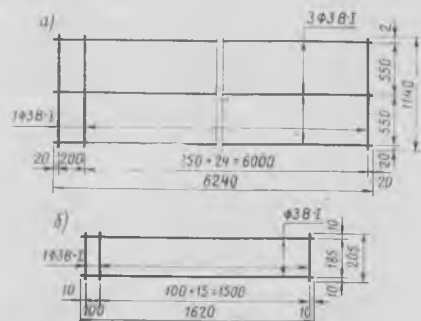


Рис. 1. Конструкция облегченных арматурных элементов
а — верхняя сетка; б — вертикальный каркас

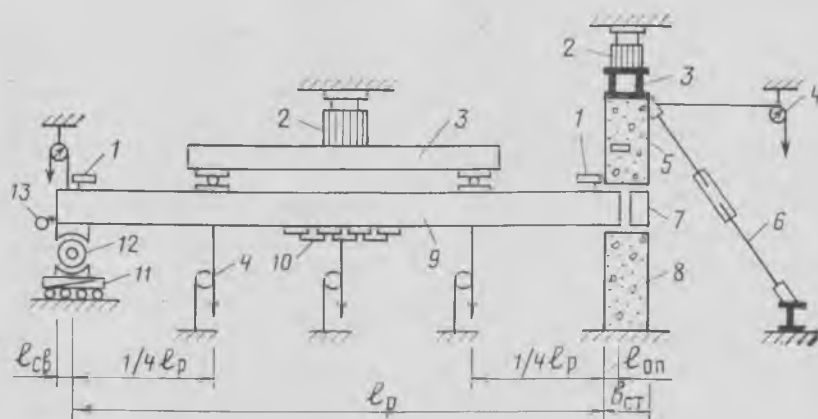


Рис. 2. Схема испытания однопролетного фрагмента перекрытия, защемленного на опоре в блочную стену
1 — клинометры; 2 — домкраты; 3 — траверсы; 4 — прогибомеры; 5 — верхний блок; 6 — оттяжка; 7 — бетонный вкладыш; 8 — нижний блок; 9 — панель перекрытия; 10 — тензосенсоры; 11 — клиновидные устройства и роликовая тележка; 12 — динамометр; 13 — индикатор

Шифр панели	$l_{оп}$, см	$\sigma_{сж}$, МПа	a_T^H , мм	$M_{оп}^{исп}$, МПа	$M_{оп}^{теор}$, МПа	$M_{оп}^{у.оп}$, МПа	K_T
ЗТК-2	19,3	1,90	0,15	22,4	23,3	32,1	0,70
ЗТКУ-3	10,8	2,05	0,20	21,3	24,0	38,5	0,55
ЗТБУ-1	10,0	1,88	0,35	19,5	24,5	34,9	0,56
ЗТБУ-2	9,7	2,13	0,17	24,9	27,3	40,8	0,61
ЗТБ-3	10,5	3,65	0,23	26,2	29,0	35,7	0,73

Примечание. В панелях ЗТБУ-2 и ЗТБ-3 в стене были заделаны концы с уменьшенным диаметром пустот, в остальных случаях — с диаметром пустот 159 мм.

которая всегда проходила через верхнюю полку по ширине и развигивалась сверху вниз к внутренней грани опоры. К моменту разрушения панелей в пролете опорные трещины заходили в зону заделки и заканчивались в 2—3 см от внутренней грани стены.

Установлено, что вследствие податливости опытный момент $M_{оп}^{исп}$ значительно меньше опорного момента $M_{оп}^{у.оп}$, вычисленного по упругой схеме при жестком защемлении по формуле

$$M_{оп}^{у.оп} = -\frac{9}{32} P l_p, \quad (1)$$

где P — сосредоточенная нагрузка в $1/4$ пролета; l_p — расчетный пролет панели.

Для оценки податливости узла сопряжения панели со стеной до появления трещин на опоре приняты коэффициент K степени защемления

$$K = \frac{M_{оп}^{исп}}{M_{оп}^{у.оп}}, \quad (2)$$

Его величина в момент образования трещин K_T по нормальным сечениям на защемленной опоре в зависимости от глубины опирания $l_{оп}$ и напряжения обжатия стены $\sigma_{сж}$ колебалась от 0,55 до 0,73.

Результаты испытаний показали, что трещины на опоре во всех панелях появляются до приложения проектной нормативной нагрузки R_n в пролете. Выполненные расчеты подтвердили, что для крупнопустотных панелей длиной 6,3 м, изготовленных из бетона марки М200, опорный момент даже с учетом коэффициента $K_T=0,55$ превышает $M_{оп}^{теор}$ при действии полезной нормативной нагрузки в пролете.

В ходе экспериментов установлено, что в панелях с проектным армированием верхней зоны раскрытие трещин происходит медленно и при нормативной нагрузке $a_T^H=0,15 \dots 0,23$ мм (рис. 3; см. таблицу). В панелях с уменьшенным армированием верхней зоны (ЗТКУ-3, ЗТБУ-1) раскрытие

трещины на опоре при R_n составляло 0,17—0,35 мм, что по формальным соображениям удовлетворяет условию трещиностойкости, предъявляемому нормами к таким конструкциям. Однако неблагоприятным обстоятельством является то, что с повышением R_n только на 5% ширина раскрытия трещин на опоре в панелях ЗТКУ-3 и ЗТБУ-1 резко увеличивается (0,35—0,65 мм), а при расчетной полезной нагрузке $R_{расч}$ составляет 1,5 ... 1,7 мм (см. рис. 3). С образованием трещин на опоре в панелях с уменьшенным верхним армированием величина момента в опорном сечении не воспринимается верхней арматурой, т. е. это сечение, согласно СНиП II-21-75, может рассматриваться как слабоармированное.

После появления трещин на опоре $M_{оп}^{исп}$ уменьшается в 1,5—2 раза, а опорная реакция на свободной опоре R возрастает и в предельной для конструкции стадии достигает 0,93—0,6 R .

Из шести испытанных панелей с защемлением на одной опоре в стене две панели были доведены до разрушения от действия пролетной нагрузки, причем одна — с типовым армированием верхней полки (ЗТК-2), другая — с уменьшенным числом продольных стержней сетки (ЗТБУ-1). Разрушение конструкций происходило по середине пролета от текучести рабочей арматуры с последующим раздроблением бетона сжатой зоны. Четыре панели испытывали на действие поперечной силы. Сначала их подвергали изгибу нагрузкой, составляющей 80—90% ожидаемой расчетной разрушающей нагрузки, после чего пролетную нагрузку в четвертях пролета заменяли одной сосредоточенной нагрузкой, приложенной на расстоянии $3h_0$ от внутренней грани стены [4].

При этом во всех панелях вначале появлялись наклонные трещины, при значительном увеличении поперечной силы происходило разрушение панелей по наклонным сечениям, причем среза на опоре не наблюдалось.

Выводы

Для панелей, защемленных в кирпичные или блочные стены, величину опорного момента образования нормальных трещин на опоре рекомендуется определять по формуле (1) с учетом K_T по таблице.

Необходимое количество арматуры верхней зоны для восприятия опорного момента рекомендуется назначать из условия: при $M_{оп} > M_{оп}^{теор}$ $M_a \approx F_a R_a z \geq M_{оп}$. При этом M_a должен составлять не более 15% момента от расчетной нагрузки по середине пролета. При $M_{оп} < M_{оп}^{теор}$ верхняя арматура назначается конструктивно; при этом расстояние

между проволоками верхней сетки по ширине панели не должно превышать 400 мм; продольные проволоки верхней сетки и вертикальные приопорных каркасов принимаются $\varnothing 3$ В-1 (Вр-1).

Прочность и трещиностойкость нормальных сечений в пролете и наклонных сечений на опоре, а также жесткость панелей следует устанавливать как для конструкций, работающих по схеме свободно опертой балки, по СНиП II-21-75 с учетом источника [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зырянов В. С., Рубинштейн Л. М. Исследование несущей способности и деформаций перекрытий, защемленных стенами на одной опоре. — В кн.: Прочность конструкций. М., МНИИТЭП, 1973.
- Камейко В. А., Ломова Л. М. Прочность узлов сопряжений панелей стен с плитами перекрытий при одновременном нагружении вертикальной силой и моментом. — В кн.: Прочность крупнопанельных и каменных конструкций. М., ЦНИИСК, 1972.
- Cederwall K., Engström B., Proceeding of the eighth Congress of the Federation International de la Precontrainte (FIP), London, Part I, 1978.
- Крамарь В. Г., Ильин О. Ф., Захаренко Е. И. Предварительно напряженные пустотные настилы с уменьшенным поперечным армированием. — В реф.-инф. сб. ЦНИИС, сер. VIII, вып. 10. Строительные конструкции, 1979.

Керамзитобетон с отходами асбестошиферного производства

Конструктивный керамзитобетон с отходами асбестошиферного производства предназначен для изготовления наружных стеновых панелей жилых, общественных и вспомогательных зданий.

Для изготовления бетона используются следующие материалы (в частях по массе): цемент — 1,0—1,32; керамзитовый гравий — 1,0—2,3; мелкий заполнитель (отходы) — 0,27—0,29; вода — 1,2—1,28.

С целью снижения средней плотности бетона традиционный дефицитный мелкий заполнитель (перлитовый, керамзитовый, кварцевый песок и др. виды) заменяют отходами асбестошиферного производства с насыпной плотностью в сухом состоянии 300—350 кг/м³.

Конструктивный керамзитобетон с отходами асбестошиферного производства марок 35, 50, 75 и 100 имеет среднюю плотность не более 1100 кг/м³ и коэффициент теплопроводности, не превышающий 0,314 Вт/(м·°С). Технология производства конструктивного керамзитобетона с отходами асбестошиферного производства легко привязывается к существующим технологическим линиям. Производство конструктивного керамзитобетона позволяет использовать отходы асбестошиферных предприятий, снизить объемную массу бетонных изделий и улучшить их теплофизические свойства.

Экономический эффект от внедрения составит 5 р. на 1 м³ панелей.

Адрес: 308012, Белгород, Костюкова, 46, БТИСМ, кафедра производства строительных изделий и конструкций, тел. 5-22-13.

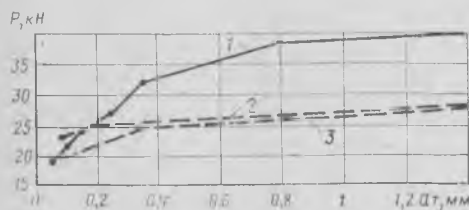


Рис. 3. Ширина раскрытия опорной трещины в зависимости от роста нагрузки в пролете в панелях с проектным (—) и уменьшенным (---) армированием верхней зоны
1 — ЗТК-2; 2 — ЗТКУ-3; 3 — ЗТБУ-1

Раскрытие и закрытие трещин в изгибаемых элементах со смешанным армированием

На кафедре строительных конструкций Львовского политехнического института изучали образование, раскрытие и закрытие трещин при повторных нагружениях изгибаемых элементов со смешанным армированием.

Армирование, размеры и количество опытных преднапряженных балок БН и балок со смешанным армированием БНо подробно описаны в работе [1]. В качестве напрягаемой арматуры использовали семипроволочные канаты, а ненапрягаемой — стержни классов А-II и А-III. Было испытано 30 образцов сечением 150×240 мм, длиной 3000 мм. Ненапрягаемая арматура в одних образцах расположена в одном уровне с преднапряженной, в других — ближе к наружной грани балки (рис. 1) для изучения влияния ее местонахождения на характер трещинообразования.

Нагружение осуществляли ступенями до развития трещин шириной 0,1 мм с последующей разгрузкой до полного закрытия трещин. При этом фиксировали момент появления трещин, их закрытия при разгрузке и раскрытия ранее образовавшихся при повторном нагружении. На каждой ступени измеряли ширину раскрытия трещин, деформации ненапрягаемой арматуры и бетона, прогибы балки. После трех циклов «нагрузка — разгрузка» балку доводили до разрушения с фиксированием отсчетов по всем приборам на каждой ступени. Число повторных нагружений, принятое для изучения зажатия трещин и установления момента раскрытия ранее образовавшихся трещин при повторном приложении нагрузки, является достаточным.

За момент зажатия трещин принимали состояние, при котором на поверхности элемента $a_T = 0,02...0,03$ мм [2]. Такая трещина не способствует развитию коррозии арматуры. В наших опытах моментом закрытия трещин считали изгибающий момент от внешней нагрузки, при котором при-

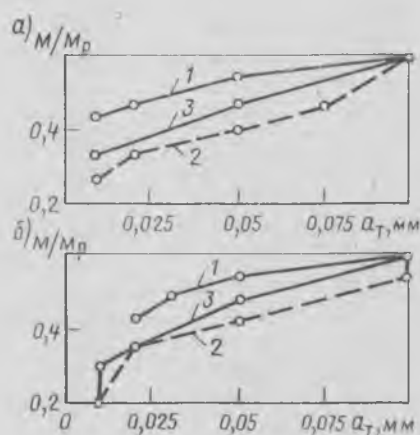


Рис. 1. Зависимость ширины раскрытия нормальных трещин от внешней нагрузки
а — БН-6; б — БНо-6; 1 — нагружение; 2 — разгрузка; 3 — повторное нагружение

ращения деформаций арматуры по длине элемента (между трещинами и в сечении с трещиной) были примерно одинаковы. В этом случае трещина закрытия у арматуры может быть раскрыта у поверхности элемента до 0,03 мм.

Экспериментами установлено, что наличие дополнительной ненапрягаемой арматуры в конструкциях со смешанным армированием несколько сдерживает процесс закрытия трещин при разгрузке. Однако опытные моменты закрытия трещин при реальном их раскрытии на поверхности бетона $a_T = 0,03$ мм для преднапряженных балок и со смешанным армированием примерно одинаковы (табл. 1).

Теоретические значения моментов закрытия трещин, вычисленные при напряжениях сжатия в бетоне на грани сечения $\sigma_b = 1$ МПа, удовлетворительно согласуются с опытными и для балок со смешанным армированием. Это свидетельствует о том, что условия закрытия трещин, принятые в нормах для преднапряженных элементов, приемлемы и для изгибаемых элементов со смешанным армированием.

Опытные моменты раскрытия трещин при повторном нагружении сравнивали с теоретическими, подсчитанными по нормам в предположении, что $R_{pII}W_T = 0$. Опытные моменты раскрытия трещин определяли по датчикам сопротивления, при помощи микроскопа с 24-кратным увеличением и визуально. При этом отмечалось достаточно хорошее совпадение опытных и расчетных данных. Момент раскрытия ранее образовавшихся трещин для балок БНо несколько ниже, чем для балок БН. Это объясняется тем, что бетон растянутой зоны при повторном нагружении исключен из работы, а усилия обжатия N_{02} в балках со смешанным армированием меньше, чем в преднапряженных.

Экспериментами установлено, что наличие ненапрягаемой арматуры из мягкой стали влияет на распределение трещин по длине балки, на ширину их раскрытия и развитие по высоте. В балках со смешанным армированием с дополнительной ненапрягаемой арматурой, расположенной ниже преднапряженной, возникает примерно в 2 раза больше трещин,

Таблица 1

Шифр балки	Арматура	Момент закрытия трещин, кН·м	Момент раскрытия ранее образовавшихся трещин, кН·м
БН-1	2Ø15 К-7	18,00/20,69*	2,16/2,22
БНо-1	2Ø15 К-7+2Ø12 А-II	18,00/20,00	20,70/21,70
БН-2	2Ø15 К-7	22,50/22,02	24,00/23,60
БНо-2	2Ø15 К-7+2Ø12 А-II	24,00/21,28	24,00/23,00
БН-14Б	2Ø15 К-7	14,40/17,20	18,00/18,80
БНо-15Б	2Ø12 К-7+1Ø12 А-II	14,40/17,90	17,50/19,50
БНо-10А	2Ø12 К-7+4Ø12 А-II	13,50/13,60	14,40/15,40

* Перед чертой — опытные данные, после черты — расчетные.

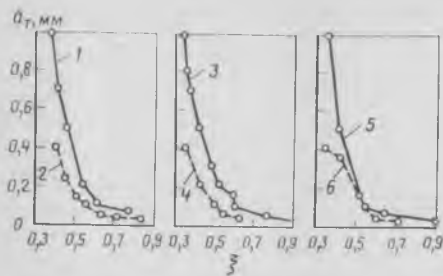


Рис. 2. Зависимость между шириной раскрытия трещин и относительной высотой сжатой зоны бетона в сечении с трещиной
1 — БН-6; 2 — БН-6; 3 — БН-11Б; 4 — БН-12Б; 5 — БН-14Б; 6 — БН-15Б

чем в преднапряженных, но ширина их раскрытия примерно на 30—50% меньше.

Испытали также группу преднапряженных и со смешанным армированием балок-близнецов с одинаковым процентом армирования сечения, отличавшихся расположением ненапрягаемой арматуры. В балках, в которых ненапрягаемая арматура расположена в одном уровне с преднапряженной, ширина раскрытия трещин такая же, как и в преднапряженных балках-близнецах. Заметное уменьшение ширины раскрытия трещин в балках этой группы отмечалось в случае, когда ненапрягаемая арматура расположена ближе к растянутой грани, чем преднапряженная. Оказало влияние также расположение ненапрягаемой арматуры по высоте сечения, поскольку процент армирования балок этой группы был одинаков (рис. 2). В балках БН-6, БН-12Б преднапряженная и ненапрягаемая арматура расположена в двух уровнях, в балке БН-15Б — в одном. Из графиков видно, что для балок БН-6 и БН-12Б при одинаковой с балками БН-6 и БН-11Б относительной высоте сжатой зоны бетона ширина раскрытия трещин в балках со смешанным армированием меньше примерно в 2 раза.

При повторном нагружении наблюдалось увеличение высоты трещин по сравнению с первым нагружением. В некоторых балках возникала новая трещина. В преднапряженных балках ширина раскрытия трещин при повтор-

ном нагружении сильно увеличивалась. Отношение ширины раскрытия трещины при повторном нагружении к ширине раскрытия при первом нагружении для балок БН составляло 1,5—2,5, а для БН-1,5—1,67.

Следует отметить, что приращение ширины раскрытия трещин при повторном нагружении происходило более интенсивно в начале повторного нагружения; приращение ширины раскрытия трещины постепенно уменьшалось, и на верхнем уровне повторного нагружения (момент начала разгрузки балки) ширина раскрытия трещины соответствовала первому нагружению (см. рис. 1).

Аналогично изменялась при повторном нагружении и относительная высота сжатой зоны в сечении с трещиной. Это подтверждает целесообразность предложения авторов работы [3] принимать значение относительной высоты сжатой зоны в сечении с трещиной за параметр, характеризующий ширину раскрытия трещин в изгибаемых элементах.

В табл. 2 приведена зависимость между средними значениями отношения ширины раскрытия трещин при повторном нагружении a_T^p к ширине раскрытия трещин при первом нагружении a_T и средними значениями отношения относительных высот сжатой зоны бетона в сечении с трещиной при первом нагружении ξ и повторном ξ_p .

На основании анализа графиков, представленных на рис. 3 для определения ширины раскрытия трещин при

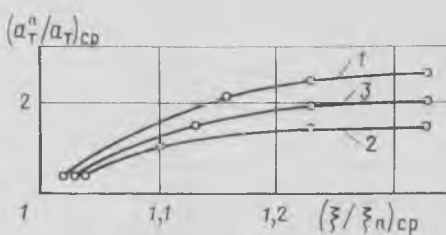


Рис. 3. Зависимость между средними значениями отношения ширины раскрытия трещин при повторном и первом нагружениях и отношением относительной высоты сжатой зоны при первом и повторном нагружениях

1 — преднапряженные балки; 2 — со смешанным армированием; 3 — средние значения

Таблица 2

Тип балок	Интервал $\frac{\xi}{\xi_p}$			
	1—1,099	1,1—1,199	1,2—1,299	1,3—1,399
БН	1,020/1,22*	1,160/2,030	1,230/2,200	1,330/2,300
БН-6	1,030/1,210	1,100/1,500	1,230/1,670	1,330/1,720
Средние значения	1,025/1,215	1,130/1,760	1,230/1,935	1,330/2,010

* Перед чертой — $\left(\frac{\xi}{\xi_p}\right)_{cp}$, после черты — $\left(\frac{a_T^p}{a_T}\right)_{cp}$

повторном приложении нагрузки, предполагается зависимость

$$a_T^p = a_T \sqrt{10 \frac{\xi}{\xi_p} - 8,5}.$$

Кроме того, испытатели односкатные балки покрытия со смешанным армированием пролетом 12 м [4], в которых 25% преднапряженной арматуры заменено ненапрягаемой, оборванной в пролете согласно эпюре материалов. При этом установлено, что такие балки отвечают эксплуатационным требованиям, причем снижается масса конструкции, уменьшается расход арматуры и бетона.

