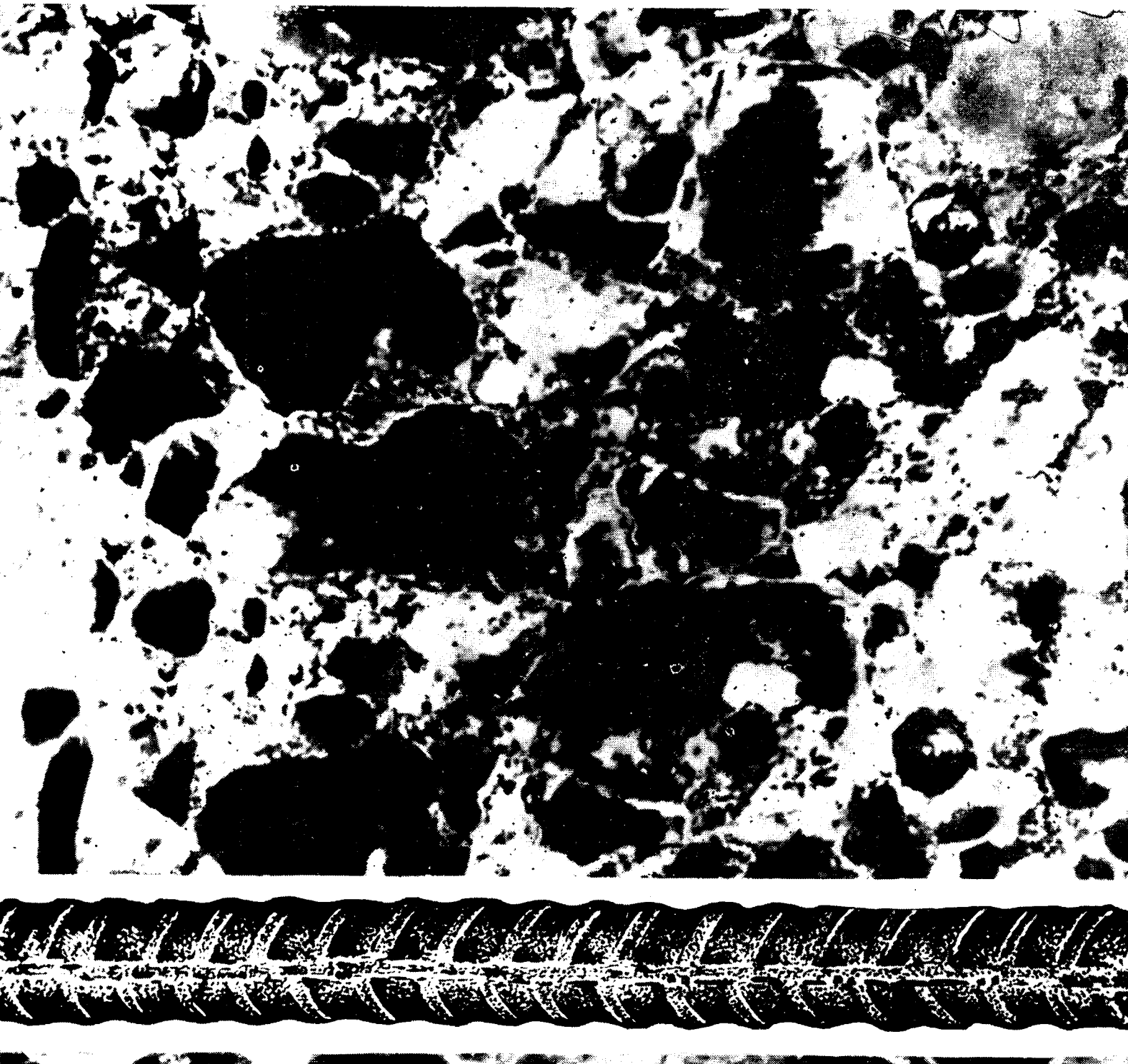
ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1
1989



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Новые изобретения

№ 22*

А. с. 1402591 СССР, МКИ³ С 04 В 38/02. **Сырьевая смесь для изготовления газобетона** / Т. А. Ухова, А. Т. Баранов, Л. С. Усова и др. (СССР); НИИЖБ, Автовский ДСК № 3 Главленинградстроя.

№ 23

А. с. 1404354 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Двухместная резонансная виброустановка для уплотнения бетонных смесей в формах** / Д. Л. Бибик, А. А. Иванов, Т. К. Волков, В. И. Пильщиков (СССР); Днепропетровский ун-т.

А. с. 1404357 СССР, МКИ³ В 28 В 5/04, 5/10. **Установка для формования изделий из бетонных смесей** / А. Д. Прокопович, Е. М. Тукай, В. А. Валуевич и др. (СССР); Минский филиал КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1404358 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. **Устройство для заглаживания поверхности строительных изделий** / А. И. Марковский, Н. Я. Саенко, Б. И. Зыков (СССР); КТБ Мосоргстройматериалы.

А. с. 1404359 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00, G 05 В 21/02. **Устройство управления режимом тепловлажностной обработки бетона и железобетонных изделий** / Т. А. Алиев, Р. Г. Гаджиев, Э. Э. Зейналов и др. (СССР); Азербайджанский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1404360 СССР, МКИ³ В 28 В 21/14. **Установка для формования трубчатых изделий из бетонных смесей** / М. Г. Зак, Л. З. Романов, П. Перейра-Мартинес (СССР); СКТБ автоматики и нестандартного оборудования.

А. с. 1404365 СССР, МКИ³ В 28 С 7/14. **Блок выдачи бетона бетоносмесительной установки** / Л. И. Васильев (СССР); ПКБ отдела по капитальному строительству и реконструкции Госагропрома СССР.

А. с. 1404495 СССР, МКИ³ С 04 В 28/34, 35/10. **Сырьевая смесь для огнеупорного бетона** / А. А. Верлоцкий, И. П. Рублевский, Л. В. Рыков, М. В. Куликова (СССР).