Сокращение расхода бетона в балках покрытия со смешанным армированием достигнуто вследствие уменьшения размеров нижнего уширения балки, поскольку усилие обжатия снижается и часть его воспринимается ненапрягаемой арматурой.

Технико-экономический анализ показал, что балка покрытия со смешанным армированием пролетом 12 м экономичнее преднапряженной по стоимости на 9,2%, по расходу арматуры на 8%, бетона на 7%. В настоящее время балки покрытия и панели перекрытия со смешанным армированием внедряются на заводах ЖБИ.

Выводы

Дополнительная ненапрягаемая арматура уменьшает ширину раскрытия трещин в балках со смешанным армированием. Если ненапрягаемая арматура заменяет часть преднапряженной, то ее влияние на ширину раскрытия трещин различно в зависимости от размещения ненапрягаемой арматуры в элементе.

Ненапрягаемая арматура несколько ухудшает полное закрытие трещин, практически не уменьшая при этом момент условного их закрытия.

В результате использования смешанного армирования снижается расход арматуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градюк И. И., Стасюк М. И. Методика экспериментального исследования влияния ненапрягаемой арматуры на работу предварительно напряженных железобетонных изгибаемых элементов. — Вестник ЛПИ. Вопросы современного строительства, 1973, № 80.
2. Бердичевский Г. И., Таршин В. А. Закрытие трещин при разгрузке преднапряженных элементов. — Межотраслевые вопросы строительства, 1972, № 7.
3. Бирулин Ю. Ф., Дмитриев С. А. Исследование трещиностойкости и прогибов изгибаемых железобетонных элементов с высокопрочной проволокой. — В сб. трудов МИСИ: Пространственная работа железобетонных конструкций, вып. 1, 1969, № 72.
4. Градюк И. И., Стасюк М. И. Результаты испытания балок покрытия со смешанным армированием с параллельными поясами пролетом 12 м. — Вестник ЛПИ. Доклады и научные сообщения, 1975, № 4.

Особо тяжелый бетон на напрягающем цементе

Для увеличения плотности бетона в качестве заполнителей применяют магнетит, гематит, металлургический скрап, чугунную дробь и другие материалы, имеющие повышенный модуль упругости. Их введение повышает микротрещинообразование в контактной зоне заполнителя и цементного камня [1, 2], что снижает морозостойкость и водонепроницаемость бетона [1, 3, 4]. Использование чугунной дроби наиболее неблагоприятно влияет на структуру и свойства бетона, что осложняет задачу создания особо тяжелого бетона повышенной морозостойкости и водонепроницаемости.

Одним из способов повышения морозостойкости и водонепроницаемости особо тяжелого бетона является ликвидация усадочных деструктивных процессов в контактной зоне цементного камня и металлического заполнителя.

Применение напрягающего цемента позволяет компенсировать или полностью исключить усадку, изменить характер напряженного состояния бетона и уменьшить вероятность появления трещин в контактной зоне цементного камня и металлического заполнителя.

Расширение цементного камня на НЦ уплотняет структуру бетона, снижает дефектность, уменьшает капиллярную пористость, что, очевидно, должно повысить морозостойкость и водонепроницаемость особо тяжелого бетона.

При использовании НЦ, кроме того, увеличивается содержание химически связанной воды, а следовательно, и ядер водорода, повышенное содержание которых диктуется физико-химическими требованиями к проектируемому составу.

В экспериментах применяли напрягающий цемент Усть-Каменогорского завода НЦ-20, портландцемент Воскресенского завода марки М400, кварцевый песок с $M_{кр}=1,7$, рудный щебень фрак-

ций 5—10 и 10—20 мм и чугунную дробь Старо-Оскольского механического завода крупностью 2,5—6 мм.

При этом сравнивали бетоны различной плотности на напрягающем цементе и портландцементе. Составы бетонных смесей и их характеристики приведены в таблице.

Особенность бетонных смесей на заполнителях повышенной плотности заключается в их склонности к расслоению, поэтому обеспечение однородности и нерасслаиваемости — важная технологическая задача, решать которую следует на стадии проектирования и подбора состава бетона.

Исследованиями НИИЖБ установлено, что повышение плотности бетонной смеси увеличивает ее расслаиваемость (см. таблицу), оцениваемую, согласно ГОСТ 10181.4—81, по показателю растворотделения. Использование напрягающего цемента позволяет снизить вероятность расслаиваемости. У бетонных смесей на НЦ (состав № 6) показатель растворотделения примерно на 20% ниже, чем у равноподвижного состава на ПЦ (состав № 3). Снижение расслаиваемости с точки зрения реологии объясняется большими значениями предельного сопротивления сдвигу и пластической вязкости растворной части бетона на НЦ. Реологические показатели определяют ротационным вискозиметром при различном V/C и скоростях сдвига. Растворная часть бетона состава № 3 имеет предельное сопротивление сдвигу 60 г/см², а на НЦ — 148 г/см², величина пластической вязкости для этих составов при скорости сдвига 0,707 см/с составляет соответственно 5800 и 25 700 П. Результаты исследования свидетельствуют о том, что расслаиваемость особо тяжелых бетонных смесей существенно зависит от V/C , вида цемента и содержания крупного заполни-

теля. В связи с этим для получения однородных нерасслаивающихся бетонных смесей с показателем растворотделения не более 10% целесообразно применять НЦ с расходом не менее 500 кг/м³, содержанием крупного заполнителя (по насыпному объему) 800—850 л/м³ и подвижностью бетонной смеси не более 1—3 см.

Известно, что самоупрочнение в основном зависит от энергии расширения НЦ, его содержания в бетоне, V/C , доли песка в смеси заполнителей, а также от вида заполнителя. Заполнители с низким модулем упругости (керамзит, аглопорит и др.) обладают большой сжимаемостью по сравнению с тяжелыми заполнителями, поэтому большая часть энергии при расширении НЦ расходуется на их обжатие. По аналогии можно полагать, что бетоны на тяжелых заполнителях с повышенным модулем упругости должны иметь большую величину самоупрочнения. Эксперименты подтвердили это предположение: самоупрочнение особо тяжелого бетона на рудном заполнителе на 15% выше, чем обычного тяжелого бетона.

На величину самоупрочнения $\bar{R}_{сн}$ существенно влияет не только плотность бетона, но и доля песка в смеси заполнителей r . При плотности бетонной смеси 3 т/м³ (состав № 5) $\bar{R}_{сн}$ в функции r имеет максимум при $r=0,26$, что соответствует расходу крупного заполнителя 800 л. Аналогичный вид имела зависимость прочности от доли песка в смеси заполнителей.

Иная зависимость $\bar{R}_{сн}=f(r)$ установлена при плотности бетонной смеси $\gamma_0=3,7$ т/м³: в этом случае при уменьшении r самоупрочнение линейно возрастает и уже не наблюдается максимума на кривой $\bar{R}_{сн}=f(r)$. Такая зависимость, видимо, связана с увеличением количества зерен чугунной дроби, что существенно влияет на развитие самоупрочнения.

Водонепроницаемость особо тяжелого бетона на НЦ, как и ожидалось, оказалась значительно выше, чем у аналогичного состава на ПЦ. Высокая марка по водонепроницаемости (более 12) особо тяжелого бетона на НЦ объясняется малой капиллярной пористостью, чрезвычайно плотной структурой цементного камня, а также отсутствием дефектов в контактной зоне заполнителя и цементного камня. Хорошее качество контактной зоны связано с ликвидацией усадочных деформаций и снижением внутренних напряжений, что особенно важно при использовании чугунной дроби.

№ состава	Цемент	Расход материалов, кг/м ³					γ_0 т/м ³	О.К., см	Ж, с	Растворотделение, %	Водонепроницаемость	Морозостойкость
		цемент	песка	воды	щебня	чугунной дроби						
1	ПЦ	550	462	198	1290	—	2,5	2	6	6	B6	300
2	ПЦ	550	430	198	960	910	3,0	3	4	8	B4	200
3	ПЦ	550	414	187	555	2040	3,7	3	3	11	B4	150
4	НЦ	550	433	209	1290	—	2,5	3	6	5	B12	500
5	НЦ	550	401	209	960	910	3,0	3	5	6	B12	500
6	НЦ	550	385	198	555	2040	3,7	3	5	9	B12	500

Внутренние напряжения, возникающие в бетоне в процессе твердения, определяли кольцевыми магнитоупругими датчиками К-20 по методике [5]. Исследованиями установлено, что в составах на НЦ внутренние напряжения в несколько раз меньше, чем в аналогичных составах на ПЦ. Снижение внутренних напряжений уменьшает вероятность появления микротрещин в контактной зоне.

Согласно ГОСТ 10060—76, установлена зависимость морозостойкости от состояния контактной зоны. Морозостойкость особо тяжелого бетона (состав № 3) на портландцементе на две марки ниже, чем обычного тяжелого бетона (состав № 1). Снижение морозостойкости бетона на портландцементе при введении чугунной дробы связано с образованием в контактной зоне заполнителя и цементного камня усадочных трещин, причем вероятность их возникновения на контакте с металлическим заполнителем наибольшая.

Использование НЦ компенсирует усадку, снижает внутренние напряжения, уменьшает микротрещинообразование и повышает морозостойкость особо тяжелого бетона. Введение чугунной дробы в бетон на НЦ не оказывает отрицательного влияния на его морозостойкость. Морозостойкость особо тяжелого бетона на НЦ (составы № 5 и 6) не отличается от морозостойкости тяжелого бетона (состав № 4) и составляет при твердении в воде более 400 циклов.

Комплексные физико-химические исследования контактной зоны металлического заполнителя и цементного камня подтвердили, что в результате использования НЦ зона контакта оказывается более прочной и плотной, без трещин.

Таким образом, напрягающий цемент в качестве вяжущего для особо тяжелого бетона повышает водонепроницаемость и морозостойкость, позволяет получать бетоны с заданными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состав, структура и свойства цементных бетонов/Под ред. Г. И. Горчакова. М., Стройиздат, 1976.
2. Ориентлихер Л. П., Новикова И. П. Влияние свойств составляющих на усадочную трещиностойкость легких бетонов. — В кн.: Всесоюзная конференция в Минске по легким бетонам. М., Стройиздат, 1970.
3. Курасова Г. П., Гуменюк Н. Т. Исследование влияния структурных напряжений, возникающих в бетоне, на его морозостойкость. — В кн.: Повышение коррозионной стойкости бетона и железобетонных конструкций. М., НИИЖБ, 1975.
4. Милейковский М. А., Туаршев К. У., Смолянский В. М. Влияние контактных напряжений в зоне «цементный камень — заполнитель» на водонепроницаемость бетона. — Транспортное строительство, 1974, № 1.
5. Методические указания по определению внутренних напряжений в цементном камне, растворе и бетоне с помощью кольцевых магнитоупругих датчиков ЦНИИСК. Каунас, КПИ, 1979.

В помощь проектировщику

УДК 624.024.15:539.3/4

И. В. САННИКОВ, инж. (КиевЗНИИЭП)

Прочность и деформативность монолитных неразрезных плит с листовой гофрированной арматурой

Разрушение плит с листовой гофрированной арматурой по нормальным к продольной оси сечениям может происходить как без текучести, так и с текучестью части или всего сечения гофрированного профиля, завершаясь раздроблением бетона сжатой зоны. По аналогии с железобетонными элементами со стержневой арматурой разрушение, начинающееся текучестью всего профиля, носит пластический характер (случай 1). Случае 2 при разрушении изгибаемых железобетонных элементов с листовой гофрированной арматурой считается разрушение с текучестью части профиля, которому предшествуют пластические деформации, т. е. оно также является пластическим.

Для оценки степени использования гофрированного профиля в сечении предлагается коэффициент условий работы сечений m_n , вводимый вместо коэффициента условий работы гофрированного профиля [1]. m_n определяли как отношение предельной прочности сечений, подсчитанной на основе принципов упругопластического и пластического разрушений:

$$m_n = \frac{M_{уп}}{M_{пр}}, \quad (1)$$

причем $M_{пр}$ находят по СНиП II-21-75 с предварительной разбивкой площади сечения гофрированного профиля на дискретные элементы.

Величину момента внутренних сил в сечениях $M_{уп}$ предлагается устанавливать относительно нейтральной оси. Предполагается, что в пределах упругих зон гофрированного профиля напряжения пропорциональны расстоянию от нейтральной оси и равны пределу текучести в пластических зонах. Высота упругих зон пропорциональна отношению удлинения листовой стали при пределе текучести к предельной деформации бетона при сжатии и высоте сжатой зоны. Использование этих предпосылок и уравнений равновесия позволяет получить следующие условия прочности:

$$M_{уп} \leq \frac{R_a}{\gamma_{уп}} \sum_{n=1}^n (h_{a(n)} - x)^2 F_{a(n)} + \frac{R_{a.c}}{\gamma_{уп}} \times$$

$$\begin{aligned} & \times \sum_{m=1}^m (x - h_{a(m)})^2 F'_{a(m)} + \frac{R_a}{\gamma_{уп}} \times \\ & \times \sum_{k=1}^k \left[\frac{F_{a\text{ ун}(k)} h_{a\text{ Fyn}(k)}^2}{12} + \right. \\ & \left. + F_{a\text{ ун}(k)} (h_{a\text{ Fyn}(k)} - x)^2 \right] + \frac{R_{a.c}}{\gamma_{уп}} \times \\ & \times \sum_{L=1}^L \left[\frac{F'_{a\text{ ун}(L)} h_{a\text{ Fyn}(L)}^2}{12} + \right. \\ & \left. + F'_{a\text{ ун}(L)} (x - h_{a\text{ Fyn}(L)})^2 \right] + \\ & + R_{пр} F_{6.c} x k_2 \gamma_3. \quad (2) \end{aligned}$$

Положение нейтральной оси устанавливают из условия равновесия сечения

$$\begin{aligned} & \sum_{n=1}^n \sum_{k=1}^k (h_{a(n,k)} - x) \frac{R_{a(n,k)}}{\gamma_{уп}} F_{a(n,k)} - \\ & - \sum_{m=1}^m \sum_{L=1}^L (x - h_{a(m,L)}) \times \\ & \times \frac{R_{a.c(m,L)}}{\gamma_{уп}} F'_{a(m,L)} = F_{6.c} R_{пр} \gamma_3, \quad (3) \end{aligned}$$

где $R_{a(n,k)}$, $R_{a.c}$, $R_{a.c(m,L)}$, $R_{пр}$ — расчетные сопротивления компонентов сечения; $F_{a(n,k)}$, $F'_{a(m,L)}$, $F_{a(n)}$, $F_{a(m)}$, $F_{a\text{ ун}(k)}$, $F'_{a\text{ ун}(L)}$, $F_{6.c}$ — площади компонентов сечения; $h_{a(n,k)}$, $h_{a(m,L)}$, $h_{a(n)}$, $h_{a(m)}$ — расстояния от верхней грани плиты до центров тяжести компонентов сечения; $h_{a\text{ Fyn}(k)}$, $h_{a\text{ Fyn}(L)}$ — высота компонентов сечения; k_2 — относительная высота положения усилия в сжатой зоне бетона; γ_3 — коэффициент формы эпюры напряжений сжатой зоны бетона, учитывающий увеличение пластических деформаций напряженного бетона.

В данных условиях также подразумевается, что

$$\begin{aligned} & \frac{h_{a(n)} - x}{\gamma_{уп}} R_a \leq R_a \\ & \text{и} \quad \frac{x - h_{a(m)}}{\gamma_{уп}} R_{a.c} \leq R_{a.c}. \end{aligned}$$

Условия (2) и (3) универсальны как в отношении знака момента, действующего

в сечении, что важно при определении прочности сечений неразрезных плит, так и в отношении положения нейтральной оси в сечении.

Величина коэффициентов k_2 и v_a имеет значительный разброс. В КиевЗНИИЭП исследованы значения этих величин по результатам испытаний 37 фрагментов плит, разрушившихся по сечению, нормальному к продольной оси, или имевших при разрушении текучесть по большей части гофрированного профиля. Рассмотрено 40 вариантов расчетных величин прочности сечений, полученных при различных значениях k_2 и v_a , выбранных в пределах граничных. Для k_2 принимали значения 0,667; 0,65; 0,6; 0,55; 0,5, для v_a — 0,625; 0,6; 0,55; 0,5; 0,45; 0,4; 0,35; 0,33. В пределах каждого варианта результаты располагались в зависимости от расчетной прочности сечения по отношению к максимальной прочности варианта и приближались к значениям выборки двучленом первой степени по методу наименьших квадратов. Наиболее целесообразным оказался вариант с наименьшим средним и среднеквадратическим отклонением, а также с минимальным углом наклона графика двучлена, поскольку в этом случае вероятность результата менее всего отличается для всех расчетных параметров.

Для бетона на пористых заполнителях рекомендуется принимать $k_2=0,55$, $v_a=0,5$.

Введение коэффициента условий работы нормальных сечений m_d позволяет предложить методику, использующую условие прочности, составленное на основе принципа пластического разрушения нормальных сечений. Значения m_d вычислены для 15 тыс. сечений по специально составленной программе [2]. При этом варьировали высоту плит от 9 до 30 см, марку бетона легкого — в пределах М100 — М400, тяжелого — М100 — М500, типы профилей, класс стали, условия дополнительного стержневого армирования и положение профиля в сечении. В результате получены графики

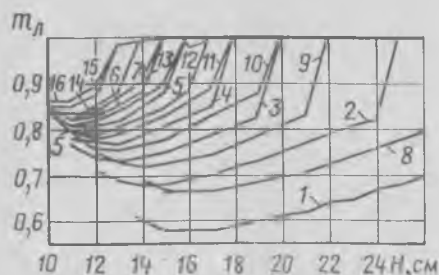


Рис. 1. Графики коэффициента условий работы сечений, нормальных к продольной оси, m_d , для плит с гофрированным профилем Н79-680-1
1—16 — графики для легких бетонов марок М100 — М400 и тяжелого бетона марок М100 — М500

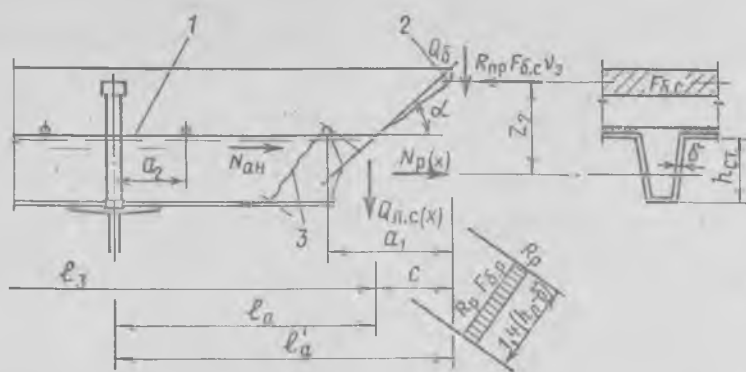


Рис. 2. Форма поперечного сечения, схемы усилий и эпюры напряжений в сечении, наклонном к продольной оси, при определении прочности при действии изгибающего момента
1 — поверхность раскалывания; 2 — ось поворота сечения; 3 — поверхность отрыва

снижения несущей способности сечений, один из которых представлен на рис. 1.

Коэффициент m_d предлагается также в качестве критерия, оценивающего степень использования профиля в сечении при разрушении. Случай разрушения 1 может наступить при $m_d=1$; случай 2 — при $m_d<1$.

Прочность наклонных сечений при действии изгибающего момента (рис. 2) рекомендуется определять на основе предположений:

при величинах касательных напряжений по контакту «бетон — гофрированный профиль» $\tau < 0,05$ МПа прочность сечений оценивают в предположении сплошности бетона и наличия сцепления по контакту;

при $\tau > 0,05$ МПа при действии поперечной силы и изгибающего момента учитываются собственная прочность профиля и условия его анкеровки;

прочность растянутой зоны наклонного сечения равна минимальному значению прочности профиля на растяжение, анкеровки по материалу анкеров, сварных соединений анкеров, бетона на смятие и раскалывание на анкерах;

профиль в сечении работает до образования пластического шарнира с потерей устойчивости верхней полкой.

Условие прочности сечения, находящегося от опоры на расстоянии x , запишется следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} &\text{при } \tau \leq 0,05 \text{ МПа} \\ &M(x) \leq N_{p(x)} z_2(x); \\ &\text{при } \tau > 0,05 \text{ МПа} \\ &M(x) \leq N_{p(x)} z_2(x) + Q_{л.с}(x) c + \\ &\quad + M_{л.с}(x), \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где N_p — усилие растянутой зоны сечения, складывающееся из усилий в стержневой и листовой гофрированной арматуре; z_2 — расстояние между равнодействующими усилиями растянутой и сжатой зон; $Q_{л.с}$, $M_{л.с}$ — поперечная сила и изгибающий момент, действующие

в сечении листовой гофрированной арматуры.

Опасное сечение устанавливают сопоставлением эпюр изгибающих моментов от внешних нагрузок и эпюр предельных внутренних моментов для сечений плиты (рис. 3). Графики внутренних моментов получены при варьируемых значениях $M_{л.с}$, коэффициента трения по контакту «бетон — гофрированный профиль» $k_{тр}$ и коэффициента прочности бетона при смятии на анкерах γ_b . На рис. 3 приведены значения, при которых эпюра внутренних моментов наиболее соответствует эпюре изгибающих моментов при разрушении.

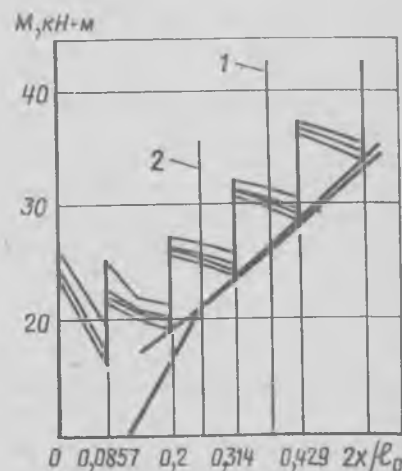


Рис. 3. Эпюры изгибающих моментов от внешних нагрузок при разрушении и предельных внутренних усилий в сечениях, наклонных к продольной оси
1 — ось поворота сечения; 2 — место образования наклонной трещины

Кривизны для участков плит, в растянутой зоне которых образуются трещины, определяются с учетом жесткости гофрированного профиля на основании данных [3]; величины собственных изгибающих моментов в сечениях гофрированного профиля обуславливаются величиной продольного усилия в растянутой зоне от действия внешних сил; собственный изгибающий момент в гофрированном профиле возрастает от нуля

или начального значения, обусловленного прогибом, приобретенным при изготовлении плиты, до максимальной величины при достижении текучести нижних волокон, убывает с развитием текучести по высоте и равен нулю при текучести всего сечения.

Максимальное значение изгибающего момента, действующего в гофрированном профиле, находят при решении системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} M_{п.т} &= \frac{J_{п.т} R_{л.э}}{h_p - x} \\ \max(M_{л.с}) &= \frac{E_{л.а} J_{г.п}}{\rho} \\ \frac{1}{\rho} &= \frac{M_{п.т} - \max(M_{л.с})}{h_0 z_1} \times \left(\frac{1}{E_a F_{п.э}} + \frac{\Psi_6}{(\gamma^1 + \xi) b_p h_0 E_6 \nu} \right) \end{aligned} \right\} (5)$$

где $M_{п.т}$ — изгибающий момент, действующий в сечениях плиты при начале текучести крайних растянутых волокон листовой гофрированной арматуры; $\max(M_{л.с})$ — максимальная величина, которую может достигнуть изгибающий момент в листовой гофрированной арматуре; h_0, z_1 — рабочая высота сечения и плечо внутренней пары сечения над трещиной; $F_{п.а}, F_{п.э}$ — приведенная площадь сечения арматуры растянутой и сжатой зон; $F_{6.с}$ — площадь сжатой зоны бетона, γ^1, ξ, ν — коэффициенты, определяемые по СНиП II-21-75.

Выводы

Расчет по несущей способности и деформациям монолитных железобетонных плит с листовой гофрированной арматурой в стадии эксплуатации при статических нагрузках следует осуществлять по приведенной методике. Размеры поперечных сечений плит и типы гофрированного профиля необходимо подбирать таким образом, чтобы выполнялось условие $m_{л.с} \approx 1$.

Прочность сечений, наклонных к продольной оси, следует определять с учетом собственных усилий в гофрированном профиле и элементах его анкеровки.

Кривизны для участков плит, в растянутой зоне которых образуются трещины, устанавливают с учетом жесткости гофрированного профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков Р. В., Багатурян Ф. И. Исследование железобетонных перекрытий с внешней профилированной арматурой. — Бетон и железобетон, 1977, № 6.
2. Санников И. В. Комплексная программа вычисления и сопоставления прочности сечений, нормальных к продольной оси, железобетонных плит с листовой гофрированной арматурой и определения коэффициента условий работы сечений (параметра оптимизации сечений), $m_{л.с}$ (СЕВЛА). Киев, 1981.

В помощь заводским лабораториям

УДК 69.022.4:620.191.33

Г. Я. ПОЧТОВИК, канд. техн. наук; М. В. ЧЕРНОПЫЖСКИЙ, инж. (МИСИ)

Исследование трещинообразования конструкций методом акустической эмиссии

Наблюдения показали, что температурно-усадочные, а иногда и силовые трещины появляются в несущих конструкциях крупнопанельных зданий еще на стадии заводского производства. Поэтому необходимо установить, какие температурно-усадочные и силовые факторы или их комбинации вызывают трещинообразование.

Внутренние несущие стеновые панели крупнопанельных домов серии II-3/16, запроектированные МНИИТЭП из бетона марки М300 и изготовленные Востряковским заводом ЖБИ ДСК-3 Главмосстроя, исследовали методом акустической эмиссии, основанным на регистрации импульсов, генерируемых материалом при силовых и температурных воздействиях.

Трещинообразование стеновых несущих панелей изучали на прокатном стане № 6 Востряковского завода ЖБИ при выходе панели из пропарочной камеры, распалубливании и передвижении ее по конвейеру к кантователю. На поверхности панели после тепловлажностной обработки отмечались волосяные температурно-усадочные трещины. Во время схода панели со стана и при перемещении на промежуточный транспортер образовывалась консоль вылетом 2 м. Под действием ее собственной массы волосяные температурно-усадочные трещины раскрывались до 1—1,5 мм, одновременно образовывались новые силовые трещины.

Импульсы акустической эмиссии, сопровождающие деструкцию бетона, записывали с помощью шумометрической аппаратуры фирмы «Брюль и Кьер». Прибор состоит из пьезопреобразователя, соединенного гибким волноводом с анализатором и самописцем уровня. Пьезопреобразователь-акселерометр типа 4369 является вибродатчиком чувствительностью 52 мВ/(м·с⁻²) с резонансной частотой 32 кГц. Анализатор типа 2010 обладает чувствительностью 10 мкВ, его динамический диапазон превышает 85 дБ. Рабочий частотный диапазон анализатора и самописца уровня типа 2307 составляет 2—200 000 Гц. Пьезопреобразователь установлен в зоне трещин на парафино-канифольном компаунде.

В ходе натурных испытаний исследовали 18 несущих внутренних стеновых панелей типа ВЦ, запроектированных и рассчитанных на внецентренное сжатие. С момента выхода панелей из пропарочной камеры активность акустической эмиссии измеряли в строго определенном временном интервале (250 с). Трещинообразование, а следовательно, и импульсы акустической эмиссии возникли сразу после окончания тепловлажностной обработки, до образования консоли. Активность тем-

пературно-усадочного трещинообразования в этот период значительно ниже, чем при силовом воздействии собственной массы в момент образования консоли, а энергетический уровень импульсов акустической эмиссии на порядок ниже.

Во время испытаний измеряли меняющийся в процессе движения панели изгибающий момент от собственной массы консоли. Поскольку основные размеры панелей, условия их изготовления и марка бетона оставались постоянными, а суммарное число импульсов акустической эмиссии для каждой панели колебалось в интервале 256—280, можно сделать заключение о том, что во всех панелях механизм образования и развития трещин одинаков.

Процесс акустической эмиссии начинается сразу после выхода панели из пропарочной камеры и обусловлен разрывом волосяных температурно-усадочных трещин. Эта стадия характеризуется активностью 1—2 имп/с, ее относительный энергетический уровень на порядок ниже, чем при силовом трещинообразовании. Такой процесс продолжается и в момент образования консоли до тех пор, пока ее вылет невелик и не может оказывать существенного влияния на ход и характер трещинообразования. Когда же вылет консоли превышает 0,75 м, т.е. когда изгибающий момент достигает определенного предела, активность акустической эмиссии при максимальном вылете консоли увеличивается вдвое. Повышается и энергетический уровень импульсов акустической эмиссии. Это объясняется тем, что с увеличением собственной массы консоли на температурно-усадочные процессы накладывается силовое трещинообразование. В момент наибольшего вылета консоли ширина раскрытия трещин, параллельных ее основанию, достигает 1—1,5 мм.

На основании анализа активности акустической эмиссии и энергетического уровня импульсов можно разграничить процессы трещинообразования под действием температурно-усадочных и силовых факторов.

Выводы

При изготовлении плоских панелей по технологии, предусматривающей горизонтальное перемещение, необходимо избегать или существенно ограничивать перемещение элементов с образованием консолей. Происходящее при этом силовое трещинообразование, зарегистрированное методом акустической эмиссии, накладывается на образовавшиеся температурно-усадочные трещины. Максимальное раскрытие суммарных трещин достигает 1—1,5 мм и может существенно снизить долговечность конструкций.

Некоторые итоги применения показателя нормативной чистой продукции

В настоящее время в условиях планирования и оценки деятельности по показателю нормативной чистой продукции работают все предприятия сборного железобетона строительных министерств и промышленности строительных материалов. Их успешному переходу на этот показатель предшествовала большая подготовительная работа, которая включала разработку методических и нормативных документов и материалов, проведение семинаров и совещаний в министерствах, оказание методической помощи предприятиям и т. д.

Среди этих документов заслуживают внимания «Методические рекомендации по анализу и оценке деятельности предприятий в условиях применения показателя НЧП», которые доведены до подведомственных предприятий и организаций с целью выполнения анализа на единой методической основе. Этот показатель в народном хозяйстве вводится впервые, поэтому возникает необходимость постоянного наблюдения за деятельностью предприятий в новых условиях планирования и их оценки.

С этой целью в сентябре 1982 г. Госстрой СССР, Минстройматериалов СССР, Госстрой и Минстройматериалов Латвийской ССР, НИИЭС и ВНИИЭСМ провели в Риге Всесоюзную конференцию по обмену опытом работы предприятий строительной индустрии и строительных материалов в условиях применения показателя нормативной чистой продукции. В работе конференции приняли участие руководители, экономисты, инженеры, финансисты и бухгалтеры заводов, комбинатов, трестов, объединений строительной индустрии и строительных материалов, а также министерств и ведомств — всего более 450 человек. Большое внимание было уделено предприятиям сборного железобетона.

В задачи конференции входило обобщение опыта работы предприятий в новых условиях, выявление эффективности применения показателя НЧП и его влияния на всю хозяйственную деятельность предприятий. Одновременно важ-

но было вскрыть и негативные стороны показателя как в части формирования, так и взаимодействия его с другими технико-экономическими показателями, наметить пути устранения этих недостатков, а также сформулировать основные направления совершенствования методики разработки и применения нормативов чистой продукции.

Под этим углом зрения и были рассмотрены итоги деятельности предприятий за 1981 г., работавших в условиях применения индивидуальных показателей, а также итоги деятельности предприятий за I полугодие 1982 г., впервые работающих по отраслевым нормативам чистой продукции. Обсуждались вопросы, связанные с изменением материалоемкости и трудоемкости изготовления продукции, влиянием показателя НЧП на выполнение номенклатурных планов и обеспеченность строящихся объектов конструкциями, изделиями и материалами. Большое внимание было уделено вопросам взаимосвязи объема производства, трудозатрат и оплаты труда. Рассмотрены методические вопросы ценообразования и формирования НЧП на промышленных предприятиях, а также основные направления совершенствования методики. В выступлениях участников конференции нашли отражение вопросы совершенствования планирования производительности труда и системы экономического стимулирования в условиях применения показателя НЧП.

Особое внимание на конференции было уделено предприятиям сборного железобетона, учитывая их большой удельный вес в общем объеме промышленной продукции предприятий строительной индустрии и строительных материалов, исключительно сложную систему формирования прейскуранта оптовых цен, а также необходимость дальнейшего совершенствования методики формирования нормативов чистой продукции.

Как следовало из выступлений, применение показателя НЧП в планировании деятельности предприятий сборного железобетона (в условиях применения

отраслевых нормативов чистой продукции) свидетельствует о его положительном влиянии на производственную деятельность: улучшается выполнение номенклатурных планов и освоение новых прогрессивных конструкций и изделий, что благоприятно сказывается на динамике материалоемкости и трудоемкости продукции, а также на обеспечении строящихся объектов комплексной продукцией.

В 1981 г. и I полугодии 1982 г. почти все предприятия железобетонных изделий и конструкций строительных министерств и ведомств СССР выполнили план по нормативной чистой продукции. При этом план по товарной продукции выполнен только предприятиями Минстроя СССР, Минэнерго СССР и Главмоспромстройматериалов. Более высокие показатели выполнения плана и темпы роста по чистой продукции по сравнению с товарной объясняются в основном тем, что этот показатель стал утверждаемым и предприятия изыскивают дополнительные резервы для его выполнения.

Расхождения в показателях выполнения плана по нормативной чистой и товарной продукции чаще имеют место на предприятиях сборного железобетона и возникают главным образом из-за отклонения фактических показателей от плановых и базовых, особенно в части номенклатуры, а также различного удельного веса НЧП в оптовой цене. По мнению выступающих, на предприятиях сборного железобетона в условиях работы по новому показателю динамика чистой продукции близка к динамике затрат труда. А это значит, что показатель нормативной чистой продукции в большей мере подходит для планирования фонда заработной платы и контроля за его использованием, чем показатель товарной продукции.

Отмечались случаи роста фонда заработной платы, вызванные, как правило, изготовлением более трудоемкой продукции, против средней трудоемкости по предприятию, а следовательно, реальными затратами труда. Вместе с тем следует обратить внимание работников предприятий и объединений на отдельные случаи роста удельной трудоемкости изготовления железобетонных конструкций, влекущие за собой увеличение объема производства в нормативной чистой продукции, а следовательно, и неоправданный перерасход фонда заработной платы. Это нашло отражение в рекомендациях конференции, где министерствам предложено усилить контроль за динамикой трудоемкости продукции.

На конференции также отмечалось,

что нормативный метод планирования заработной платы, предусмотренный постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы», еще не внедрен в практику из-за отсутствия нормативов заработной платы на 1 р. нормативной чистой продукции. Пересчет фонда заработной платы в меру выполнения плана по НЧП приводит к относительному перерасходу фонда заработной платы, а иногда и к нарушению соотношения темпов роста производительности труда и средней заработной платы.

Особое внимание выступавшие уделили динамике материалоемкости железобетонных конструкций и изделий. Исходя из данных Минстроя СССР, Минпромстроя СССР, Минтяжстроя СССР, Минэнерго СССР и др., свидетельствующих о снижении материальных затрат на 1 р. товарной продукции в 1981 г. по сравнению с 1980 г., а в 1982 г. — с 1981 г., признано, что планирование и оценка деятельности по показателю НЧП способствуют снижению материалоемкости продукции. Однако наличие показателя товарной продукции, даже как расчетного, продолжает побуждать предприятия выпускать материалоемкие виды продукции, что противоречит необходимости больше экономить материальные ресурсы. Это происходит еще и потому, что все финансовые показатели, в том числе и прибыль, которая является источником образования фондов экономического стимулирования, определяются исходя из выполнения плана по товару.

В выступлениях подчеркивалось, что введение показателя НЧП в планирование и оценку деятельности предприятий в значительной мере устранило разрывность изготовления различных видов продукции, что положительно сказывается на выполнении номенклатурных планов предприятий. Так, по Усольскому заводу стройматериалов, Иркутскому заводу «Стройдеталь» и заводу железобетонных изделий Минстроя СССР выполнение номенклатурного плана в 1981 г. по сравнению с 1980 г. имеет положительную динамику. Эту же тенденцию можно отметить и на предприятиях Минсельстроя СССР, в частности по объединениям Укрсельстройиндустрия и Воронежсельстройконструкция.

Опыт работы предприятий показывает, что применение в планировании показателя НЧП в свою очередь требует

более строгого выполнения плана по номенклатуре, так как даже незначительные сдвиги в ее составе вследствие различной доли НЧП в оптовой цене вызывают заметные отклонения фактического объема нормативной чистой продукции от планового. И хотя доля НЧП в оптовой цене не является решающим фактором выполнения плана по номенклатуре, было отмечено, что при переходе в планировании на отраслевые нормативы чистой продукции выявлены случаи несоответствия трудоемкости изготовления изделий и конструкций нормативам. Если этому факту не уделить должного внимания, то по этой причине может возникнуть разрывность изготовления продукции, что тоже отразится на выполнении номенклатурных планов.

Главным образом все это касается производства сборного железобетона. Например, на предприятиях Минстроя СССР и Минэнерго СССР, работавших ранее по индивидуальным нормативам и применявших в планировании условно-натуральные измерители, а теперь работающих по отраслевым нормативам, за I полугодие 1982 г. наблюдались случаи, когда нормативы чистой продукции на железобетонные изделия (Прейскурант № 06-08) не всегда были увязаны с трудоемкостью изготовления отдельных видов конструкций и изделий. Так, на ряде заводов ЖБИ треста № 61 Главзапстроя при переходе от индивидуальных нормативов к отраслевым норматив на дорожные плиты, например, увеличился на 42% при коэффициенте сложности изготовления, равном единице. Заметим, что перевыполнение заданий по производству сборного железобетона наблюдалось именно по этой позиции. В то же время невыполнение плана пришлось на изделия, по которым отраслевые нормативы меньше отличаются от индивидуальных, а коэффициент сложности при этом значительно возрастает. Поэтому в рекомендациях конференции отмечено, что в ближайшее время в планировании предприятий строительной индустрии, и особенно предприятий сборного железобетона, необходима увязка стоимостных и натуральных показателей путем введения в систему планирования условно-натуральных показателей, в основе определения которых, так же как и в нормативах чистой продукции, лежат трудозатраты. В связи с этим назрела необходимость разработать и утвердить единые отраслевые коэффициенты сложности изготовления различных видов железобетонных изделий и конструкций. А в дальнейшем целесообразно решить вопрос о переходе на

определение категориальности предприятий сборного железобетона по показателю нормативной чистой продукции.