А. с. 1404602 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. **Узел соединения блоков сборно-разборного сооружения** / В. А. Аксельрод, М. М. Анохин, В. А. Гаврилов (СССР); СКБ треста Ленинградоргстрой Главленинградстроя.

А. с. 1404603 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. **Стыковое соединение балки с колонной** / А. А. Кравченко, М. Ф. Остров, Ю. Д. Черепинский (СССР); Казахский ПромстройНИИпроект.

А. с. 1404609 СССР, МКИ³ Е 04 В 3/38, 1/60. **Стыковое соединение железобетонных строительных конструкций** / И. Г. Черкасский, Е. А. Рабинович, Л. И. Сергиенко (СССР).

А. с. 1404612 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас** / И. А. Рохлин, М. Н. Павленко, Я. Д. Пергамент (СССР); НИИСК.

А. с. 1404613 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас** / В. С. Плеханов, В. А. Чудновский, Г. М. Грейз, А. Ф. Галеня (СССР).

А. с. 1404618 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/20. **Консольная опалубка** / В. И. Литвинов (СССР); Главэнергостроймеханизация.

А. с. 1404619 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Способ образования анкеров на арматурных стержнях и устройство для его осуществления.** КТБ Стройиндустрия.

№ 24

А. с. 1405989 СССР, МКИ³ В 28 В 7/00. **Форма для изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий коробчатой конфигурации** / Н. Н. Воинов, В. В. Гранев, С. И. Матюшенко, Э. Н. Кодыш (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1405990 СССР, МКИ³ В 28 В 7/24. **Кассетная форма для изготовления блоков тоннельной обделки из бетонных смесей** / Г. А. Скормин, Е. К. Губенков, А. Г. Лапшин и др. (СССР); ВНИИтрансстрой.

А. с. 1405991 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. **Способ изготовления железобетонных изделий** / М. Е. Прудовский, Б. М. Синекаев, В. А. Аверьянов (СССР); Очаковский завод ЖБК.

А. с. 1405992 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00, Е 04 G 9/10. **Устройство для тепловой обработки бетона протяженных изделий** / Н. Н. Данилов, В. М. Ангелюк, А. С. Диденкул, А. Ф. Исак (СССР); Кишиневский политехнический ин-т.

А. с. 1405993 СССР, МКИ³ В 28 В 23/02. **Устройство для уплотнения бетонной смеси** / П. Н. Савватеев, В. М. Дудин, Г. Н. Попов и др. (СССР); Ярославский политехнический ин-т.

А. с. 1405994 СССР, МКИ³ В 28 С 5/42. **Способ приготовления бетонной смеси во время транспортирования автобетоносмесителя** / Е. П. Плавельский, Б. Г. Лызо, С. А. Куделин, В. З. Семенченко (СССР); НПО ВНИИстройдормаш, филиал ВНИИстройдормаш.

А. с. 1406134 СССР, МКИ³ С 04 В 40/00, 14/38. **Способ приготовления фибробетонной смеси** / Ф. Н. Рабинович, В. Ф. Исаков, Ю. В. Фролов и др. (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1406323 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/22. **Передвижная опалубка для возведения монолитных домов** / А. Г. Черных (СССР).

А. с. 1406324 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Установка для натяжения арматурных стержней** / П. Ф. Казятин, З. Н. Девяткина, Н. А. Клюев, Т. Я. Уварова (СССР); Челябинский ПромстройНИИпроект.

№ 25

А. с. 1407812 СССР, МКИ³ В 28 В 7/24. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей** / А. С. Дмитриев, В. А. Мамаев (СССР); ПТТ Оргтехстрой.

А. с. 1407922 СССР, МКИ³ С 04 В 28/02. **Композиция для устройства полов** / А. К. Гармуте, Б. А. Валинчене, М. И. Зеритигис (СССР); ЛитНИСиА.

А. с. 1408034 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/16. **Многоэтажное здание** / П. Ф. Дроздов (СССР); МИСИ.

А. с. 1408035 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/08. **Сборная полигональное сводчатое сооружение** / А. В. Сирота (СССР); Киевский ПромстройНИИпроект.

А. с. 1408037 СССР, МКИ³ Е 04 G21/12. **Способ изготовления преднапряженных железобетонных элементов** / Б. С. Маркин, В. И. Карев, Ф. А. Иссерс (СССР); ЦНИИПИ мукомольной, крупяной, комбикормовой и элеваторной промышленности.

№ 26

А. с. 1409453 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Устройство для изготовления изделий из бетонных смесей** / В. И. Хаит, О. Г. Грибанов, С. И. Никольский, В. Ф. Полуянов (СССР); Ин-т Ростовагропромпроект.

А. с. 1409457 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. **Способ изготовления строительных изделий с рельефным рисунком** / Б. А. Шипилевский, В. А. Тишин, А. Н. Грищенко (МССР); Ташкентский политехнический ин-т.

А. с. 1409609 СССР, МКИ³ С 04 В 26/16. **Полимербетонная смесь** / А. Д. Корнеев, В. И. Соломатов и др. (СССР); Липецкий политехнический ин-т.

А. с. 1409610 СССР, МКИ³ С 04 В 28/14, 11/00. **Композиция для изготовления строительных изделий** / Н. В. Абакумова, В. Ф. Коровяков, Г. А. Королькова и др. (СССР); МИСИ.

А. с. 1409613 СССР, МКИ³ С 04 В 38/02. **Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона** / В. А. Круглов, А. С. Диденкул (СССР); Одесский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1409614 СССР, МКИ³ С 04 В 40/00 (С 04 В 38/02, В 65 G 53/32). **Способ укладки горизонтальных смесей в конструкции** / Г. Б. Чижевский, В. Г. Еремеев, А. П. Акимова, В. С. Миронов (СССР); Трест Калининградоргтехстрой, НИИЖБ.

А. с. 1409736 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/34. **Сооружение** / А. М. Рудинок (СССР).