Участники конференции справедливо отмечали, что на современном этапе важное значение имеют методические вопросы ценообразования и формирования нормативов чистой продукции. Как известно, введению новых оптовых цен предшествовал анализ деятельности предприятий, из которого следует, что за последние годы себестоимость производства железобетонных изделий и конструкций превышала их оптовые цены почти на 15%. За I полугодие 1982 г., по предварительным данным, себестоимость отдельных видов изделий и конструкций продолжала расти. Чтобы оптовые цены обеспечивали определенный уровень рентабельности предприятий и способствовали упорядочению их финансовой деятельности, следует разработать и осуществить в текущей пятилетке систему мероприятий, обеспечивающих ежегодное снижение себестоимости продукции сборного железобетона не менее чем на 1,5—2%.

Конференция наметила основные направления повышения эффективности применения показателя нормативной чистой продукции. С этой целью в течение текущего пятилетия необходимо постоянно проводить анализ деятельности предприятий, выявляя при этом, какое действие оказывает новый показатель на всю их хозяйственную деятельность. При выполнении анализа особое внимание следует уделять вопросам планирования и динамики трудоемкости изделий. В целях предупреждения фактов завышения показателей выполнения плана по НЧП и вызываемого этим неоправданного роста фондов заработной платы необходимо усилить контроль за обоснованностью планов по объемам НЧП, определением их в планах прямым счетом по всей номенклатуре продукции, ограничив практику применения нормативных коэффициентов чистой продукции.

Массовый переход предприятий сборного железобетона на планирование и оценку их деятельности по новому показателю требует дальнейшего внедрения и совершенствования на предприятиях системы внутризаводского планирования и хозяйственного расчета.

Принятые на конференции рекомендации будут, несомненно, полезными в практической деятельности работников предприятий железобетонных изделий и конструкций по повышению эффективности производства и качества работы, успешному выполнению заданий одиннадцатой пятилетки.

Изменение оптовых цен на арматуру

С 1 января 1982 г. в СССР повсеместно введены в действие новые оптовые цены на металлопродукцию, в том числе на стержневую горячекатаную и термически обработанную арматурную сталь (Прейскурант № 01-09), низкоуглеродистую и высокопрочную проволоку (Прейскурант № 01-17), а также на канаты стальные арматурные (Прейскурант № 01-18).

Сравнение новых оптовых цен на арматурные стали с действовавшими ранее показывает, что удорожание стержневой арматуры в зависимости от класса, марки, сортамента составляет 19,1—33,6%, низкоуглеродистой проволоки класса В-I—18,1—18,8%, класса Вр-I—17,2%, высокопрочной проволоки класса В-II—22—24%, класса Вр-II—23,3—25,7%, канатов арматурных — 17,1—22%. В настоящее время в общем объеме потребляемой арматурной стали (без проката на закладные детали) удельный вес стержневой арматуры составляет 86%, всей проволоочной — 14%, в том числе высокопрочной проволоки 2,2% и канатов арматурных 0,7%. В табл. 1 приведены средние величины удорожания, при этом оптовые цены приняты для I категории качества.

Для эффективного внедрения высокопрочной арматурной стали в железобетонных конструкциях необходимо, чтобы повышение ее прочности не приводило к увеличению удельной стоимости C_a . Последняя выражается отношением оптовой цены 1 т i -го класса арматуры определенного сортамента C (р.) к соответствующему расчетному сопротивлению R_a (кгс/мм²). В новых оптовых ценах такая тенденция сохраняется. Уменьшено (на 1—8%) существовавшее ранее соотношение оптовых цен на высокопрочную проволоку и взаимозаменяемую стержневую арматуру повышенной и высокой прочности (см. рисунок).

На канаты арматурные класса К-7 диаметром 12 мм (усредненный диаметр) ранее существовавшее соотношение оптовых цен на стержневую арматуру повышенной и высокой прочности увеличилось от 6 до 14,4%.

Таблица 1

Вид арматурной стали	Класс арматуры	Среднее удорожание, %
Стержневая углеродистая	A-I A-II (марки Вст-5пс2, Вст-5сп2)	20 26
То же, низколегированная	A-II (марки 18Г2С, 10ГТ), Ас-II A-III A-IV A-V	26 27 28 33
То же, термически упрочненная	Ат-IV Ат-V Ат-VI Вр-I	31 29 24 18
Проволока низкоуглеродистая обыкновенная	B-I B-II	23
Проволока высокопрочная	B-II, Вр-II	23
Канаты арматурные	К-3, К-7, К-19	20

За счет применения высокопрочной проволоки и канатов может быть достигнута наибольшая экономия стали на единицу массы заменяемой арматуры. Существовавшие ранее соотношения оптовых цен на высокопрочную проволоочную арматуру, включая канаты, и взаимозаменяемую стержневую арматуру повышенной и высокой прочности сближены незначительно (1—9%), в то время как на канаты массового применения диаметром 12 мм (класс К-7) они увеличены более чем на 14%.

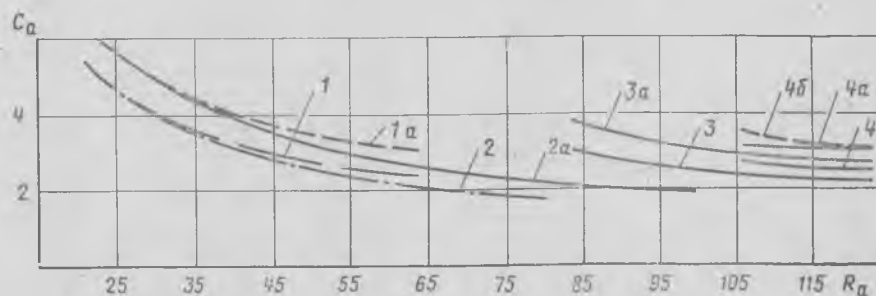
В дальнейшем, вероятно, целесообразно для исчисления оптовых цен на все виды арматурных сталей, включая высокопрочную проволоку и канаты стальные арматурные, ввести условно еди-

ный показатель прочности — расчетное сопротивление арматуры для предельных состояний первой группы (в кгс/мм²). Это способствовало бы введению более строгого принципа взаимозаменяемости арматуры по прочности и по стоимости. Несоблюдение принципа взаимозаменяемости по стоимости привело к тому, что канаты стальные арматурные класса К-3 практически не применяются. Сохранение сложившегося подхода к установлению оптовых цен приведет к тому, что с разработкой и внедрением новых высокопрочных классов термически упрочненной стержневой арматуры Ат-VIII ($\sigma_t=140$ кгс/мм²) и Ат-IX ($\sigma_t=160$ кгс/мм²) применение высокопрочной проволоки и канатов будет ограничено неоправданно узкой номенклатурой плоских железобетонных конструкций (в основном длинномерными).

В связи с повышением оптовых цен на все виды арматуры их общее удорожание по сравнению с действовавшими ранее оптовыми ценами составило 25,1%. Это привело к среднему удорожанию 1 м³ железобетона на 2,2 р.

С 1 января 1982 г. были повышены оптовые цены на металлопродукцию, используемую для изготовления стальных строительных конструкций. Так, оптовые цены на готовый прокат в среднем повысились на 22,6%, на балки и швеллеры — 27,6, на листовую прокат — на 21,1, на гнутые профили — на 24,9%.

В табл. 2 приведено сравнение новых



Зависимость удельной стоимости арматуры C_a от R_a с учетом старых (1, 2, 3, 4) и новых (1а, 2а, 3а, 4а, 4б) оптовых цен
1, 1а — горячекатаная стержневая арматура и низкоуглеродистая проволока; 2, 2а — термически обработанная стержневая арматура; 3, 3а — высокопрочная проволока; 4, 4а, 4б — канаты стальные арматурные (4а, 4б — соответственно с учетом оптовой цены для I категории качества и аттестованной на государственный Знак качества)

Конструкции	Удорожание, %, конструкций	стальных		
		железобетонных	из листовой стали, а также из парных и одиночных горячекатаных уголков	с поясами из тавров и двутавров и с решеткой из уголков
Фермы стропильные пролетом 18 м	18—20	16—28	31—40	
То же, пролетом 24 м	18—20	20—32	35—45	
Фермы подстропильные пролетом 12 м	21—22	20—28	26—44	
Подкрановые балки пролетом 6 м	21—22	15—21	32—37	
То же, пролетом 12 м	22—23	15—18	32—35	

и старых оптовых цен на некоторые виды типовых сборных железобетонных (Прейскурант № 06-08 «Оптовые цены на железобетонные изделия») и стальных строительных конструкций (прейскуранты № 01-09 и 01-22 «Оптовые цены на строительные стальные конструкции») применительно для Московской обл. (II пояс по Прейскуранту № 06-08 «Оптовые цены на железобетонные изделия»). При этом средняя стоимость перевозки стальных строительных конструкций (франко-станция назначения) принята на расстояние до 300 км включительно. Из табл. 2 видно, что общее удорожание железобетонных конструкций составляет 18—23%, стальных конструкций — 14—45% в зависимости от вида металлопроката.

На ВДНХ СССР

Пропарочная камера

На заводе ЖБИ № 18 (107143, Москва, ул. Николая Химушина, 2/7) внедрена пропарочная камера с механизированной гидравлической крышкой. Замена съемных крышек в пропарочных камерах ямного типа на механизированные гидравлические, а также внедрение экономического режима термообработки изделий с помощью автоматического устройства ПУСК-ЗП позволили сэкономить за год 3250 Гкал тепла. Экономический эффект — 14,4 тыс. р.

Теория

УДК 691.327:539.4

Н. Н. НЕДЕЛЯ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Влияние влажности бетона на его прочность

Известно, что для построения общей теории железобетона необходимо исследование физической природы явлений, происходящих в бетоне в различных условиях среды и нагружения [1]. Для изучения механизма снижения прочности зрелого бетона с ростом влажности использовали образцы-кубы цементного камня с ребром 2 см ($B/C=0,25$) — исходного и пропитанного полимером (метилметакрилатом) и раствора состава 1:1,56:0,35 ($C:P:B$). Вязущим служил цемент Подольского завода марки 400 (активность 450), мелким заполнителем — песок дробленый диабазовый с $M_{кр}=2,4$. Тепловлажностную обработку проводили по режиму: выдерживание после бетонирования под мокрыми опилками 2 ч, подъем температуры с 20 до 60°C — 2 ч, пропаривание при 60°C — 6 ч и охлаждение в камере — 12 ч. После ТВО образцы высушивали до постоянной массы при 200°C. После охлаждения половину образцов цементного камня отвакуумировали при разрежении $0,15 \cdot 10^{-2}$ МПа в течение 1 ч и пропитали под давлением 0,2 МПа до полного насыщения составом метилметакрилата (100 мас. ч.), гипериза (5 мас. ч.) и нафтената кобальта (10 мас. ч.). Для полимеризации мономера образцы погружали в горячую воду (75°C) на 4—6 ч.

Для получения зависимости прочности образцов от влажности как в десорбционном (при снижении влажности), так и в сорбционном (при повышении влажности) циклах все образцы насыщали водой в течение 4 мес и выдерживали 3 мес при относительной влажности среды $\phi=100\%$. После этого образцы десорбционного цикла распределили по эксикаторам со следующими значениями влажности среды ϕ : 0, 9, 15, 32, 42, 47, 56, 66, 76, 81, 90, 95, 100 — и погружали в воду. Образцы сорбционного цикла перед размещением по эксикаторам медленно высушили, чтобы разрушения от сушки оказались наименьшими. Сушку осуществляли в специальном шкафу при ступенчатом подъеме температуры от комнатной до 101°C с интервалами 4—8°C в течение 10 мес. В эксикаторах образцы выдерживали до равновесной влажности, на что потребовалось 1,5 года, а затем их доводили до разрушения. Оно осуществлялось с помощью приспособления конструкции НИИЖБ, позволяющего строго центрально передавать нагрузку на образцы, что снижает коэффициент вариации до 10%. Значения прочности и влажности образцов на рис. 1 являются средними из шести.

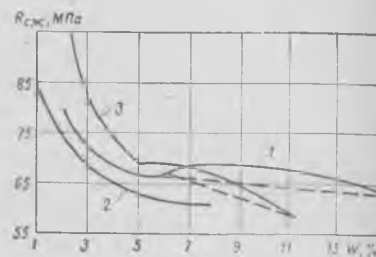


Рис. 1. Зависимость $R_{сж}$ от W
1 — цементный камень исходный; 2 — пропитанный метилметакрилатом; 3 — раствор; — — — — экспериментальные данные; — — — — теоретические по рис. 4

Снижение прочности бетона на 20—50% с ростом влажности (см. рис. 1) происходит, по мнению большинства исследователей [1], в соответствии с механизмом адсорбционного понижения прочности, предложенным для твердых тел в работе [2].

В первой публикации по этому вопросу (1947 г.) понижение прочности связывалось с двумерным давлением мономолекулярного слоя адсорбированного вещества, которое развивает клиновидные микрощели при постоянстве внешних усилий [2]. Согласно одной из последних публикаций (1979 г.), атомы жидкой среды, обладающие миграционной подвижностью, проникают в вершину микрощели, компенсируют обнажающиеся связи, что вызывает рост трещины. Для полного проявления эффекта необходимы небольшие массы адсорбированного вещества — достаточно монослоя на поверхности главной трещины [2]. Наглядно это положение представлено в работе [1]: прочность цементного камня снижается только до насыщения монослоя воды.

Однако прочность бетона [3], цементного камня и раствора непрерывно уменьшается с ростом влажности среды не только от 0 до 20%, когда формируется монослой воды на внутренней поверхности цементного камня, включающей и поверхность трещин [4], но и от 20 до 100%. Емкость монослоя соответствует следующим значениям влажности исходного и пропитанного цементного камня и раствора: $W=3,5, 2$ и 2,5% (рис. 2). Монослой воды вызывает менее половины полного снижения прочности (см. рис. 1). В связи с этим можно допустить, что снижение прочности бетона под действием воды не охватывается целиком механизмом адсорбционного

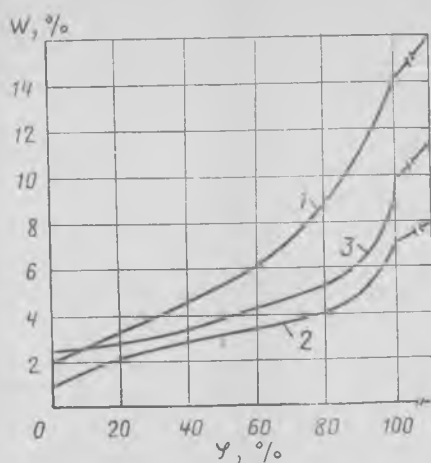


Рис. 2. Зависимость W от ϕ . Условные обозначения — см. рис. 1

понижения прочности. Один из возможных механизмов основан на модели цементного камня, предложенной нами ранее [4]. Цементный камень в первом приближении можно рассматривать как пористый сросток слоистых пластинчатых кристаллов гидросиликатов кальция, обозначаемых $C-S-H$ цементного камня. Срастание кристаллов в сросток, т. е. образование фазовых кристаллизационных контактов между ними, происходит в результате взаимодействия катионов кальция (Ca^{2+}) с отрицательно заряженными поверхностными атомами кислорода (O^-) двух соседних кристал-

катиона, равный $2e$, деленный на координационное число катиона: $E = \frac{2e}{k}$.

С увеличением числа молекул воды, координированных междикристаллическими катионами Ca^{2+} до максимального значения, равного 7, прочность междикристаллических связей $O-Ca-O$ снижается, а длина растет (см. рис. 3; рис. 4). Это происходит постепенно при подъеме влажности среды от 0 до 100% [4]. Координация молекул воды атомами кальция и снижение прочности связи обратимы: при снижении влажности среды от 100 до 0% число молекул воды уменьшается от 7 до 0, а прочность связи растет (см. рис. 3 и 4).

Зависимости прочности бетона [3], раствора и цементного камня от их влажности, полученные из эксперимента (см. рис. 1), и зависимости прочности междикристаллической связи $O-Ca-O$ от числа координированных катионом кальция молекул воды, рассчитанная по правилу Полинга (см. рис. 4), аналогичны: прочность снижается непрерывно по мере повышения влажности материала и с ростом числа молекул воды. Прочность снижается нелинейно — в основном в области низких влажностей материала и малых чисел молекул воды, в обоих случаях снижение прочности имеет предел и оно обратимо. Хорошее качественное согласие свидетельствует в пользу того, что предлагаемые представления достаточно верно выражают физическую природу снижения прочности бетона с ростом влажности.

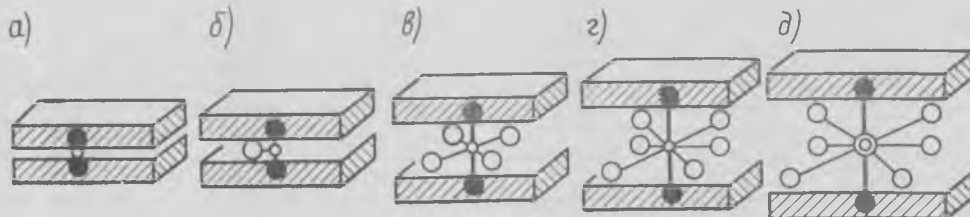


Рис. 3. Рост длины междикристаллической связи $O-Ca-O$ с увеличением числа координированных атомом кальция молекул воды. Координационное число атомов кальция:

$a-k=2$ ($2O$); $b-k=3$ ($1H_2O+2O$); $c-k=6$ ($4H_2O+2O$); $d-k=9$ ($7H_2O+2O$); $\circ$ — молекулы H_2O ; $\bullet$ — атомы Ca ; $\bullet$ — атомы O_2

лов, т. е. благодаря междикристаллическим связям $O-Ca-O$ (рис. 3). Применяя к этой модели цементного камня представления о структурных уровнях [5], можно рассмотреть носителей прочности бетона на различных структурных уровнях: бетон $\rightarrow$ раствор $\rightarrow$ цементный камень $\rightarrow$ гидратированная масса $\rightarrow$ сростки кристаллов $C-S-H \rightarrow$ междикристаллические контакты $O-Ca-O \rightarrow$ междикристаллические связи $O-Ca-O$. При таком подходе снижение прочности бетона под действием воды возникает вследствие ослабления междикристаллических связей $O-Ca-O$.

Помимо связей с поверхностными атомами кислорода сросшихся кристаллов металлические катионы Ca^{2+} координируют молекулы воды. Благодаря этому в координационную сферу катионов Ca^{2+} входят атомы кислорода и молекулы воды, а координационное число катионов (k) равно их сумме (см. рис. 3). Применяя правило электростатической валентности Полинга, прочность E каждой связи, образованной катионом Ca^{2+} , можно определить как электрический заряд

В области влажности среды от $\phi = 50\ldots 60\%$ до $\phi = 100\%$ в сердцевинах мезопор ($1,5 \text{ нм} < r < 10 \text{ нм}$) цементного камня имеется капиллярная вода [4], приводящая к появлению круто поднимающегося участка на изотермах сорбции и десорбции воды, сменяющего прямолинейный участок (см. рис. 2). Капиллярная вода повышает прочность цементного камня и яв-

ляется причиной возникновения максимума на кривых $R = f(W)$ [1]. Этот максимум исчезает, если капиллярные силы невелики, что отмечается, например, в цементном камне, поры которого в основном заполнены полимером (см. рис. 1).

Основываясь на изложенных представлениях, а также на термофлуктуационной теории разрушения твердых тел, можно представить роль воды в процессе разрушения бетона следующим образом. Растягивающая механическая нагрузка, приложенная к сухому бетону, распределяется между носителями его прочности — междикристаллическими связями $O-Ca-O$ — так, что на большинство связей приходится среднее растягивающее напряжение, а на некоторые связи — напряжение, превосходящее среднее в десятки раз. Максимально перенапряженными могут быть междикристаллические связи в обычных междикристаллических контактах по всему объему образца, и в частности в вершинах уже имеющихся микротрещин. Эти связи разрываются под действием термических флуктуаций энергии. Вокруг каждой разорванной связи возникает много разрывов ($100-1000$), создающих одну субмикротрещину (размером не более $10-100 \text{ нм}$). Со временем в нагруженном образце субмикротрещины, проходящие в основном по междикристаллическим контактам $O-Ca-O$, появляются по всему объему. Их концентрация в 1 см^3 растет и в предразрывном состоянии достигает огромной величины (в случае использования полимера — $10^{16}-10^{17}$). Субмикротрещины, сливаясь, образуют трещины большего размера. Такое объединение трещин происходит до тех пор, пока образец не окажется разорванным на части.

Во влажном бетоне под действием воды прочность каждой междикристаллической связи $O-Ca-O$ снижается, а длина увеличена. Такое действие сорбированной воды подобно растягивающей механической нагрузке, которая удлиняет и ослабляет межжатомные связи и может быть названо «сорбционная нагрузка» [4]. Благодаря сорбционной нагрузке концентрация максимально перенапряженных междикристаллических связей $O-Ca-O$ и возникших от их разрывов субмикротрещин, необходимая для разрушения бетона, достигается при меньшей механической нагрузке, т. е. прочность влажного бетона оказывается ниже.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цилосани З. Н. Усадка и ползучесть бетона. Тбилиси, 1979. О природе деформирования бетона и железобетона. — Бетон и железобетон, 1979, № 2.
2. Ребиндер П. А., Шукин Е. Д. Поверхностные явления в твердых телах в процессе их деформации и разрушения. — В кн.: Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды П. А. Ребиндера, 1979.
3. Михайлов А. В. Прочность бетона в зависимости от его влагосодержания. — Бетон и железобетон, 1974, № 2.
4. Скоблинская Н. Н. Сорбционная нагрузка в цементном камне. О механизме действия воды на прочность цементного камня. — В кн.: Структурообразование бетона и физико-химические методы его исследования. М., 1980.
5. Подпальный А. М. Феноменологический аспект морозного разрушения бетона. — В кн.: Структура и свойства цементных бетонов. М., Стройиздат, 1979.

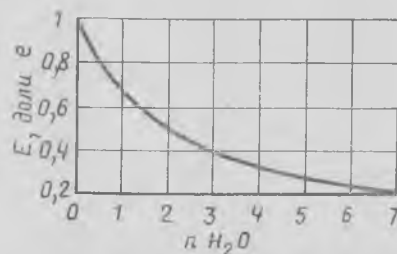


Рис. 4. Зависимость прочности E междикристаллической связи $O-Ca-O$ от числа молекул воды (nH_2O), координированных атомом кальция

Ф. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ);
Э. А. ВИНОГРАДОВА, В. С. ГЛАДКОВ, кандидаты техн. наук (ЦНИИС
Минтрансстроя); И. Н. УСАЧЕВ, канд. техн. наук (Гидропроект)

Морозостойкий бетон для морских сооружений

Задача получения бетона, стойкого в суровых климатических условиях и при действии морской воды, особенно актуальна в связи с расширением строительства в арктических районах.

Представляют интерес результаты многолетних исследований, выполненных ЦНИИС, а также длительный (в течение 15 лет) опыт работы Кислогубской приливной электростанции (ПЭС). Здание ПЭС представляет тонкостенную железобетонную конструкцию, изготовленную в сухом доке и на плаву доставленную к месту эксплуатации [1].

Условия работы гидротехнических сооружений в приливной зоне весьма сложны. Вода, согреваемая теплым течением, зимой здесь не замерзает, а арктический воздух охлаждается до -25°C , а в отдельных случаях и до $-30\ldots-40^{\circ}\text{C}$. Колебания уровня моря в зоне приливов достигают 4 м. Конструкции сооружений в этой зоне два раза в сутки насыщаются морской водой и дважды замораживаются на воздухе. Интенсивность воздействия попеременного насыщения водой и замораживания зависит от расположения конструкции по отношению к уровню моря. На среднем уровне воды продолжительность насыщения водой и замораживания равна, выше этого уровня сокращается период насыщения, а ниже — период замораживания. Сопоставление числа циклов замораживания и оттаивания на различных уровнях с относительной степенью разрушения бетона в действующих сооружениях (рис. 1) показывает, что более длительное замораживание и достаточное время насыщения водой способствуют быстрому разрушению. По данным метеорологов, число переходов температуры воздуха через 0°C составляет свыше 400, однако с учетом микроклимата у сооружений, смягчаемого влиянием зеркала не замерзающей в зимнее время воды, и пониженной (до -2°C) температуры замораживания морской воды фактическое число циклов замораживания и оттаивания около 230.

Многолетними испытаниями бетонов различного состава и железобетонных конструкций, проводившимися ЦНИИС в натуральных условиях и на специальном стенде [2], ускоряющем их искусственным регулированием продолжительности цикла по данным о температурах в бетоне, установлены переходные коэффициенты, характеризующие интенсивность воздействия цикла при различных температурах [3]. Сопоставление состояния образцов после различного числа циклов замораживания и оттаивания в естественных ус-

ловиях и при замораживании при разных температурах в бассейнах стенда дополнило переходные коэффициенты постоянной поправкой.

В результате появилась возможность определить требуемую марку бетона по морозостойкости для конструкций ПЭС. В основу был положен принцип неразрушаемости бетона в течение года воздействия, т.е. отсутствие снижения

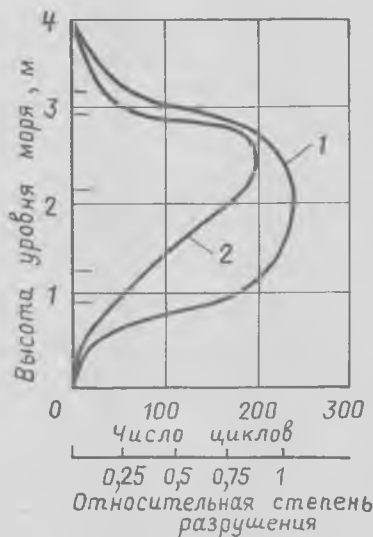


Рис. 1. Сопоставление числа циклов замораживания и оттаивания (1) и степени разрушения (2) на различных уровнях приливной зоны
3,30 и 0,94 м — максимальный и минимальный случайные уровни; 2,98 и 1,28 м — средние (квадратурные) уровни прилива и отлива; 2,13 м — средний многолетний уровень

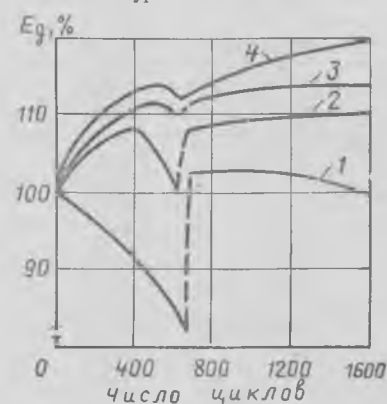


Рис. 2. Изменение динамического модуля упругости бетона с добавками при испытании на морозостойкость. После 660 циклов перерыв в испытаниях на 60 сут [5]:
1 — без добавок; 2 — 0,2% ССБ; 3 — 0,05% СНВ; 4 — 0,1% ССБ+0,05% СНВ

прочности после числа циклов замораживания-оттаивания, равного годовому, с учетом восстановления структуры бетона в летний период. Большая роль перерыва в повышении стойкости бетона при многократном замораживании и оттаивании иллюстрируется данными рис. 2. При установлении числа циклов, которые должен выдержать бетон при испытании на морозостойкость, следует учитывать, что по ГОСТ 10160—76 допускается снижение прочности до 15%. Чтобы избежать уменьшения прочности, морозостойкость бетона должна быть повышена не менее чем на 30%. Например, для района Кислогубской ПЭС число годовых циклов может быть принято равным 300, а с учетом требования о сохранении прочности — 400. Кроме того, необходимо учитывать данные о коэффициенте однородности бетона по морозостойкости, который, согласно работе [4], характеризуется следующими значениями: при обеспеченности 0,8; 0,95; 0,99 и 0,999 $K_{одн}$ составляет соответственно 0,6; 0,5; 0,4 и 0,3.

Следовательно, требуемая проектная марка бетона по морозостойкости при обеспеченности 0,95 должна быть не менее Мрз800. Для бетона конструкций Кислогубской ПЭС была принята минимальная марка бетона по морозостойкости Мрз1000. Ее гарантированное достижение было основано на выполнении комплекса мероприятий [2], включающего: применение материалов, наиболее стойких в данных условиях; проектирование состава бетона оптимальной структуры с введением пластифицирующих и воздухововлекающих добавок; создание нормированных тепловлажностных условий твердения, способствующих получению стойкой структуры цементного камня и снижающих температурные напряжения в бетоне; использование технологии изготовления и уплотнения бетонной смеси, позволяющей получать однородную структуру цементного камня и текстуру бетона; применение дополнительных мероприятий по тепло- и гидроизоляции для элементов, находящихся в особенно сложных условиях службы.

На морозостойкость бетона наиболее влияет микроструктура цементного камня, которая определяется водоцементным отношением и объемом условно-замкнутых пор, заполненных воздухом. Его можно установить по многочисленным данным о высокой эффективности введения в состав бетона воздухововлекающих добавок, что было учтено при создании железобетонных конструкций Кислогубской ПЭС из морозостойкого бетона (рис. 3) [5].

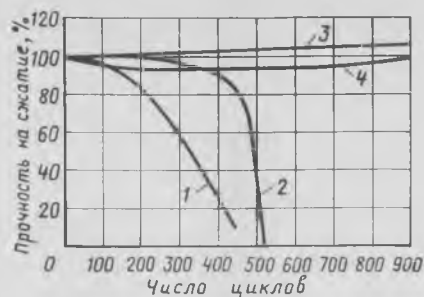


Рис. 3. Влияние структурообразующих добавок на морозостойкость бетона
1—4 — см. рис. 2

Выбор материалов для морозостойкого бетона производили на основании выполненных ранее работ с учетом выпускаемых промышленностью цементов и местных заполнителей. В связи с требованием одновременно высокой морозостойкости и стойкости в морской воде был принят сульфатостойкий портландцемент вольских заводов, клинкер которого содержит трехкальциевый алюминат C_3A не более 5%, трехкальциевый силикат C_3S не более 50% при содержании суммы $C_3A + C_4AF$ не более 22%. Он замедляет нарастание прочности в начальный период твердения, однако в длительные сроки нарастания прочности способность к устранению микродефектов, образующихся при многократном замораживании и оттаивании, повышена, что и подтвердили дальнейшие исследования.

В качестве заполнителей использовали гранитный щебень фракций 5—10 и 10—20 мм и местный среднезернистый кварцевый песок. Принятое $B/C < 0,4$ при расходе цемента 400—500 кг/м³ позволяло получать удобоукладываемые смеси с расходом воды не более 170 л/м³. Подвижность смесей 2—4 см оказалась оптимальной при укладке в тонкостенные и густоармированные конструкции с применением высокочастотных вибраторов. Получить удобоукладываемые смеси, не отделяющие воду и содержащие вовлеченный воздух, удалось введением в состав бетонной смеси комплексной добавки ССБ+СНВ. В момент окончания перемешивания смеси количество воздуха составляло 4—6%. Для исключения

осадка, образующегося при совместном растворении добавок в жесткой воде, в воду затворения вводили стабилизирующий компонент — альгинат натрия. При его отсутствии добавки вводили раздельно. Дозировку добавок устанавливали на основании экспериментов и уточняли в производственных условиях в зависимости от свойств бетонной смеси и содержания в ней воздуха.

Добавки подбирали на основании испытаний в бассейнах, осуществленных по ускоренной методике [2]. После 300 циклов наиболее эффективной оказалась комплексная добавка ССБ+СНВ. Продолжение экспериментов до 1500 циклов подтвердило правильность выбора.

Одновременно с образцами из бетона с добавкой ССБ+СНВ изготовили фрагмент конструкции — куб с ребром 1 м, с толщиной стенки 15 см. После 1500 циклов замораживания и оттаивания бетон открытых поверхностей фрагмента не изменился, на поверхности сохранились следы опалубки.

Для дальнейшей проверки морозостойкости бетонов принятых составов в лабораторных условиях изготовили образцы из материалов, предназначенных для бетонирования блока ПЭС. Состав бетона на 1 м³ следующий: цемент 480 кг, песок 650 кг, щебень фракции 5—10 мм — 450 кг, фракции 10—20 мм — 840 кг, вода — 180 л, $B/C = 0,38$; добавки — 0,15% ССБ или 0,15% ССБ + 0,02% СНВ. Испытания на морозостойкость по стандарту проводили с оттаиванием в морской воде. Все образцы с воздухововлекающими добавками выдержали более 500 циклов.

В период строительства систематически испытывали на прочность и морозостойкость контрольные образцы бетона в течение 10 лет в бассейнах, а затем в натурных условиях в приливной зоне на стенде рядом со зданием ПЭС.

Основной производственный состав бетона следующий: сульфатостойкий портландцемент марки М500 завода «Большевик» — 480 кг/м³; гранитный щебень — 1210 кг/м³ (фракции 5—10 мм — 35%; 10—20 мм — 65%); песок кварцевый с $M_{кр} = 2,3$ —630 кг/м³; вода — 180 л; 0,01% ССБ + (0,02—0,03)% СНВ. Содержание воздуха в бетонной смеси

60—80 л/м³; $B/C = 0,375$; ОК = 1...3 см; Ж = 15...30 с. Бетон в сооружении улаживали в течение 30 сут, а в холодную погоду укрывали брезентом и подогревали паром до 30—40°C.

В процессе эксплуатации ПЭС регулярно контролировали прочность бетона испытанием контрольных образцов и неразрушающими методами.

Полученные данные (рис. 4) свидетельствуют о том, что прочность бетона в сооружении за 15 лет увеличилась по сравнению с проектной маркой М400 почти вдвое, а в некоторых образцах и в конструкции превысила М800. Внешне состояние контрольных образцов, испытывавшихся на морозостойкость за этот период, практически не изменилось. Бетон вырубленных после пяти лет эксплуатации в зоне прилива кернов значительно превосходил проектные требования.

Подвижность смеси поддерживали 1—3 см, а вибрирование осуществляли высокочастотными шланговыми вибраторами. При этом контролировали продолжительность вибрирования на каждой позиции для исключения возможности расслоения смеси и водоотделения. Была введена индивидуальная ответственность бетонщиков за качество уплотнения отдельных элементов конструкций. Все незначительные дефекты поверхности тщательно расчищали и заделывали полимербетонным раствором на эпоксидной смоле. В результате блок при затоплении не имел течей.

Свойства бетона здания ПЭС после 5 лет эксплуатации (по испытаниям кернов)

Предел прочности при сжатии, МПа	70—86
Предел прочности при растяжении, МПа	4,9—5,7
Водопоглощение по массе, %	0,65—0,73
Воздухосодержание	2—2,75
Водонепроницаемость	В10—В14
Морозостойкость	> Мрз1000

Высокое качество бетона и бетонных работ, соответствие бетона заданным требованиям во всех элементах комплекса технических мероприятий определило надежную работу конструкций ПЭС в суровых климатических условиях. Ценный опыт, накопленный при строительстве Кислогубской ПЭС, следует использовать при проектировании сооружений, к бетону которых предъявляются повышенные требования по морозостойкости. Возможность получения бетона марки выше Мрз1000 и изготовления из него тонкостенных железобетонных конструкций подтверждена опытом 15-летней эксплуатации Кислогубской приливной электростанции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кислогубская приливная электростанция / Под ред. Л. Б. Бернштейна. М., Энергия, 1972.
2. Иванов Ф. М., Бакланов А. С. Опыт строительства морских гидротехнических сооружений из железобетона в суровых климатических условиях. М., Оргтрансстрой, 1967.
3. Гладков В. С., Иванов Ф. М. Оценка суровости климатических условий при назначении морозостойкости бетона. — В сб. трудов ЦНИИС, вып. 70. М., 1969.
4. Гладков В. С., Иванов Ф. М. Однородность бетона по морозостойкости. — В сб. трудов ЦНИИС, вып. 70. М., 1969.
5. Виноградова Э. А. Бетоны высокой морозостойкости. — Бетон и железобетон, 1967, № 10.

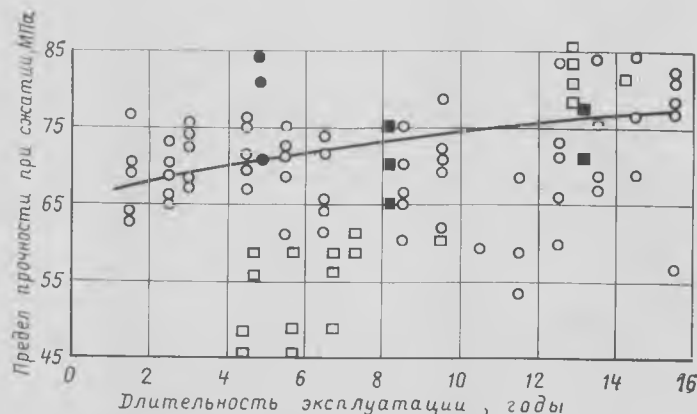


Рис. 4. Прочность бетона в здании Кислогубской ПЭС, определенная:
○ — прибором Шмидта; ■ — прибором ПИГБ-2 (под водой); □ — по контрольным образцам; ● — по кернам

Г. И. ГОРЧАКОВ, д-р техн. наук, проф.; Л. А. АЛИМОВ, В. В. ВОРОНИН, кандидаты техн. наук (МИСИ)

Влияние структуры бетона на его однородность и качество

Автоматизация технологических процессов наряду с сокращением трудовых и материальных затрат должна иметь целью повышение однородности бетонной смеси и бетона по составу, структуре и свойствам. Снижение коэффициента вариации прочности бетона приводит не только к существенному снижению расхода цемента, но и к повышению надежности железобетонных конструкций. Математические модели «состав — технология — структура — свойства», являющиеся основой программ для ЭВМ, должны составляться с учетом обеспечения однородности бетона.

Методы определения состава бетона, обоснованные в работе [1], использованы при составлении нормативных документов [2] и успешно применяются на практике. Применительно к автоматизированному регулированию производства бетонных изделий создана теория состава бетонной смеси, где из всей воды затворения выделено то ее количество, которое необходимо для смачивания сухой поверхности твердой фазы [3]. Количество воды затворения, удерживаемое в цементном тесте, по данным [4], может находиться в пределах 0,876—1,66 нормальной плотности цемента, т. е. практически колеблется от 0,2 до 0,4 массы цемента.

Если сочетать цементное тесто с заполнителем, то предельное напряжение сдвига бетонной смеси возрастает по мере увеличения объемной концентрации заполнителя и утонения прослоек

между его зернами, что повышает жесткость бетонной смеси с постоянным V/C . Это явление нельзя объяснить только отвлечением части воды затворения на образование адсорбционных слоев ($B_{адс}$) на поверхности зерен заполнителя, имеющего, по П. А. Ребиндеру, физико-химическую связь с твердой фазой, составляющей не более 1% массы заполнителя. Для получения же бетонных смесей с одинаковой реологической характеристикой (равноподвижных) надо добавлять к воде затворения цементного теста дополнительно 7—10% воды от массы песка и 2—4% от массы щебня. Следовательно, 6—9 и 1—3% воды (за вычетом воды, адсорбированной заполнителем) не удерживается цементным тестом и имеет с материалом физико-механическую связь ($B_{фм}$). Таким образом, часть воды затворения, учитывающая введение в цементное тесто заполнителя (условно названная «водопотребность заполнителя» — $B_{зап}$), описывается выражением $B_{зап} = B_{адс} + B_{фм}$. Водопотребность заполнителя зависит не только от его характеристик, но и от V/C бетона. Для ее определения предложен ряд методов [5].

Вся вода затворения участвует в формировании реологических свойств бетонной смеси и структуры бетона, однако влияние ее составных частей качественно различно. Так, $B_{фм}$ образует капиллярные поры бетона и вследствие явления внутренней седиментации усиливает неоднородность и дефектность

структуры бетона. Учитывая специфическое влияние $B_{зап}$ на реологические характеристики бетонной смеси и структуру бетона, ее предложено вводить в модели в качестве самостоятельной структурно-технологической характеристики, например в виде «коэффициента водопотребности заполнителя», определяемого по разработанной методике [5].