А. с. 1409738 СССР, МКИ³ Е 04 В 5/02. **Перекрытие** / В. А. Клевцов, А. И. Хачатрян, А. Я. Розенблюм, Р. А. Гершанок (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1409739 СССР, МКИ³ Е 04 С 2/50, 2/38. **Плита покрытия** / Н. А. Игумнов, В. М. Чеботников, С. А. Игумнов, С. Б. Есин (СССР); ВНИПКИ стройиндустрия.

А. с. 1409740 СССР, МКИ³ Е 04 С 3/00. **Несущий железобетонный элемент** / С. О. Зеге, М. Б. Гурвич (СССР); МАДИ.

А. с. 1409744 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/04. **Установка для транспортировки и распределения бетонной смеси** / М. Г.-Л. Гольдштейн, Е. К Гречищев (СССР); Черноморское отделение морских берегозащитных сооружений ВНИИтрансстроя.

А. с. 1409745 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Анкерное устройство для стальных арматурных канатов** / Ю. В. Суханов, В. Н. Котов (СССР).

---

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1 (406)

Издается с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР

Январь 1989

СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!
Передовой коллектив 2
Конструкции
Фонов В. М., Людковский И. Г., Нестерович А. П. Прочность и деформативность трубобетонных элементов при осевом сжатии 4
Нетреба М. П. Фактические потери преднапряжения армоцементных конструкций 6
Барашиков А. Я., Климов Ю. А., Яковец А. В. Работа трехшарнирных рам при переменных длительных нагрузках эксплуатационного уровня 8
Коляков М. И., Хазарадзе М. А. Огневые испытания керамзитобетонных объемных блоков 10
Редько Ю. М., Кузнецов С. М., Рогатин Ю. А. Автоматизация технико-экономической оценки эффективности конструкций промышленных зданий 12
Бетоны
Винокуров О. П., Филиппов Б. П., Серых Р. Л., Перфильев А. Д., Крохин А. М. Физико-механические свойства неавтоклавных ячеистых бетонов 14
Силина Е. С., Кошелева Л. И., Пранайтис Е. А., Ярушавичюс Ю. А. Применение суперпластификаторов в бетоне для дорожного строительства 16
Заводское производство
Айдаров М. М., Колосков В. Н., Кузнецов И. В., Френкель Г. Ю. Роботизированный технологический комплекс для изготовления штампованных закладных деталей . 17
Цыро В. В. Новые возможности кассетно-конвейерной технологии 19
Королев К. М., Кушу Э. Х., Полякова Т. Л., Шутов В. К., Кузнецов А. А. Резервы повышения производительности смесителей роторного типа 21
Артым И. Т. Потери напряжения в арматуре от температурного перепада . . . 23
Строительное производство
Гендин В. Я. Расчет влагопотерь бетонов при электротермообработке 24
Для сельского строительства
Ицкович С. М., Ильгинис К. К., Шведовский П. В., Гуторова Т. В. Стеновая ребристая панель для производственных сельскохозяйственных зданий 26
Кузьменко Е. Г. Применение безавтоклавного газозолобетона в сельском строительстве 27
В помощь проектировщику
Лукша Л. К., Мацкевич А. С., Мордич А. И. Сжатые элементы с косвенной листовой арматурой 28
Пирадов А. Б., Габуния Г. Ш., Джакели Л. А. Расчет армирования зон бетонных сооружений, ослабленных отверстием 31
Васильев П. И., Залесов А. С. Об объединении норм проектирования железобетонных конструкций различного назначения 33
Пепанян А. А. Практический метод расчета элементов по деформациям 34
Использование промышленных отходов
Бакулина Э. И., Рогожина Р. Я., Полонский Л. А. Красный шлам — заполнитель для бетона 36
Долговечность
Гончаров В. В., Рожанская А. М., Теплицкая Т. В. Проницаемость цементных растворов для бактерий 37
Вопросы экономики
Большаков Н. М. Экономическая эффективность внедрения коллективного подряда 39
В порядке обсуждения
Сизов В. П. О рекомендациях по подбору составов тяжелого и облегченного бетонов 41
Зарубежный опыт
Богданова Е. Н. Сооружения из сборно-монолитного преднапряженного железобетона 43
Библиография
Цейтлин А. Л., Мешков В. З. Нужная книга 46
Нам пишут
Фишман М. С., Исакова Н. М., Коринь Е. В. Способ ремонта производственного подвального помещения 46

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. К. В. Бабушкина

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ПЕРЕДОВОЙ КОЛЛЕКТИВ

Успешно закончили 1988 г. все подразделения московского ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1. Домостроители комбината выполнили плановое задание по всем технико-экономическим показателям. Сдано в эксплуатацию жилых домов общей площадью более 1,3 млн м^2. Одними из первых рапортовали о выполнении плана 1988 г. коллективы строительных потоков № 1 и № 3 МУ-2. К 71-й годовщине Великого Октября ими сдано в эксплуатацию жилых домов общей площадью соответственно 66,6 и 36,8 тыс. м^2. Большая заслуга в успехах домостроителей по праву принадлежит заводским коллективам комбината. Заводы ЖБИ и ЖБК ДСК-1 обеспечили в полном объеме поставку на строительные площадки столицы железобетонных конструкций и изделий, санитарно-технических кабин.

Труженики комбината работали устойчиво и ритмично в течение всего года. Вот некоторые показатели за первое полугодие. Полностью выполнен запланированный объем строительно-монтажных работ на сумму 64,3 тыс. р., установленное задание по росту производительности труда выполнено на 100,4%, госзаказ по вводу жилых домов в эксплуатацию реализован на 108,2%. Введено в эксплуатацию жилых домов полезной площадью 523,4 тыс. м^2. По результатам работы в первом полугодии получена прибыль в размере 11,6 млн. р. уровень рентабельности строительного производства составил 18%.

Заводскими коллективами комбината в первом полугодии реализовано продукци ина сумму 41,7 млн. р., задание по росту производительности труда выполнено на 103,6%. Получено 5,96 млн. р. прибыли при плане 5,7 млн. р.

Радикальная перестройка управления экономикой опирается на комплексную систему мер по совершенствованию хозяйственного механизма. Одной из составляющих этой перестройки является перевод предприятий и организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование. На ДСК-1 подготовились к работе в новых экономических условиях. Так, здесь разработаны конкретные и действенные мероприятия по повышению рентабельности производства. Службами комбината осуществлен комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности, финансового состояния в каждом подразделении, использования оборотных средств. По результатам анализа выявляются резервы снижения издержек производства, уточняются затраты на единицу себестоимости продукции.

Важным этапом к подготовке перехода всех подразделений комбината на полный хозрасчет явилась разработка экономических нормативов взносов в бюджет, отчислений вышестоящим организациям и нормативов формирования фондов экономического стимулирования. Последние будут направляться на материальное поощрение, социальное развитие коллективов и модернизацию оборудования. Эти нормативы действуют по принципу прогрессивного налогообложения, поэтому только через интенсификацию производства на основе научно-технического прогресса, повышение доходности производства можно будет влиять на рост благосостояния всего коллектива. Высокие экономические результаты станут возможны при совершенной технологии и грамотной организации труда на каждом рабочем месте.

Так как в новых условиях хозяйствования возрастет роль прибыли в повышении эффективности производства, в коллективах комбината за прошедший год усилилась борьба за экономное расходование всех материальных ресурсов, активизировался поиск эффективных технологий. С начала 1988 г. четвертый конвейер формовочного цеха № 2 Ростокинского завода выпускает новую продукцию — внутренние стеновые панели с бескоробочной навеской дверных полотен. В сутки изготовляется около 70 изделий. На конвейере трудится коллектив комсомольско-молодежной бригады А. Союстова. Выработка на одного работающего в бригаде за первое полугодие 1988 г. составила 77,5 м^3 железобетонных изделий. Это немалое достижение, если учесть, что освоение выпуска новой продукции ведется с большими трудностями, поскольку еще велика на конвейере доля ручного труда. С помощью формовщиков ветеранов труда В. Бредихина, В. Засимова члены бригады оперативно выявляют резервы производства, эффективно используют прогрессивные разработки. Так, члены бригады А. Союстова С. Степаненко и А. Драчев внедрили ключ-магазин, в который одновременно закладывается до 15 гаек, что позволяет экономить немало времени при сборке матриц.

Следует отметить, что на Ростокинском заводе собственными силами ведется капитальный ремонт большинства конвейерных линий. Однако плановые задания в течение 1988 г. выполнялись по всем заказам. В настоящее время здесь осуществляется механизация отдельных участков на отремонтированных конвейерах, ведется разработка новых бетоноукладчиков с виброуплотнителем, заглаживающих механизмов, шлифовальных машин и другой техники.

Определенные трудности в модернизации оборудования связаны с тем, что конвейерные линии на заводе расположены поперечно. Однако заводчане нашли способы замены большей части оборудования без снижения объема производства. Вывод конвейерных линий на проектную мощность позволил изготовлять на них панели внутренних стен с бескоробочной навеской дверных полотен. Для этого были внесены изменения в рабочие чертежи изделий и оснастки кассетной технологии, изготовлено 60 новых форм и 120 литых кессонов.

На заводе осуществляется полная реконструкция всей системы тепловой обработки изделий. Это вызвано тем, что при кассетной технологии тепловые отсеки прогреваются неравномерно. Возникает разброс температуры по отсекам (до 30...40°), а отсюда и повышенное трещинообразование в панелях. Специалисты завода и Полтавского ИСИ разработали и внедрили способ равномерного распределения температуры. Пар стал полностью конденсироваться, появилась возможность полной автоматизации тепловых процессов.

На заводе внедряется новая система автоматизированного управления всеми процессами по приготовлению и транспортировке бетонных смесей. Осуществляется это на базе микроЭВМ. Заводские рационализаторы своими силами изготовили и внедрили автоматизированные линии по производству объемных и плоских арматурных каркасов. В формовочном цехе № 1 установлены высокопроизводительные шлифовальные машины, благодаря чему значительно улучшилось качество лицевых поверхностей панелей.

На Ростокинском заводе ведется большая работа по улучшению качества выпускаемой продукции. Проводятся широкие мероприятия по экономии цемента и улучшению качества бетонных смесей. Так, при приготовлении бетонных смесей с помощью пневмоавтоматической установки ЦИКЛ-БС достигается экономия 1% цемента. Во всех цехах установлены электронные счетчики его расхода.

Одним из важных направлений в деле экономии цемента является применение химических добавок. На заводе успешно применяется суперпластификатор С-3. Бетонные смеси с этой добавкой не требуют интенсивной вибрации при фор-

© Стройиздат, журнал «Бетон и железобетон», 1989

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мовании изделий. Опыт работы с добавкой С-3 показал, что ее применение позволяет на 10% снизить расход цемента при одновременном сохранении пластичности смесей. За счет этого сокращается продолжительность формования и возрастает оборачиваемость формовочного оборудования.

Для введения добавки в бетонную смесь на заводе разработана и внедрена система хранения, транспортирования и дозирования. Система состоит из емкостей-цистерн, смесителей для приготовления рабочего состава добавки, емкостей-накопителей. В настоящее время на заводе завершается строительство нового узла приготовления химических добавок.

За счет этих и других мероприятий на заводе в первом полугодии сэкономлено 1,82 тыс. т цемента.

На Ростокинском заводе проводятся мероприятия по совершенствованию качественных характеристик железобетонных изделий. Во многом качество изделий зависит от вида применяемых смазок. На заводе для каждой технологической схемы производства имеется определенный вид смазки. Так, для кассетной технологии используется эмульсол и известковая вода, для конвейерной технологии — смазка, состоящая из эмульсола, известковой воды и каустической соды. При изготовлении лестничных маршей и площадок применяется смазка ОПЛ, состоящая из пасты ОПЛ-10, эмульсола и воды.

К методам получения в процессе формования изделий полной заводской готовности относится и покрытие лицевой поверхности лестничных площадок мозаичным составом на основе мраморного щебня с последующей шлифовкой поверхности. Для шлифовки на заводе смонтирована установка, работающая в автоматическом режиме с высокой скоростью вращения рабочего органа.