Поскольку $B_{зап}$ выделяется из общего количества воды затворения (B) и учитывается самостоятельно, скорректированная величина V/C вводится в модель в виде параметра $W = \frac{B - B_{зап}}{C}$,

названного истинным V/C цементного теста в бетонной смеси и меньшего, чем V/C затворения. Поэтому относительное содержание (объемная концентрация — C) цементного теста в бетонной смеси складывается из абсолютного объема цемента и воды, приходящейся на цемент. Определение параметров C и W основано на сравнении периодов формирования структуры бетона и цементного камня, приготовленных на одном и том же цементе [5].

С целью установления зависимости прочности бетона от C и W были проведены систематизированные исследования. При этом использовали цемент марки М400 с нормальной густотой 27%; песок кварцевый средней крупности, водопотребностью 8%, плотностью 2,63 кг/л; щебень гранитный с предельной крупностью 40 мм, плотностью 2,6 кг/л, объемной массой 1,48 кг/л, водопотребностью 3,5%. Величины водоцементного отношения цементного теста в бетонной смеси (W) были приняты: 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45. При каждом значении W объемная концентрация цементного теста в бетонной смеси изменялась в диапазоне 0,15—1 с интервалом 0,1. На графике (рис. 1) показана усредненная зависимость прочности бетона при сжатии от C/V затворения. Кроме того, представлена зависимость $R_6 = (C/V, C)$, изображенная в виде семейства кривых, соответствующих одинаковым значениям C (кривые 2—7).

Расхождение между экспериментальными данными и данными, полученными по усредненной зависимости $R_6 = (C/V)$, составляет 14—25%, а по зависимости $R_6 = (C/V, C)$ — 3—5%, что говорит о целесообразности учета наряду с C/V объемного содержания цементного камня в бетоне. Это особенно важно для специальных бетонов — высокопрочных, морозостойких, водонепроницаемых, которые характеризуются повышенными расходами цемента.

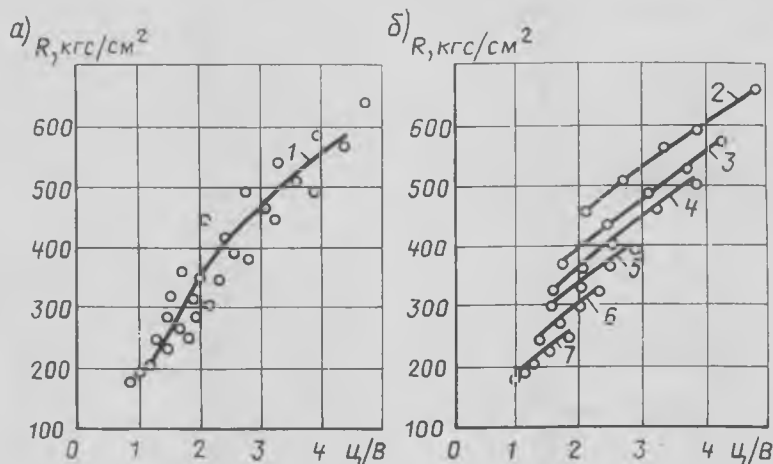


Рис. 1. Зависимость прочности бетона от C/V

а — $R_6 = f(C/V)$; б — $R_6 = f(C/V, C)$

1 — усредненная кривая; 2 — $C=0,26$; 3 — $C=0,22$; 4 — $C=0,2$; 5 — $C=0,19$; 6 — $C=0,17$; 7 — $C=0,16$

Для управления свойствами бетонной смеси и бетона, приготовленных на различных видах заполнителя, используют единые аргументные характеристики: объемная концентрация цементного теста в бетонной смеси, B/C цементного теста в бетонной смеси, водопотребность заполнителя и степень гидратации цемента, — что позволяет широко применять для этих целей ЭВМ.

Многофакторные уравнения, получающиеся в результате математического планирования эксперимента, включают наряду со структурными характеристиками также и характеристики свойств вяжущего и заполнителя. Они используются для прогнозирования свойств бетонной смеси и бетона, приготовленных на различных материалах, а также при оптимизации составов бетонной смеси специальных видов бетонов, к которым предъявляются одновременно требования по удобоукладываемости, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, трещиностойкости.

В статье [6] на основании проведенных автором опытов утверждается, что введение $(B/C)_{\text{ист}}$ и C не уточняет подбор состава бетона, но затрудняет понимание существа вопроса. Этот вывод вытекает из построения графика зависимости прочности от C/B по шести произвольно выбранным результатам из 12 опытов. Авторами настоящей статьи воспроизведены результаты всех 12 опытов [6] как в виде таблицы, так и рисунка с целью проведения полного анализа этих данных.

Данные, представленные в статье [6], подтверждают, что четкая зависимость прочности бетона от C/B наблюдается только при учете значений $(C/B)_{\text{ист}}$ и C : зависимость $R_0 = f[(C/B)_{\text{ист}}, C]$ представлена на графике (рис. 2) в виде трех кривых, объединенных по значению C : 0,16—0,19; 0,21—0,23; 0,26—0,27. В результате математической обработки этих данных были построены изолинии прочности бетона от независимых переменных C и $(C/B)_{\text{ист}}$ (рис. 3). Тем самым обосновывается необходимость учета совместного влияния этих двух аргументных величин на прочность бетона, так как они определяют его макро- и микроструктуру.

Из экспериментальных данных, полученных на бетонах составов 4, 7, 8, 9, 10 и 11, приготовленных одинаковым образом из одних и тех же материалов, видно, что при одном и том же B/C затворения для всех составов прочность оказалась различной [см. рис. 2; $R_0 = f(C/B)$]. Отклонения в прочности достигали 42 кгс/см². Это лишний раз подтверждает недостаточность использования B/C затворения как всеобъемляющего фактора качества бетона, даже приготовленного одинаковым образом из одних и тех же материалов.

Однако при использовании структурных характеристик C и W наблюдаются строгие закономерности. Так, при одинаковых структурных характеристиках C и W в составах 4, 8 и 11 ($W_4 = 0,293$ и $C_4 = 0,209$; $W_8 = 0,288$ и $C_8 = 0,204$; $W_{11} = 0,29$ и $C_{11} = 0,205$) бетоны имели практически одинаковую прочность: $R_4 = 370$, $R_8 = 374$, $R_{11} = 370$ кгс/см².

Таким образом, из приведенных данных [6] следует, что структурные характеристики C и W уточняют зависимость прочности от C/B .

№ состава	Расход материалов, кг/м ³				ОК, см (Ж)	B/C	C/B	R_0	$(B/C)_{\text{ист}}$	$(C/B)_{\text{ист}}$	$B_{\text{зап}} [(B/C)_{\text{ист}} C]$	$V_{\text{ц}}$	$C (B_{\text{зап}} + V_{\text{ц}})$	$V_{\text{ц}} (B_{\text{зап}} + V_{\text{ц}})$
	B	C	$П$	$Щ$										
1	188	538	438	1200	2,7	0,35	2,86	500	0,24	4,17	129	184	0,312*	372*
2	178	446	570	1220	2,6	0,4	2,5	477	0,253	3,96	113,3	154	0,276*	332*
3	173	384	610	1245	2,6	0,45	2,22	419	0,273	3,66	106	124	0,230	297
4	170	340	657	1245	2,2	0,5	2	370	0,292	3,42	99,5	110	0,209	280
5	170	283	710	1245	1,8	0,6	1,67	291	0,34	2,94	96,7	91,3	0,188	261
6	170	213	790	1227	1,5	0,8	1,25	183	0,43	2,32	92	69	0,161	239
7	152	304	674	1300	(60)	0,5	2	392	0,26	3,84	79,1	98	0,177	250
8	167	334	657	1255	2	0,5	2	374	0,288	3,47	96,2	108	0,204	275
9	180	360	650	1210	6	0,5	2	365	0,308	3,24	110,8	116	0,226	296
10	200	200	630	1157	16	0,5	2	350	0,33	3,03	133	129	0,262*	329*
11	168	336	657	1245	2	0,5	2	370	0,29	3,44	97,5	108	0,205	276
12	188	376	506	1320	2	0,5	2	340	0,26	3,84	96,8	121	0,217	309

* Исправлены ошибки, допущенные в таблице статьи [6].

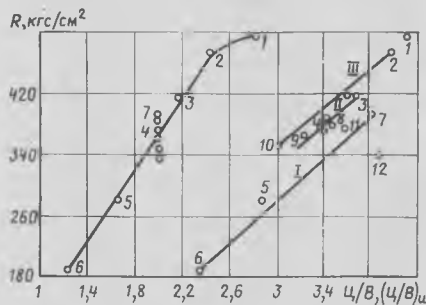


Рис. 2. Зависимость прочности бетона от C/B и $(C/B)_{\text{ист}}$. I — при $C = 0,16—0,18$; II — $C = 0,21—0,23$; III — $C = 0,26—0,27$; 1—12 — номера составов [6], приведенные в таблице

Данные опыта III (составы 11 и 12), полученные на бетонах с одинаковым B/C затворения, равным 0,5, и осадкой конуса 2 см, показывают, что бетоны на крупном песке с $W_{11} = 0,29$ и $C_{11} = 0,205$ имели большую прочность, чем бетоны на мелком песке с $W_{12} = 0,26$ и $C_{12} = 0,218$. Исходя из этого, автор [6] утверждает, что введение структурных характеристик не уточняет зависимость $R_0 = f(B/C)$. Однако здесь необходимо указать на некорректность опыта III. В составе 11 доля песка в смеси заполнителей составляла 0,345, в то время как в составе 12 — 0,246. Уменьшение количества песка на 151 кг и неправильное определение количества воды затворения с учетом водопотребности мелкого песка привело к получению бетона неоптимальной структуры.

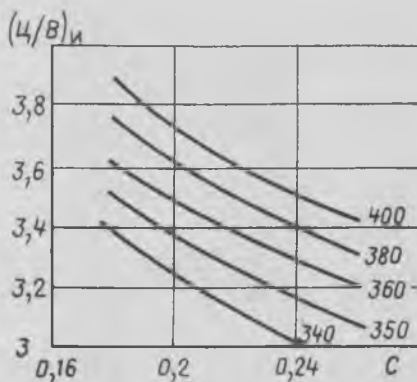


Рис. 3. Изолинии прочности в зависимости от C и $(C/B)_{\text{ист}}$

А при неоптимальных структурах те же бетоны имеют менее благоприятные показатели прочности.

Это связано с тем, что бетоны являются искусственными строительными конгломератами (ИСК), и в их отношении правомерен закон прочности оптимальных структур и закон створа, а также другие закономерности, если эти материалы рассматриваются в области оптимальных структур [7]. Поэтому данные, полученные на этом составе, выпадают из анализа как $R_0 = f(C/B)$, так и $R_0 = f[(C/B)_{\text{ист}}, C]$.

Экспериментальные данные, представленные в таблице и в виде графика, показали четкую зависимость $R_0 = f(V_{\text{ц.т.}})$ и $R_0 = f(C)$ и еще раз подтвердили необходимость учета объемного содержания (объемной концентрации) цементного теста в математических моделях прочности бетона.

Сужая сложную проблему развития теории бетона лишь до вопроса «подбора» его состава по заданной прочностной характеристике, в работе [6] сделан негативный вывод о возможности уточнения прогноза морозостойкости бетона с использованием структурных характеристик без приведения каких-либо данных по морозостойкости и вопросам прогноза.

Результаты экспериментальных исследований [5, 8] доказали, что раздельное введение в математические модели морозостойкости $B/C_{\text{ист}}$ и водопотребности заполнителя ($B_{\text{зап}}$) вместе с объемной концентрацией (C) связывает морозостойкость со структурной бетоном и является одним из возможных и перспективных путей создания научных основ прогнозирования стойкости бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрамтаев Б. Г., Шубенкин П. Ф., Баженов Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов. М., Стройиздат, 1966.
2. Руководство по подбору состава тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1979.
3. Столк Ю. Теория состава бетонной смеси. Л., Стройиздат, 1971.
4. Ахвердов И. Н. Высокопрочный бетон. М., Стройиздат, 1966.
5. Баженов Ю. М., Горчаков Г. И., Алимов Л. А., Воронин В. В. Получение бетона заданных свойств. М., Стройиздат, 1978.
6. Сизов В. П. О «структурных» характеристиках тяжелого бетона. — Бетон и железобетон. 1982. № 6.
7. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. М., Высшая школа, 1978.
8. Состав, структура и свойства цементных бетонов/Под ред. Г. И. Горчакова. М., Стройиздат, 1976.

А. Г. ГРАЙФЕР, канд. техн. наук (ВНИИЖелезобетон);
Л. П. ХЛЮПИН, инж. (Союзводоканалпроект);
Н. Н. ПЕРЕТРУХИН, инж. (Госстрой СССР);
В. С. ШИРОКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Стандарт на бетонные безнапорные трубы

Госстроем СССР утвержден новый государственный стандарт на бетонные безнапорные трубы, разработанный ВНИИЖелезобетоном, Союзводоканалпроектом, НИИЖБ и Гипростромашем. ГОСТ 20054—82 заменяет ГОСТ 20054—74 и вводится с 1 января 1983 г.

Стандарт распространяется на бетонные безнапорные раструбные и фальцевые трубы с круглым отверстием, изготавливаемые из тяжелого бетона и предназначенные для строительства в любых климатических условиях, а также при сейсмичности района строительства до 7 баллов включительно для подземных трубопроводов, по которым предусматривается транспортирование самотеком всех видов сточных вод. Трубы, предназначенные для эксплуатации в условиях воздействия агрессивной среды, должны удовлетворять дополнительным требованиям, установленным в проекте трубопровода согласно главе СНиП 28—73*.

Стандарт не распространяется на звенья бетонных водопропускных труб,

укладываемых под насыпи железных и автомобильных дорог.

Включенные в стандарт типы труб показаны на рис. 1. Их основные технические характеристики, а также контрольная линейная нагрузка по проверке прочности труб по несущей способности R_k приведены в таблице. Допускается изготавливать трубы всех типов большей полезной длины, чем указано в таблице. При этом полезная длина должна быть кратной 500 мм. До 1 января 1986 г. допускается изготавливать на действующем оборудовании трубы размерами, отличными от указанных в стандарте, при условии соблюдения всех остальных требований.

В стандарт включены новые трубы типа ТБС, соединяемые с помощью резинового уплотнительного кольца. Втулочный конец в них выполнен без упорного буртика, что более технологично при изготовлении с полной немедленной распалубкой. Плоская подошва в трубах типа ТБП облегчает устройство основания под них и улучшает их опирание.

D_y , мм	l , мм	h , мм	Типы труб					R_k , кН/м	
			ТБ	ТБС	ТБПС	ТБФ	ТБПФ	1-я группа	2-я группа
100	1000	20—25	X	—	—	—	—	15,7	—
150	1000	25—35	X	—	—	—	—	16,7	—
200	1500	30—40	X	—	—	—	—	18,6	—
300	1500	45—55	X	—	—	X	—	28,4	39,2
400	1500	55—75	X	X	—	X	—	34,3	47,1
500	2000	65—85	X	X	—	X	—	38,2	53,9
600	2000	75—95	X	X	X	X	—	42,2	60,8
800	2000	95—120	X	X	X	X	—	50,0	74,5
1000	2000	105—145	X	X	X	—	X	57,9	88,3

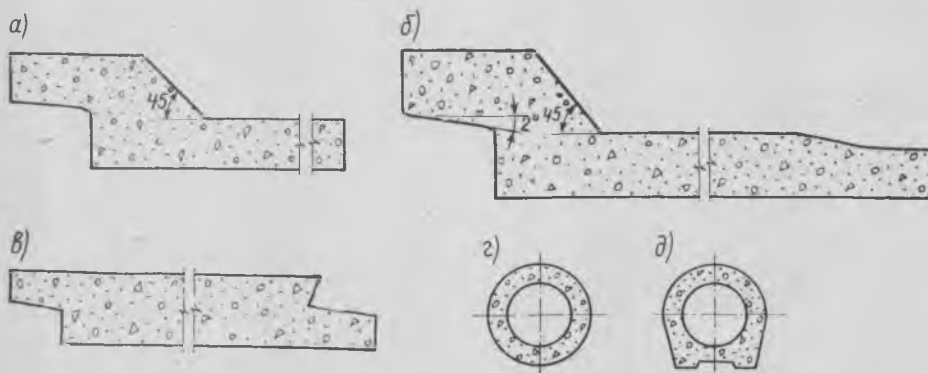


Рис. 1. Продольный разрез стенки трубы типа

а — ТБ — раструбные цилиндрические со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами; б — ТБС — раструбные цилиндрические со ступенчатой стыковой поверхностью втулочного конца трубы, стыковые соединения которых уплотняются резиновыми кольцами; в — ТБФ — фальцевые цилиндрические со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами; поперечные разрезы труб: г — ТБ, ТБС, ТБФ; д — ТБПС, ТБПФ

В зависимости от прочности трубы подразделяют на две группы — 1) нормальная и 2) повышенной прочности. Бетонные трубы рассчитаны по предельным состояниям 1-й группы по прочности. В предельном состоянии продольных сечений принято частичное перераспределение изгибающих моментов в кольце.

Для расчета принята формула

$$P_p = \frac{105 h^2 R_p}{r_{cp}}$$

где P_p — предельная расчетная приведенная внешняя нагрузка; R_p — расчетное сопротивление бетона растяжению; h — толщина стенки трубы; r_{cp} — средний радиус трубы.

Прочностные характеристики труб определены для глубины засыпки 2 и 4 м для следующих усредненных условий прокладки: временная нагрузка на поверхность земли по схеме НГ-60; грунты засыпки и основания супеси суглинки средние с объемной массой 1,8 г/см³; нормальное уплотнение грунтов засыпки; для труб диаметром 300 и 400 мм — грунтовое плоское основание, для труб диаметром 500 и 600 мм — грунтовое с углом охвата 75° и для труб диаметром 800—1000 мм — грунтовое с углом охвата 90°. При использовании труб с подошвой внешние нагрузки определяют как для круглых труб с опиранием на грунтовое спрофилированное основание с углом охвата 90°.

Необходимую толщину стенки трубы в зависимости от диаметра и применяемой для их изготовления марки бетона на растяжение можно определить по приведенной формуле и предельным разрушающим нагрузкам (рис. 2).

Стандартом предусмотрено изготовление труб одного диаметра с различной толщиной стенки в зависимости от проектной марки бетона по прочности на осевое растяжение в пределах Р20—Р40. Это позволяет использовать различную технологию для выпуска труб. Учитывается, что при изготовлении труб методом виброформования используют бетон марки Р20—Р25, методом радиального прессования — марки Р25—Р40 и методом осевого прессования — марки Р30—Р40.

В стандарте выделены технические параметры труб, изготавливаемых методом радиального прессования как основной технологией. Нормируемая отпуская прочность бетона должна быть не менее 90% проектной марки по прочности на осевое растяжение. Снижение отпусковой прочности со 100% по ГОСТ 20054—74 до 90% марочной обеспечивает достаточную прочность труб для их складирования и транспортирования и позволяет уменьшить складские площади на заводах и расход цемента. Прочность бетона на осевое растяжение следует определять по ГОСТ 10180—78 на серии образцов кубов, изготовленных из бетонной смеси рабочего состава.