Доводка внутренних стеновых панелей кассетного производства осуществляется в вертикальном положении способом погружения. Это обеспечивает качественную отделку поверхности. На отделке применяется известково-перлитовая смесь.

Анализ опыта работы передовиков производства Ростокинского завода убедительно свидетельствует, что секрет достигнутых результатов заключается прежде всего в постоянном поиске и внедрении новых прогрессивных методов организации труда, передовых технологических и конструктивных решений. Большая заслуга в деле оперативного улучшения качества выпускаемых изделий на заводе по праву принадлежит формовщику В. Бредихину, электросварщику М. Мерзлякову, инженеру А. Ивченкову, столяру В. Пильгаеву и многим другим.

На Краснопресненском заводе комбината активно используются все имеющиеся резервы для реализации напряженных плановых заданий. Так, в комсомольско-молодежной бригаде формовочного цеха № 3 В. Федосеева по инициативе самих членов бригады эффективно используются отходы стиропора. На заводе разработаны и успешно внедрены мероприятия по созданию фонда сверхплановой экономии всех материальных ресурсов. Так, экономия цемента достигается за счет образцового содержания технологического формовочного оборудования, производства изделий с минимальными допусками, широкого применения химических добавок. Благодаря выполнению всех намеченных мероприятий за первое полугодие на Краснопресненском заводе сэкономлено 6,7 тыс. т цемента.

Многие трудовые коллективы завода, перешедшие на коллективный подряд, стемятся наладить эффективный механизм экономического соревнования на наиболее полное удовлетворение спроса потребителей на продукцию высшего качества, за образцовую организацию производства, точное и оперативное выполнение всех договорных обязательств. В хозрасчетных бригадах, а таких на заводе немало, созданы все условия для проявления инициативы и творчества, этим бригадам оказывается всесторонняя помощь в организационных вопросах, осуществляется экономическая учеба заводчан.

Немаловажное значение придается на Краснопресненском заводе техническому творчеству. О большой рационализаторской работе, которая ведется в коллективах предприятия, убедительно свидетельствует объем годового экономического эффекта, получаемого от внедрения рационализаторских предложений. За первое полугодие внедрено около 60% намеченных на год предложений с экономическим эффектом более 50 тыс. р.

Следует отметить, что уже несколько лет на каждом заводе комбината по примеру краснопресненцев действуют творческие группы, решающие важные вопросы совершенствования конкретных технологических процессов. Благодаря их деятельности в первом полугодии на промышленных предприятиях внедрено более 150 рационализаторских предложений с экономическим эффектом на сумму 307 тыс. р. За счет этих предложений сэкономлено 6,8 т металла, 4 т цемента и 700 м³ газа.

Обновление и техническое перевооружение заводского производства осуществляется на комбинате путем совершенствования конструктивных решений домов серии П 44/17, дальнейшей механизации и автоматизации всех производственных процессов, улучшения качества выпускаемых железобетонных конструкций и изделий. Заводчане приняли обязательство за годы двенадцатой пятилетки повысить производительность труда на 5%. Добиться этого они рассчитывают за счет интенсификации производства, коренной модернизации оборудования, широкого использования прогрессивных технологических решений. Так, на Хорошевском заводе, выпускающем санитарно-технические кабины, намечено в ближайшее время приступить к внедрению робототехники в цехе закладных деталей, осуществить механизацию всех производственных процессов.

В течение 1988 г. заводчане осуществили автоматизацию термообработки железобетонных изделий в камерах пропаривания, внедрили машины с программным управлением при укладке керамической плитки на поддоны, механизировали процесс нанесения состава рипора в оконные и дверные проемы наружных стеновых панелей. Эти и другие мероприятия позволили наладить высокую ритмичность производства, полностью обеспечить строительные потоки комбината всеми необходимыми деталями и изделиями.

Высоких темпов застройки добиваются коллективы монтажников ДСК-1. Хорошее качество на монтаже достигается путем четкой организации труда, предельной мобилизации всех резервов по эффективному использованию рабочего времени, техники и средств малой механизации. Многие потоки комбината переведены на работу во вторую и третью смены с растворами из сухих цементно-песчаных смесей. Новаторами МУ-5 разработаны и внедрены для использования таких смесей специальные растворные узлы. В результате повысилась сохранность раствора, улучшилось качество платформенных стыков. На каждом потоке комбината ежедневно экономится около 0,8 м³ раствора. Годовая экономия от внедрения сухих смесей составила около 60 тыс. р.

Организация на Тушинском заводе комбината производства большепролетных фундаментных плит позволила трестам Мосфундаментстроя значительно сократить объемы работ и сроки возведения фундаментов. За короткий срок на заводах комбината внедрили железобетонные ограждения лоджий, железобетонные внутренние перегородки. Все это способствует экономии материально-технических ресурсов, значительному сокращению сроков возведения жилых домов.

Обеспечение более производительной работы неразрывно связано с уровнем деятельности руководителей первичных звеньев производства — бригадиров. Комплексная бригада С. Сергеева из МУ-5 хорошо известна многим домостроителям. Монтажники этой бригады постоянно перевыполняют плановые задания и повышенные социалистические обязательства. Так, в первом полугодии передовой бригадой смонтировано три жилых корпуса на Хорошевском шоссе и на Онежской улице в Москве. Это более 40 тыс. м² полезной площади.

С. Сергеев трудится на стройках комбината более 10 лет. Прочный авторитет специалиста высокой квалификации, отличные организаторские способности, умение сплотить коллектив — все эти качества помогают ему руководить бригадой. Секрет успеха этого коллектива прежде всего в отличной организации труда, крепкой дисциплине и добросовестном отношении к своим обязанностям. В бригаде немало мастеров домостроения, высококвалифицированных специалистов. Все это позволяет ударному коллективу изо дня в день повышать производительность труда, совершенствовать мастерство.

С отличными показателями закончили 1988 г. многие труженики ДСК-1. Среди них заводчане А. Воронин, А. Кудрявцев, А. Болотина, В. Бредихин, П. Звонилов, М. Смирнова, Ю. Васильев, монтажники М. Воронов, Н. Дроздов, В. Фадин и др. В настоящее время труженики комбината готовятся принять повышенные обязательства на новый 1989 г., чтобы внести достойный вклад в дело обеспечения советских трудящихся полноценным комфортабельным жильем.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624-462:539.3/.4

В. М. ФОНОВ, канд. техн. наук, И. Г. ЛЮДКОВСКИЙ, д-р техн. наук,
А. П. НЕСТЕРОВИЧ, инж. (НИИЖБ)

Прочность и деформативность трубобетонных элементов при осевом сжатии

Существует большая группа конструкций, в которых целесообразно использование трубобетонных элементов.

В связи с отсутствием нормативных данных для расчета трубобетона по прочности коэффициент эффективности обоймы принимают по СНиП 2.03.01—84, как и для элементов с косвенным армированием (спираль, сетки). Проведенные НИИЖБом исследования трубобетонных элементов диаметром 630 мм показали, что для них α ниже, чем для элементов малого (100...300 мм) диаметра и составляет $\alpha=1{,}5$, а следовательно, существующие расчетные формулы не позволяют достоверно оценить прочность трубобетона диаметром более 500 мм. Кроме того, на прочность трубобетона влияет и коэффициент армирования μ (относительная толщина стенки обоймы δ/D). Однако достаточных сведений о влиянии масштабного фактора и коэффициента армирования на прочность трубобетона нет, имеются противоречивые мнения и по оценке напряженно-деформированного состояния трубобетонного элемента при осевом сжатии [1].

Для выяснения этих вопросов использовали 11 серий образцов, в каждую из которых входил один пустотелый. Образцы изготовляли из электросварных труб диаметром 630, 720, 820 и 1020 мм. Коэффициент армирования в пределах одного диаметра изменялся примерно с шагом 1,1...1,15. Образцы заполняли тяжелым бетоном классов В20...В60. Для экспериментов приняли короткие образцы ($H=3\,D$).

В ходе испытаний измеряли продольные и поперечные деформации образца в целом и его бетонного ядра, осевые и радиальные напряжения в бетоне, напряжения между обоймой и ядром.

В течение 28 сут после бетонирования наблюдали за твердением бетона в замкнутом объеме. Вследствие наличия в бетонной смеси избыточной воды отмечалось набухание бетона (отрицательная усадка). Стальная обойма препятствовала поперечному расширению ядра и создавала начальное радиальное обжатие бетона $\sigma\sim 1$ МПа.

Установлено, что практически на всех этапах осевого нагружения в трубобетонном элементе обойма и ядро работают совместно при равенстве кольцевых деформаций обоймы радиальным деформациям бетонного ядра $\varepsilon_t=\varepsilon_r$ и равенстве продольных деформаций стали и бетона $\varepsilon_{st}=\varepsilon_b$.

В зависимости от условий приложения нагрузки (на все сечение или только на бетон) изменяется напряженно-деформированное состояние трубобетонного элемента — интенсивность нарастания деформаций выше у того материала, на который непосредственно передается нагрузка. Предельная нагрузка при этом остается примерно одинаковой.

В упругой стадии поперечные деформации трубобетонного и пустотелого элемента (при одинаковом уровне ε_{st}) на первых этапах нагружения совпадают. При $P_{obs}=0{,}25...0{,}3\ P_{u,obs}$ начальное обжатие в бетонном ядре снижается до нуля, происходит выравнивание коэффициентов поперечных деформаций для обоих материалов, причем без отрыва стенки оболочки от бетонного ядра. Начиная с $P_{obs}\approx 0{,}3\ P_{u,obs}$, вновь появляются радиальные сжимающие напряжения в бетоне, величина которых составляет 0,2...0,4 МПа и зависит от деформативных свойств бетона. На этой стадии в трубобетонном элементе по сравнению с пустотелым отмечается приращение поперечных деформаций. Зависимость между продольными и поперечными деформациями близка к линейной (рис. 1). Предел упругой работы образцов в большинстве случаев ограничивался продольными деформациями $\varepsilon_{st}=(200...220)\,10^{-5}$ (0,2...0,22%) при $P_{obs}=(0{,}73...0{,}83)\ P_{u,obs}$, которые соответствовали началу текучести обоймы в осевом направлении. Поперечные деформации трубобетонного элемента при $\varepsilon_{st}=0{,}2...0{,}22\%$ на 20...30% выше, чем у пустотелого образца. Осевые напряжения в бетоне при этом составляют (0,84...0,96) R_{bn}.

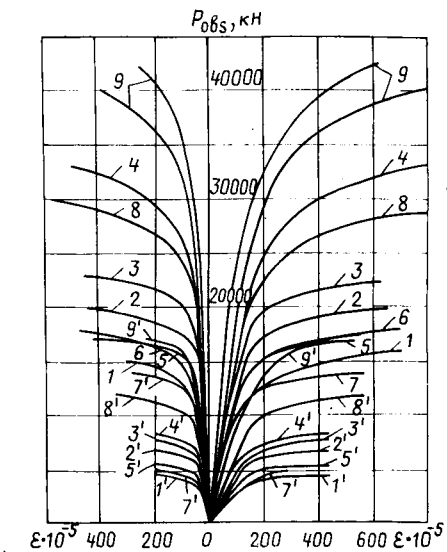


Рис. 1. Зависимость продольных и поперечных деформаций в образцах трубобетонных элементов (*1*...*9*) и пустых труб (*1'*...*9'*) от осевой нагрузки ∅ 630 мм, δ=7; 7,1; 8,4; 10,2; 11,6 мм; ∅ 720 мм, δ=8 мм; ∅ 820 мм, δ=9 мм; ∅1020 мм, δ=9,6; 13,2 мм

При нагрузке 0,7 $P_{u,obs}$ заметно увеличивалось давление бетона на обойму, которое при $P_{obs}=(0{,}73...0{,}83)\ P_{u,obs}$ $\sigma_r=1...1{,}4$ МПа, а коэффициент $\nu=0{,}34...0{,}36$.