Бетон должен иметь марки по водонепроницаемости В4 и по морозостойкости — установленную проектом трубопровода. Испытания бетона труб следует производить не реже одного раза в 3 мес на водонепроницаемость и одного раза в 6 мес — на морозостойкость. Водонепроницаемость бетона

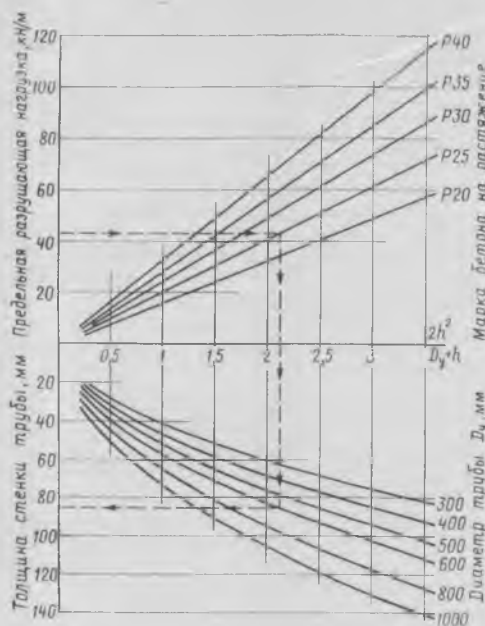


Рис. 2. Зависимость толщины стенки трубы от ее диаметра, предельной разрушающей нагрузки и марки бетона на растяжение

следует определять по ГОСТ 12730.0—78 и ГОСТ 12730.5—78 или по ГОСТ 19426—74 (по коэффициенту фильтрации K_f) на образцах, изготовленных из бетонной смеси рабочего состава. Зна-

чения K_f , соответствующие маркам бетона по водонепроницаемости, принимают по главе СНиП II-21-75. Морозостойкость бетона следует определять по ГОСТ 10060—76 на тех же образцах.

В стандарте приведены требования по отклонениям фактических размеров труб от номинальных, прямолинейности трубы и перпендикулярности торцовых и боковых поверхностей трубы в зависимости от ее длины и диаметра. Приведены также требования к качеству поверхности и внешнему виду труб в зависимости от назначения по ГОСТ 13015—75.

Трубы должны выдерживать внутреннее испытательное гидростатическое давление, равное 0,05 МПа, и контрольную нагрузку, указанную в таблице. Испытания на водонепроницаемость и на прочность следует производить не реже одного раза в две недели выборочно по две трубы от 1000 шт. диаметром 100—200 мм; 500 шт. диаметром 300—500 мм; 200 шт. диаметром 800 и 1000 мм. Методика испытания аналогична требованиям ГОСТ 20054—74.

Если трубы 2-й группы по несущей способности по результатам испытаний на прочность не удовлетворяют требованиям стандарта, то они подвергаются испытанию по показателям 1-й группы по несущей способности. Трубы, не выдержавшие испытаний на прочность для изделий 1-й группы, используются в соответствии с ГОСТ 8829—77.

Число рядов труб в штабеле по вы-

соте должно быть не более 7 для труб диаметром 100—250 мм, 5—диаметром 300—400 мм, 4—диаметром 500—600 мм и 3—диаметром 800—1000 мм.

Трубы высшей категории качества могут быть всех типов при диаметре менее 400 мм и только типов ТБС и ТБПС — при диаметре 400 мм и более. Разработаны следующие требования к трубам высшей категории качества: коэффициент вариации прочности бетона в партии не более 8%; отклонения фактических размеров труб от номинальных не должны превышать по длине ± 5 мм; по толщине стенки при $D_y = 100—300$ мм — ± 2 мм, при $D_y = 400—1000$ мм — ± 3 мм; раковины глубиной более 2 и диаметром более 3 мм на стыковых поверхностях, а также околы бетона на ребрах торцов труб не допускаются; местные поверхностные усадочные трещины шириной раскрытия до 0,05 мм; число труб, испытываемых на водонепроницаемость, увеличивается в 2 раза; трубы, переведенные по результатам испытаний из одной группы в другую, аттестации по высшей категории качества не подлежат.

Внедрение стандарта позволит расширить область применения бетонных труб, внедрить их новые прогрессивные конструкции, повысить их качество, снизить трудоемкость возведения трубопроводов. Народнохозяйственный годовой экономический эффект от внедрения стандарта составит 10,5 р. на 1 м³ труб.

Нам пишут

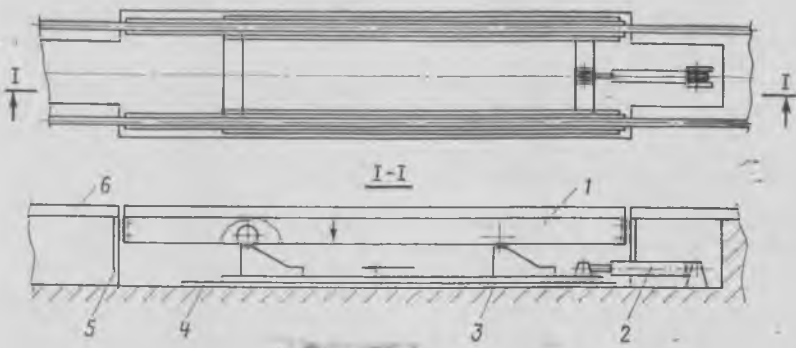
УДК 69.022.326.02:658.527:621.863

Клиновые подъемные рельсы

На заводе КПД Сыктывкарского ДСК на конвейерной линии по производству наружных стеновых панелей эксплуатировались подъемные рельсы СМЖ-255 для опускания форм-вагонеток на виброплощадку и обратного подъема. При эксплуатации выявились

недостатки, которые не удалось ликвидировать: оборудование выходило из строя, форму-вагонетку приходилось устанавливать на виброплощадку с помощью мостового крана.

На заводе разработана и уже эксплуатируется новая конструкция подъ-



Клиновые подъемные рельсы

1 — подъемная балка; 2 — гидроцилиндр; 3 — нижняя подвижная рама; 4 — направляющая рамы; 5 — направляющая балки; 6 — рельс конвейера

емных рельсов (см. рисунок), менее сложная и более надежная в эксплуатации. Она состоит из нижней подвижной рамы с четырьмя клиньями, установленной на направляющие рамы и двигающейся при помощи гидроцилиндра; двух подъемных балок, установленных колесами на клинья, перемещающимися вертикально по направляющему балок. При движении нижней подвижной рамы (по направлению стрелки на рисунке) колеса вместе с подъемной балкой скатываются по клиньям, т.е. подъемные балки опускаются. При обратном движении балки поднимаются.

При этом обеспечивается хорошая синхронизация подъема-опускания балок, гидроцилиндр можно располагать в любом месте.

Грузоподъемность эксплуатируемой конструкции составляет 20 т, высота подъема-опускания 350 мм, габаритные размеры для конвейера с колеей 3340 мм — 8100×3500×1100 мм. Клиновые подъемные рельсы эксплуатируются в комплексе с модернизированной виброплощадкой ВПГ-25.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 167018, Коми АССР, г. Сыктывкар, ул. Калинина, 4а.

В. И. СЕРГЕЕВ, В. И. АИБАНИН, инженеры (завод КПД Сыктывкарского ДСК объединения Комитязстрой)

К 60-летию Б. Я. Рискинда

Исполнилось 60 лет со дня рождения и 40 лет инженерной, научной и организаторской деятельности кандидата технических наук Бориса Яковлевича Рискинда.

Трудовая биография Б. Я. Рискинда началась в годы Великой Отечественной войны на Урале, а в 1948 г. после окончания строительного факультета Магнитогорского горно-металлургического института он был направлен на восстановление завода «Запорожсталь». В 1952—1954 гг. он занимался проектированием объектов горной металлургии.

Дальнейшая деятельность Б. Я. Рискинда связана с развитием и совершенствованием технологии изготовления сборных железобетонных обычных и особенно преднапряженных конструкций. Известны его научные исследования в области высокопрочной арматуры. В разное время Б. Я. Рискинд руководил лабораториями по испытанию железобетонных конструкций, технологии электротермического натяжения арматуры, получения новых ее видов.

Уже свыше 20 лет электротермический способ натяжения арматуры остается основным при изготовлении массовых преднапряженных конструкций. Этим способом производят 75% всего преднапряженного железобетона. Такие конструкции и изделия менее трудоемки, чем обычные ненапряженные, а полученная экономия металла за период с начала их внедрения исчисляется сотнями тысяч тонн. Как известно, участники разработки и внедрения этой технологии, и в их числе Б. Я. Рискинд, в 1962 г. были удостоены Ленинской премии.

Под его руководством в институтах УралНИИСтромПроект и Челябинский ПромСтройНИИПроект (при участии ЦНИИЧермета им. Бардина) были проведены исследования и впервые в нашей стране получена и применена арматура классов Ат-V — Ат-VII и выше. Установки для электротермического упрочнения арматуры в 1962—1967 гг. были внедрены на многих заводах ЖБИ, а на ряде заводов успешно используются до настоящего времени.

Позднее он занимался также вопросами расширения рациональной области применения высокопрочной стержневой арматуры.

В 1974—1977 гг. Б. Я. Рискинд занимал пост заместителя директора по научной части Челябинского ПромСтройНИИПроекта МинтяжСтроя СССР. Затем был направлен в центральный аппарат этого министерства, а с 1978 г. стал первым заместителем начальника Главного технического управления МинтяжСтроя СССР. С 1979 г. Б. Я. Рискинд возглавил Главное управление промышленности сборного железобетона Министерства промышленности строительных материалов СССР.

Б. Я. Рискинд — автор более 100 научных статей и 30 изобретений. Он является членом Национального комитета СССР в Федерации по преднапряженному железобетону, участником ряда международных конгрессов и симпозиумов ФИП, членом научно-координационного Совета по бетону и железобетону Госстроя СССР, членом редколлегии журнала «Бетон и железобетон», сборника «Промышленность сборного железобетона». Его труд отмечен орденом «Знак Почета», четырьмя медалями, он награжден медалями ВДНХ СССР.

Отмечая 60-летие Б. Я. Рискинда, редколлегия и редакция журнала желают ему здоровья и дальнейших творческих успехов.

Библиография

УДК 69:725.826(024)

Строительство — Олимпиаде-80

Ю. А. Дыховичный. Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве. М., Стройиздат, 1982

Богатейший опыт проектирования и строительства уникальных большепролетных олимпийских сооружений в Москве требует тщательного и многостороннего исследования и прежде всего с целью отбора и дальнейшего использования оригинальных, эффективных конструктивных решений, рациональных конструктивных форм, приемов компоновки, методов расчета, прогрессивной технологии монтажа, выработанной в процессе большой творческой работы, в которой приняли участие специалисты ведущих проектных, научно-исследовательских, строительно-монтажных организаций.

В рецензируемой книге обобщен опыт проектирования и возведения крупнейших уникальных большепролетных олимпийских сооружений в Москве, прослежен поиск рациональных конструктивных решений этих сооружений, подход к решению задачи с позиций современной инженерной школы, рассмотрены конструктивные решения сооружений, выбор конструктивных схем и матери-

алов конструкций, методы расчета и расчетные схемы, представлены результаты испытаний, позволяющие оценить особенности фактической работы конструкций и проверить принятые расчетные предпосылки.

В книге подробно рассмотрены особенности изготовления и монтажа конструкций, а также архитектурно-планировочных решений. На страницах книги показана большая творческая работа проектировщиков, конструкторов, ученых, технологов и строителей, совместные усилия которых явились основой успешного завершения уникальных инженерных сооружений.

Эта книга — первая попытка обобщения и анализа опыта проектирования и строительства большепролетных сооружений Олимпиады-80 в Москве. В ней дана оценка качеств и недостатков осуществленных решений, показаны возможности железобетонных и стальных конструкций в перекрытии больших пролетов, превышающих на отдельных объектах 200 м, определены лучшие и

перспективные конструкции, даны рекомендации по их использованию, рассмотрены тенденции их дальнейшего развития.

По замыслу книга, написанная на основе конкретного опыта, должна явиться инженерным пособием при проектировании большепролетных сооружений, в поисках рациональных конструктивных форм, решении отдельных конструкций и выборе методов расчета.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, работающих в области гражданского и промышленного строительства, студентов, аспирантов и преподавателей строительных и архитектурных вузов.

Поскольку в книге изложена в основном авторская позиция по рассматриваемым проблемам, то отдельные вопросы в ней дискуссионны.

Хочется рекомендовать автору в дальнейшей работе развивать и углубить исследования большепролетных конструкций, обобщить опыт применения этих конструкций в других областях гражданского и промышленного строительства.

Рассматриваемая монография, несомненно, будет способствовать дальнейшему развитию большепролетных конструкций, внедрению в практику отечественного строительства наиболее рациональных, эффективных пространственных конструкций.

Г. Н. КАМИНСКИЙ, инж., нач.
Главмоспромстроя,
лауреат Ленинской премии

УДК 666.982.02

Иифонтов В. С., Бузинов В. М., Павлов В. Ф. **Новые технологические линии и оборудование для производства сборного железобетона.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 7—9
Приведено описание новых технологических линий по производству изделий для жилищного и промышленного строительства, а также для специализированного строительства (трубы, железобетонные стойки для виноградников и др.), разработанных Гипростроммашем. Для некоторых линий даны годовые экономические эффекты при их внедрении. Ил. 2.

УДК 666.982:69.001.7

Рискинд Б. Я., Соколов В. А., Довжик В. Г. **Улучшение заводской отделки конструкций и изделий.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 12—14
Изложены основные положения повышения заводской готовности получения поверхностей под окраску и фасадной отделки панелей. Приведен опыт заводов, использующих прогрессивные технологические решения и оборудование, а также дан опыт использования смазок для форм и замедлителей твердения для облагораживания декоративного заполнителя бетонов. Ил. 3.

УДК 666.982.02:658.527

Волконский Ю. В., Гирская Е. А. **Механизированные конвейерные линии для выпуска железобетонных изделий промстроительства.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 15—17
Описаны механизированные технологические линии для изготовления наружных стеновых панелей длиной до 6 м и ребристых панелей перекрытий длиной до 6 м, которые предлагается смонтировать в 1983 г. на заводах ЖБИ для промстроительства в гг. Улан-Удэ и Иваново. В составе линии применено вновь разработанное оборудование для открывания и закрывания бортов форм, смазки форм во время перемещения их. Приведены технико-экономические показатели конвейерных линий. Табл. 1, ил. 3.

УДК 621.774:691.328

Конструкция и технология изготовления преднапряженных напорных труб диаметром 2,7 м/А. К. Минибаев, А. Г. Шевеленко, В. И. Сливков и др. — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 19—21
Приведены результаты исследований по разработке конструкции и технологии напорных железобетонных труб диаметром 2,7 м со стальным цилиндром в стенке. Ил. 4.

УДК 693.547.2

Астахов А. Я., Сапов В. Т., Фарбер В. А. **Аэрогидродинамический способ вакуумирования бетонных смесей.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 22—23
Рассматривается способ вакуумирования бетонных смесей с использованием эжекционных устройств, работающих при протекании через них сжатого воздуха или другого газообразного тела. Приводится описание установки для вакуумирования, указываются конструктивные и технологические отличия ее от известных агрегатов. Указаны основные факторы повышающие производительность установки, экономическая эффективность при производстве бетонных работ. Ил. 3, список лит.: 2 назв.

УДК 624.024.029.9

Кузин В. Н., Архипкин А. А., Лавринев П. Г. **Изготовление решеток перекрытия канализационных каналов животноводческих ферм.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 24—25
Описан опыт изготовления решеток перекрытия канализационных каналов животноводческих ферм с применением технологии роликового формирования. Даны составы мелкозернистого бетона и физико-механические свойства получаемого бетона, результаты испытаний конструкций. Ил. 2, табл. 1.

УДК 691.328:666.981:678.019.3

Зайцев Ю. В., Дараган К. А., Турукалов Б. Ф. **Механика разрушения армоцемента.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 25—27
Представлена математическая модель образования и развития трещины в армоцементе при центральном растяжении на основе методов механики разрушения. Приведены конкретные примеры расчета ширины раскрытия трещины при разных процентах армирования, дано их сравнение с нормативными данными. Ил. 3, список лит.: 3 назв.

УДК 624.073.7

Крамарь В. Г., Арзуманян К. М., Кожухов П. И. **Исследование круглопустотных панелей перекрытия, заземленных по концам в стену.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 27—28
Приведены результаты испытания круглопустотных преднапряженных панелей перекрытия, заземленных по концам в кирпичные и блочные стены. Установлен коэффициент степени заземления панелей в стенах при различной глубине опирания на стены и напряжения обжатия торцов этих изделий. Даны рекомендации по армированию верхней зоны опорных участков панелей. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 4 назв.

УДК 624.07

Градюк И. И., Стасюк М. И. **Раскрытие и закрытие трещин в изгибаемых элементах со смешанным армированием.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 29—30
Приведены результаты экспериментального исследования влияния ненапрягаемой арматуры на раскрытие и закрытие нормальных трещин при однократном и повторном приложении нагрузки. Ил. 3, табл. 2, список лит.: 4 назв.

УДК 624.024.15:539.3/4

Санников И. В. **Прочность и деформативность монолитных неразрезных плит с листовой гофрированной арматурой.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 32—34
Дана методика определения разрушающих усилий и кривизн с учетом собственной жесткости гофрированного профиля и усилий, действующих в нем и элементах его анкеровки. Предложены параметры расчетных формул, полученные в численных экспериментах. Ил. 3, список лит.: 2 назв.

УДК 69.022.4:620.191.33

Почтовик Г. Я., Чернопыжский М. В. **Исследование трещинообразования конструкций методом акустической эмиссии.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 34
Рассмотрены результаты применения метода акустической эмиссии в заводских условиях, показана зависимость ее активности от силовых воздействий, сделана попытка по активности и энергетическому уровню импульсов разделить силовое и температурно-усадочное трещинообразование.

УДК 693.55:658.803

Рогатин Ю. А., Лаженицына С. А. **Изменение оптовых цен на арматуру.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 37—38
Оценивается влияние повышения оптовых цен арматурных сталей по видам и классам арматуры, а также влияние на эффективность железобетона. Приводится сравнение удорожания массовых конструкций из сборного железобетона и прокатной стали. Ил. 1, табл. 2.

УДК 691.327:539.4

Неделя Н. Н. **Влияние влажности бетона на его прочность.** — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 38—39
Экспериментальное уменьшение прочности с 20 до 50% зрелого бетона, раствора и цементного камня с ростом влажности рассматривается как следствие снижения прочности межкристаллических связей О — Са — О (связей в местах срастания кристаллов гидросиликатов кальция) с ростом числа молекул воды, координированных межкристаллическими катионами кальция (Ca^{2+}). Ил. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 691.327:666.972.53

Морозостойкий бетон для морских сооружений/Ф. М. Иванов, Э. А. Виноградова, В. С. Гладков, И. Н. Усачев. — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 40—41
Описан опыт получения бетона высокой морозостойкости с маркой Мрз1000 при сооружении Кислогубской приливной электростанции. Проанализированы условия работы бетона в сооружениях, расположенных в приливной зоне. Приведены характеристики бетона после 15 лет эксплуатации. Ил. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 628.143.1/5:666.97(083.74)

Стандарт на бетонные безнапорные трубы/А. Г. Грайфер, Л. П. Хлюпин, Н. Н. Перетрухин, В. С. Широков. — Бетон и железобетон, 1983, № 3, с. 44—45
Изложены новые положения, введенные в ГОСТ 20054—82, и технические требования к бетонным безнапорным трубам. Ил. 2, табл. 1.