В упругопластической стадии при достижении осевыми напряжениями в оболочке условного предела текучести (σ_{02}) $\nu=0{,}45...0{,}5$, осевые напряжения в бетоне σ_b в элементах большого диаметра были равны или незначительно превышали призменную прочность, а в образцах малого диаметра (159 мм) — на 20% выше R_{bn}.

С повышением нагрузки повышалась скорость продольного и поперечного деформирования с нелинейным характером развития. В бетоне отмечалось развитие деструктивных процессов, коэффициент поперечных деформаций и давление бетона на трубу увеличились.

Выявлено две схемы разрушения трубобетонных элементов при осевом сжатии — разрушение образцов малого диаметра характеризовалось образованием гофров по периметру обоймы и раздроб-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

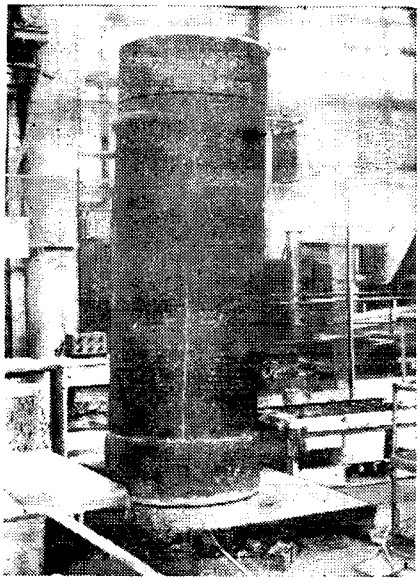


Рис. 2. Трубобетонный образец после разрушения

лением бегона в этой зоне. При $P_{obs}=P_{u,obs}$ $\sigma_b=1{,}76\,R_{bn}$ и $P_b/P_{st}=1{,}32/1$. Разрушение элементов большого диаметра (630...1020 мм) начиналось при нагрузке 0,9 разрушающей и характеризовалось образованием с противоположных сторон относительно оси образца вблизи бандажа гофров, ориентированных по диагонали цилиндра. При выдерживании под нагрузкой происходило смещение верхней и нижней частей образца относительно друг друга. По направлению смещения в металлической оболочке четко просматривались линии Людерса —

Рис. 3. Бетонное ядро после разрушения

Чернова (рис. 2). Разрушение бетона (рис. 3) характеризовалось раздроблением бетона в зоне гофров и разделением бетонного цилиндра на две части магистральной наклонной трещиной, образующей с вертикальной осью образца угол 24...34°. Напряжения в бетоне при разрушающей нагрузке в 1,15...1,42 раза превышали призменную прочность, а $P_b/P_{st}=1{,}17\ldots3{,}5$.

Разрушение трубобетонных элементов по наклонному сечению обусловлено небольшим реактивным действием обоймы (3...4 МПа), которое не способно противодействовать сдвигу, а также тем, что усилия среза от бетонного ядра в 1,4...2,4 раза больше усилий среза, которые может воспринять оболочка, достигшая предела текучести в осевом направлении.

В элементах малого диаметра на стадии разрушения при более высоком обжатии бетона и $P_{b,s}/P_{st,s}=1$ очень мала вероятность разрушения от среза.

Для оценки несущей способности трубобетона целесообразно использовать метод [2], в основу которого положено для бетона условие прочности Консидера, для металла условие пластичности Генки — Мизеса

$$P_{u,d}=P_{bn}A_b+\alpha\,\sigma_{y,st}A_{st}, \quad (1)$$

где A_b, A_{st} — площадь поперечного сечения бетона и стали; $\sigma_{y,st}$ — предел текучести стали; $\alpha=\sqrt{1+\dfrac{(K-1)^2}{3}}$, K — коэффициент эффективности обжатия бетона обоймой. При $K=4$, в соответствии с рекомендацией Иллинойского университета $\alpha=2$.

Анализ результатов испытаний образцов малого диаметра с высоким коэффициентом армирования ($\mu=0{,}141$) и большого при $\delta/D=0{,}01\ldots0{,}02$ показал, что относительная толщина стенки трубы (δ/D или μ) и масштабный фактор (диаметр элемента) влияют на несущую способность трубобетона, причем независимо друг от друга. Следовательно, для трубобетонных элементов коэффициент K, характеризующий эффективность обоймы, не может быть постоянным и равным 4, а меняется также в зависимости от коэффициента армирования и диаметра образца. С увеличением μ в пределах 0,01...0,14 (при $D=630$ мм) K уменьшается на 37%, т. е. с 4 до 2,54. При изменении диаметра элемента с 100 до 1020 мм (при $\mu=0{,}045\ldots0{,}054$) коэффициент K уменьшается на 34%, т. е. с 4 до 2,65.

Влияние коэффициента армирования на величину K в элементах малого (100...300 мм) и большого (>500 мм) диаметра обусловлено тем, что при зна-

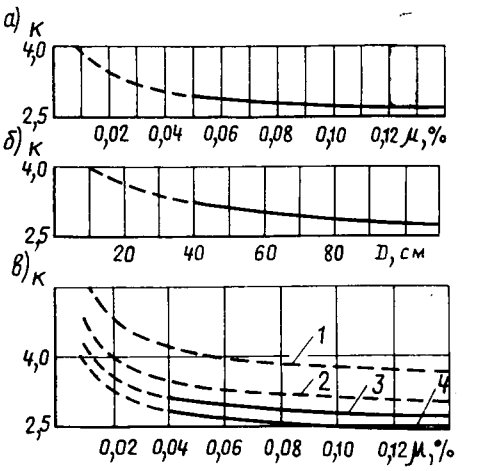


Рис. 4. Изменение коэффициента K в зависимости от μ и D
1 — $D=100$ мм; *2* — $D=300$ мм; *3* — $D=600$ мм; *4* — $D=1000$ мм; ——— — по данным авторов; — — — — по другим источникам

чительных ($\varepsilon>0{,}3\%$) осевых деформациях стенка трубы, достигшая $\sigma_{y,st}$, теряет местную устойчивость раньше, чем кольцевые напряжения σ_t в ней достигнут такого же уровня, т. е. предела текучести. Чем больше толщина стенки δ, тем ниже σ_t и, следовательно, эффективность обоймы.