CONTENTS

CONTENU

INHALT

Demyanyuk P. A. Toincrease prefabrication level for building structures and products
Niphontov V. S., Buzinov V. M., Pavlov V. F. New operation lines and equipment for precast reinforced concrete production
Podlesnykh V. S. Development experience of prefabrication level for structures
Riskind B. Ya., Sokolov V. A., Dovzhik V. G. Improvment of plant finishing for structures and products
Volkonsky Yu., Girskaia E. A. Mechanized conveyer lines for turning out reinforced concrete products for industrial construction
Smytskoy P. P. Experience in labour consumption decrease on building sites
Manibaev A. K., Shevelenko A. G., Sliskov V. I., Grebaus O. F., Tsionsky A. L., Khipunov V. A., Andrianov V. N. Construction and production technology of prestressed pressure pipes 2.7 m. in diameter
Astakhov A. Ya., Sapov V. T., Farber V. A. AeroHydrodynamic method of concrete mixes evacuation
Kuzin V. N., Arkhipkin A. A., Lavrinev P. G. Manufacturing of floor lacings for canalization canals of live-stock farms
Zaitsev Yu. V., Daragan K. A., Turukalov B. F. Failure mechanics of ferro-cement
Kramar' V. G., Arzumanyan K. M., Kozhukhov P. I. Tests of round-hollow floor panels fastened along four edges in a wall
Dradyuk I. I., Stasyuk M. I. Opening and closing of cracks in flexural members with mixed reinforcing
Kim K. N., Tretjakov O. E. Especially heavy concrete on stressing cement
Sannikov I. V. Strength and deformability of monolithic continuous slabs with sheet corrugated reinforcement
Pochtovik G. Ya., Chernopyzhskiy M. V. Investigation of crack formation in structures by the method of acoustic emission
Nedelya N. N. Influence of concrete moisture on its strength
Ivanov F. M., Vinogradova E. A., Gladkov V. S., Usachev I. N. Frostresistant concrete for sea structures
Gorchakov G. I., Alimov L. A., Voronin V. V. Influence of concrete structure on its homogeneity and quality

Demjanuk P. A. Eléver le niveau de préfabrication des structures et des produits de la construction
Niphontov V. S., Bouzinov V. M., Pavlov V. Ph. Les nouvelles lignes technologiques et l'équipement pour la production du béton préfabrique
Podlesnykh V. S. L'expérience de l'élévation de prefabrication des structures
Riskind B. Ja., Sokolov V. A., Dovzhik V. G. L'amélioration de finissage à l'usine des structures et des produits
Volkonsky Yu. V., Ghirskaia E. A. Les chaînes mécanisées pour la fabrication des produits en béton armé pour la construction industrielle
Smytsky P. P. L'expérience de l'abaissement des dépenses de travail aux chantiers
Minibaev A. K., Chevelenko A. G., Sliskov V. I., Grebaous O. Ph., Tsionsky A. L., Khripounov V. A., Andrianov V. N. La stucture et la technologie de la production des conduites forcées précontraintes avec le diamètre égal à 2,7 m
Astakhov A. Ja., Sapov V. T., Pharber V. A. Le moyen aérodynamique de traitement par le vide des bétons frais
Kouzine V. N., Arkhipkine A. A., Lavrinev P. G. La production des treillis de recouvrement des canaux de canalisation des fermes d'élevage
Zaitsev Yu. V., Daragan K. A., Touroukalov B. Ph. La mécanique de destruction du ciment armé
Kramr' V. G., Arzoumanjan K. M., Kozhoukhov P. I. L'étude de panneaux de recouvrement avec des vides ronds encastrés dans le mur aux extrémités
Graduk I. I., Stassuk M. I. L'ouverture et la fermeture des fissures dans les éléments sollicités en flexion et avec des armatures mixtes
Kim K. N., Tretjakov O. E. Le béton particulièrement lourd sur le ciment contraint
Sannikov I. V. La résistance et la déformabilité des dalles continues avec des armatures gaufrées en feuilles
Pochtovik G. Ja., Tchernopyzhskiy M. V. Les études de la formation des fissures dans les structures par la méthode de l'émission acoustique
Ivanov Ph. M., Vinogradova E. A., Gladkov V. S., Oussatchev I. N. Le béton résistant au gel utilisé pour les nisse.
Gortchakov G. I., Alimov L. A., Voronine V. V. L'influence de la structure du béton sur son homogénéité et sa qualité

Demjanjuk P. A. Verbesserung des Standes des industriellen Fertigungsgrades für Baukonstruktionen und Erzeugnisse
Nifontov W. S., Businow W. M., Pawlow W. F. Neue technologische Linien und Ausrüstung für Produktion des vorgefertigten Stahlbetons
Podlesnykh W. S. Verbesserungserfahrung des Standes des industriellen Fertigungsgrades von Konstruktionen
Riskind B. Ja., Sokolow W. A., Dowshick W. G. Verbesserung der industriellen Endbearbeitung von Konstruktionen und Erzeugnissen
Wolkonski Ju. W., Girskaia Je. A. Mechanisierte Fließfertigungsanlagen für Produktion von Stahlbetonbauelementen im Industriebau
Smyzkoy P. P. Senkungserfahrung des Arbeitsaufwandes an Baustellen
Minibajew A. K., Schewelenko A. G., Sliskow W. I., Grebaus O. F., Zionski A. L., Chripunow W. A., Andrianow W. N. Konstruktion und Fertigungstechnologie von vorgespannten Druckrohren mit dem Durchmesser von 2,7 m
Astachow A. Ja., Sapow W. T., Farber W. A. Aerodynamisches Verfahren der Vakuumbehandlung von Betonmischungen
Kusin W. N., Archipkin A. A., Lawrinow P. G. Fertigung von Gitter für Abriegelung der Kanalisationskanäle auf Viehzuchtfarmen
Sajzew Ju. W., Daragan K. A., Turukalov B. F. Mechanik des Bruches des Armozementes
Kramarj B. G., Arsumanjan K. M., Koshuchow P. I. Untersuchung der mit runden Hohlräumen an Enden in die Wand eingespannten Deckenplatten
Gradjuk I. I., Stasjuk H. I. Öffnen und Schliessen der Risse in auf Biegung beanspruchten Bauelementen mit gemischtem Bewehren
Kim K. N., Tretjakow O. Je. Besonders Schwerbeton unter Anwendung von Expansivzement
Sannikow I. W. Festigkeit und Verformbarkeit von monolithischen durchlaufenden Platten mit Blechwellbewehrung
Potschtowick G. Ja., Tschernopyzhski M. V. Untersuchung der Rissbildung von Konstruktionen unter Anwendung von Methode der akustischen Emission
Nedelja N. N. Einfluss der Betonfestigkeit auf seine Festigkeit
Iwanow F. M., Winogradowa E. A., Gladkow W. S., Ussatschjow I. N. Frostbeständiger Beton für Seebauwerke
Gortschakow G. I., Alimow L. A., Woronin W. W. Einfluss der Betonstruktur auf seine Gleichartigkeit und Qualität.

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

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Федина А. В.

Сдано в набор 13.01.83.
 Формат 60x90 1/8
 Тираж 14540 экз.

Печать высокая

Подписано в печать 14.02.83.
 Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,75

Т-03159
 Уч.-изд. л. 8,56
 Заказ 2

Адрес редакции:
 101442, ГСП, Москва, К-6, Калаяевская, 23а
 Тел. 258-18-54, 258-24-76

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

Совещания по железобетонным конструкциям зданий большой этажности

В соответствии с планом проведения координационных совещаний в одиннадцатой пятилетке Постоянная комиссия по железобетонным конструкциям зданий большой этажности научно-координационного совета Госстроя СССР провела в 1982 г. два совещания.

Пятое координационное совещание «Проектирование и строительство высоких зданий с каркасными несущими системами» состоялось 13—15 мая в Калуге. В нем участвовали 81 специалист из 13 городов страны, которые представляли 30 научно-исследовательских, проектных и учебных институтов. Было заслушано 27 докладов и несколько сообщений.

Участники совещания констатировали, что каркасно-панельные конструктивные системы широко применяются в полносборном строительстве многоэтажных гражданских и производственных зданий.

На период одиннадцатой и двенадцатой пятилеток приняты рекомендации по дальнейшему совершенствованию железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий.

Необходимо использовать высокопрочные бетоны и стали для повышения несущей способности элементов каркаса; для перекрытий и покрытий применять плиты, изготавливаемые методом безопалубочного формования на длинных стендах; исследовать и внедрять контактные стыки колонн; совершенствовать конструкции зданий комбинированной системы с первыми этажами, предназначенными для размещения предприятий торговли и бытового обслуживания; создавать новые, оптимальные по технико-экономическим показателям конструктивные элементы, в том числе пространственно работающие перекрытия; исследовать и проектировать несущие системы каркасных зданий со сборными монолитными ядрами жесткости; совершенствовать конструкции каркасов многоэтажных производственных зданий, в том числе с увеличенными сетками колонн и высотой этажа.

Для совершенствования методов расчета несущих систем каркасных зданий и их элементов намечено развить методы расчета с учетом специфики железобетона (трещины, нелинейные диаграммы $\sigma-\epsilon$, деформированная схема); автоматизированные методы расчета с использованием расчетных моделей, наиболее близких к реальной конструктивной системе и вместе с тем удобных для расчета.

Участники совещания признали целесообразным провести комплексные экспериментально-теоретические исследования сложных элементов несущих каркасных зданий: диафрагм и ядер жесткости, сборных дисков, перекрытий, нижних каркасных этажей (столов) комбинированных зданий и других, направленных на разработку и внедрение в практику проектирования уточненных расчетных моделей, методов расчета и конструирования.

ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов совместно с НИИЖБ, НИИСК и другими институтами рекомендуется проанализировать имеющиеся конструкции закладных деталей (в частности, для «скрытых» консолей колонн) и подготовить предложения по выбору наиболее рациональных решений для применения в строительстве.

По технологии и организации работ намечено разработать и внедрить прогрессивное монтажное оборудование и методы производства работ, обеспечивающие повышенную точность монтажа элементов многоэтажных каркасов.

Заинтересованным организациям рекомендовано включить перечисленные мероприятия в их планы типового и экспериментального проектирования, важнейших научно-исследовательских работ и внедрения новой техники, а также учесть их при корректировке действующих или разработке новых целевых программ по строительству.

На совещании были намечены отдельные крупные проблемы высотного железобетонного строительства: исследование, конструирование и расчет дисков перекрытий высоких зданий различных конструктивных систем: рациональные конструктивные решения и методы расчета зданий комбинированной системы (на столах, ножках и т. п.); целесообразные конструкции тяжело нагруженных колонн, их стыков и узлов сопряжения с ригелями; эффективные конструкции и методы расчета несущих стен панельных зданий, способов их сопряжения между собой, опирания перекрытий на эти стены и т. д.

13—16 октября 1982 г. в Харькове проведено шестое координационное совещание «Совершенствование расчета высоких зданий как единых пространственных систем с учетом специфики железобетона». В нем приняли участие 54 специалиста из 9 городов страны, которые представляли 27 различных организаций; было заслушано 14 докладов.

Отмечено, что для расчета высоких зданий созданы и применяются различные методы, рассматривающие несущую систему здания в целом с учетом пространственного взаимодействия всех несущих конструкций (стен, ядер жесткости, каркаса, дисков перекрытий и др.). Предложены методы расчета, учитывающие стадийность возведения здания, развитие деформаций ползучести и усадки, образование трещин, раскрытие стыков и другие специфические особенности бетонных и железобетонных конструкций высоких зданий. Использование пространственных расчетных схем, учет действительного напряженно-деформированного состояния несущей системы высокого здания позволяют без ущерба для эксплуатационной надежности снизить материалоемкость конструкций и затраты труда на их изготовление и возведение.

На основе предложенных методов расчета составлены программы для расчета на ЭВМ.

На совещании были определены первоочередные задачи дальнейших исследований. Необходимо продолжить разработку практических методов, позволяющих рассчитывать высокие здания с учетом физической и геометрической нелинейности и отклонений от расчетных схем, возникающих при монтаже; развить и усовершенствовать методы расчета системы «здание — фундаменты — основание» с учетом нелинейных деформаций грунта и несущей системы здания; продолжить создание пакетов программ для ЭВМ с полной автоматизацией проектных работ, включая выбор расчетной модели, расчет несущей системы, проверку прочности и деформативности элементов и их конструирование с учетом оптимизации параметров. Рекомендуется расширить: исследования напряженно-деформированного состояния плоскостных элементов здания в предельном состоянии, в том числе при одновременном действии усилий в плоскости, изгибе и кручении элементов, и разработать практические методы их расчета; исследования, в том числе на натурных зданиях и крупномасштабных моделях, особенностей действительной пространственной работы зданий с учетом реальных свойств материалов, методов возведения и изменчивости нагрузок. Предлагается разработать методы расчета полносборных зданий с напряженным армированием в несущих системах.

Седьмое координационное совещание «Предельные состояния несущих систем высоких зданий и их элементов» намечено провести в июне 1983 г. в Таллине.

М. И. ДОДОНОВ, канд. техн. наук,
ученый секретарь комиссии [МИСИ]

№ 962539. В. Ф. Охрий - Кузурман и Г. З. Мумладзе. СУ Черноморск-железобетонстрой комбината Укрпром-спецстрой и Одесский филиал ПТИ Укр-оргтехстроя. Подвижная опалубка.
 № 962541. В. И. Удовиков, Г. В. Желудков и С. М. Новак. Трест Киеворгстрой. Подвижная опалубка.
 № 962545. Р. Л. Маилян и В. Л. Мединский. Ростовский инженерно-строительный ин-т. Способ изготовления железобетонных элементов, работающих на сжатие.
 № 962548. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Способ возведения многоэтажного здания с ядром жесткости методом подъема перекрытия.
 № 962549. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Способ возведения многоэтажного здания методом подъема.
 № 962550. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Способ монтажа плит перекрытий зданий, возводимых методом подъема.

№ 37

№ 963857. В. Н. Власов, Ж. Г. Мухин, В. И. Абраменко и др. Ин-т горного дела Сибирского отделения АН СССР. Установка для уплотнения бетонных смесей.
 № 963858. А. Н. Чернов. УралНИИ-стром. Способ изготовления изделий из ячеистого бетона.
 № 963864. В. И. Грудяев, Г. И. Прохоров, Ю. Н. Рыжов и Ю. Н. Бондарев. ВНИИстром. Устройство для вертикальной доавтоклавной резки массива из ячеистого бетона.
 № 963866. Н. К. Зуенко, Г. Б. Костанда и Е. Д. Кремлин. Форма для изготовления из бетонных смесей напорных виброгидропрессованных трубчатых изделий.
 № 963867. К. С. Саакян, И. Н. Нагорняк, А. А. Забияко и др. Московский з-д железобетонных труб. Форма для изготовления железобетонных блоков тоннельной обделки.
 № 963968. Н. М. Белогузов и Н. И. Федькин. Новокузнецкое отделение УралНИИстроя. Бетонная смесь.
 № 963969. Ш. Т. Бабаев, Ю. М. Баженов, Н. Ф. Башлыков и др. МИСИ. Бетонная смесь.
 № 964087. Р. Л. Маилян и Д. Р. Маилян. Ростовский инженерно-строительный ин-т. Железобетонная колонна.

№ 38

№ 965776. А. В. Нестеров, А. В. Андрейченко, Н. И. Калабушкин и Л. И. Медовский. КТБ по промышленности строительной индустрии. Способ формования бетонных изделий.

№ 965779. Г. А. Ухалкин, Ю. А. Вильдейс и Р. С. Исхаков. Казахский государственный проектный и научно-исследовательский ин-т бытового обслуживания. Форма для изготовления железобетонных изделий.
 № 965780. Г. А. Ухалкин, Ю. А. Вильдейс и Р. С. Исхаков. Казахский государственный проектный и научно-исследовательский ин-т бытового обслуживания. Форма для изготовления железобетонных изделий.
 № 967781. Л. Х. Койфман и В. С. Бабин. КБ по железобетону. Устройство для распалубки и сборки форм.
 № 967784. Б. И. Зыков, П. Н. Савватеев, А. В. Тюленев и др. Ярославский политехнический ин-т. Устройство для уплотнения бетонной смеси.
 № 966059. С. Ж. Жунисов, П. И. Боженков, З. Ш. Шарафиева и А. А. Аскарбеков. Сырьевая смесь для получения ячеистого бетона.
 № 966065. М. А. Чернявский. Производственное строительно-монтажное объединение Гомельпромстрой. Комплексная добавка для бетонной смеси.
 № 966066. А. В. Лагойда, Б. А. Крылов, Н. А. Королев и др. НИИЖБ. Бетонная смесь.
 № 966067. Н. В. Лашенко. Пензенский инженерно-строительный ин-т. Бетонная смесь.
 № 966069. К. Н. Дубенецкий, Н. Н. Казаченко, А. А. Богарев и М. И. Платонов. ЛИСИ. Легкобетонная смесь.
 № 966073. Л. А. Зиборов, Г. Г. Рябов, В. Я. Шпринц и Н. А. Козырин. Тульский политехнический ин-т. Бетонная смесь.
 № 966082. Т. А. Красовская, С. С. Давыдов, З. Н. Кузнецова и др. ВНИИ по защите металлов от коррозии и МИИТ. Трещиностойкое защитное покрытие железобетонной конструкции.
 № 966196. Г. Н. Межевой, С. Н. Николаев, Л. Г. Храковский и др. Опалубка для бетонирования монолитного перекрытия.
 № 966197. М. И. Буреаев и В. А. Кошелев. Уральский филиал ВНИИПИ алюминиевой, магниевой и электродной промышленности. Опалубка для железобетонных оболочек.

№ 39

№ 967839. Г. А. Рогов и В. П. Дюбайло. ПКТБ с опытным производством Минпромстроя БССР. Устройство для изготовления железобетонных изделий.
 № 967840. Ф. Г. Яковлев и П. Е. Липатов. ПТБ Главлесоблстройматериалов. Форма для изготовления железобетонных изделий с напряженной арматурой.
 № 967841. А. Т. Изотов и Л. Г. Курбатов. ЛенЗНИИЭП жилища. Устройство для изготовления тонкостенных железобетонных изделий.

№ 967843. Н. С. Полищук. Способ изготовления железобетонных оболочек.
 № 967986. Г. В. Шкундов, О. Л. Фигуровский, А. Б. Григорьев и др. Московский государственный трест отделочных работ № 5. Бетонная смесь.
 № 967988. Я. Б. Лазовский, М. Г. Новиков, А. И. Костриц и др. Ленинградский НИИ Академии коммунального хозяйства. Способ приготовления бетонной смеси.
 № 967989. М. И. Буреаев и В. Е. Тузяк. Уральский филиал НИИПИ алюминиевой, магниевой и электродной промышленности. Бетонная смесь.
 № 967990. А. К. Манибаев, Л. Г. Марченко, В. Е. Зеленков и В. М. Малашевич. Казмеханобр. Способ приготовления бетонной смеси для производства напорных труб.
 № 967991. А. П. Меркин, Б. М. Румянцев и М. С. Садуакасов. МИСИ. Способ получения легкобетонных смесей.
 № 967992. Г. П. Иноземцев, И. И. Давыдов, Л. Ф. Солод и др. БВ Ростовского ПромстройНИИпроекта и Оргтяжстрой. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.
 № 967993. В. А. Здоренко, Н. А. Королев, Г. В. Малахов и В. В. Ленский. Харьковский ДСК № 1. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.
 № 967994. Б. О. Багров, Т. Д. Васильева и Н. Н. Балашова. НИИЖБ. Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси.
 № 967995. Б. О. Багров, Т. Д. Васильева и Г. Н. Булко. НИИЖБ. Комплексная добавка для ячеистобетонной смеси.
 № 967999. Т. М. Дашевская, А. А. Лимаренко, А. М. Погосян и др. Кубанский сельскохозяйственный ин-т. Полимербетонная смесь.
 № 968000. В. И. Соломатов, Ю. Г. Иващенко, И. В. Хомяков и др. Саратовский политехнический ин-т. Полимербетонная смесь.
 № 968001. А. И. Петров. Республиканский трест Узспецвоздренаж. Полимербетонная смесь.
 № 968017. Н. И. Подгорнов. ЦНИИОМТП. Камера для тепловой обработки бетонных изделий.
 № 968169. В. И. Приходько, В. И. Федоров, П. А. Аббасов и В. М. Мамонов. Дальневосточный НИИС. Устройство для уплотнения бетонной смеси в полости скважины набивной сваи.
 № 968170. И. И. Мацевич, Р. Г. Майзельс, В. Ф. Пономарев и др. КТБ с опытным производством при ИСиА Госстроя БССР. Забивная железобетонная свая.