При увеличении диаметра элемента, как уже отмечалось, усилие, воспринимаемое бетоном, в P_b/P_{st} раз превышает усилие в трубе, что приводит в предельной стадии к разрушению элемента от сдвиговых явлений (среза) по наклонной плоскости. Чем больше диаметр элемента, тем выше усилия среза в бетонном ядре, которые обойма, достигшая текучести в осевом направлении, не способна воспринимать. При исчерпании несущей способности образца кольцевые напряжения в трубе также не достигают предела текучести, в результате чего снижается эффективность обоймы.

Опытные значения K в зависимости от масштабного фактора и μ приведены на рис. 4. При их аппроксимировании получены функциональные зависимости:

$$\left.\begin{aligned} K_\mu &= 0{,}07\,\mu^{-0{,}72}+2{,}3;\\ K_D &= 6{,}1\,D^{-0{,}18}. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Поскольку для практических расчетов необходимо учитывать совместное влияние параметров μ и D, полагая, что закон изменения $K_\mu=f(\mu)$, полученный для диаметра трубобетонного элемента 630 мм, справедлив и для других D, установим функциональную связь между зависимостями $K_\mu=f(\mu)$ и $K_D=f(D)$. На основании данного предположения можно записать

$$K=K_{\mu D}=K_\mu\frac{K_D}{K_{D=630}}=K_\mu\frac{K_D}{2{,}93}. \quad (3)$$

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таким образом, окончательное выражение для коэффициента K примет вид

$$K = 4{,}8\,D^{-0{,}18}\,(0{,}03\,\mu^{-0{,}72} + 1). \quad (4)$$

Формулу (4) можно использовать для определения K в следующих интервалах изменения геометрических и прочностных параметров: $0{,}01 \leqslant \mu \leqslant 0{,}14$; 100 мм $\leqslant D \leqslant$ 1220 мм; B20 $\leqslant$ B $\leqslant$ B60.

Расчет трубобетона по прочности предлагается производить по формуле (1).

Предлагаемая методика расчета позволяет достаточно точно оценить несущую способность трубобетона. Наибольшее отклонение предельной опытной нагрузки от теоретической составляет 4%.

Анализ экспериментальных данных показал, что для практических расчетов трубобетонных элементов диаметром 630...1020 мм при $\delta/D = 0{,}01...0{,}02$ коэффициент α без большой погрешности на конечных результатах можно принять постоянным и равным 1,5.

Эффективность обоймы и надежность трубобетонных конструкций в целом можно повысить продольным армированием бетонного ядра высокопрочной арматурой, которую назначают из условия прочности по срезу. Площадь сечения продольной арматуры (1...1,5%) можно принимать с учетом снижения площади оболочки (трубы). Проведенные исследования образцов серии ТБ-VI показали, что вследствие восприятия арматурой ($\mu = 0{,}9\%$) скалывающих усилий от бетонного ядра K повышается на 20%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Труль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. — М.: Стройиздат, 1974. — 144 с.
2. Гвоздев А. А. Определение величины разрушающей нагрузки для статически неопределимых систем // Проект и стандарт. — 1934. — № 8. — С. 10—16.

УДК 624.012:691.328:666.991

М. П. НЕТРЕБА, канд. техн. наук (КБ по железобетону)

Фактические потери преднапряжения армоцементных конструкций

Для изготовления армоцементных конструкций, в том числе и преднапряженных, применяют мелкозернистый бетон. Процессы усадки и ползучести в нем к настоящему времени в основном изучены. Их количественные результаты положены в основу нормирования показателей потерь преднапряжения, учитываемых при расчетах преднапряженных армоцементных конструкций по предельным состояниям.

В «Указаниях по расчету армоцементных конструкций» величина потерь от усадки и ползучести принята равной потерям от усадки и ползучести в тяжелом бетоне, умноженном на коэффициент 1,5.

Для мелкозернистых бетонов класса B35, чаще всего применяемых в армоцементных преднапряженных конструкциях, потери от усадки $\sigma_8 = 60$ МПа, от ползучести $\sigma_9 = 100{,}5$ МПа.

Для выяснения совпадения теоретических потерь преднапряжения с фактическими авторы изучили степень влияния условий заводской технологии на усадку и их отклонения от расчетных значений.

Исследования проводили в процессе изготовления комплексных армоцементных оболочек на Калининградском заводе ЖБИ-1. Оболочки размером 24×3 м армировали высокопрочными канатами Ø 15 К-7 по три в каждом бортовом элементе. Усилие натяжения контролировали по удлинению канатов и манометру домкрата.

Оболочки изготовляли на открытом полигоне завода по стендовой технологии. Бетон в оболочках и кубиках твердел при пропаривании под колпаком и через бортоснастку. За 10 мес с сентября по июль, т. е. при самых разнообразных атмосферных влияниях, потери напряжений в канатах изучали в двенадцати оболочках на стендах заводского полигона.

Показатели, по которым определяли потери, находили в три этапа: вначале фиксировали проскальзывание прядей в момент передачи усилий натяжения с упоров на бетон, а затем после их 3-суточного выдерживания. После этого замеряли укорочение бортовых элементов под воздействием усилий преднапряжения после их передачи на бетон с выдерживанием 8...33 сут.

Величину проскальзывания канатов с обоих торцов фиксировали индикаторами часового типа, закрепленными непосредственно на концах канатов, а укорочение бортовых элементов — штангенциркулем. Перемещения с обоих торцов оболочек суммировали и по соответствующим формулам определяли фактические значения потерь напряжений.

На рис. 1 представлена диаграмма фактических потерь преднапряжения, проявившихся в момент передачи усилий натяжения с упоров на бетон, а также с учетом 3-суточного выдерживания. На диаграмме они изображены точками в образцах 2...4, 6...8 и 10...12.

При анализе диаграммы установлено различие величин проскальзывания канатов, а следовательно, и потерь преднапряжения практически в каждом бортовом элементе. В результате и средние суммарные потери преднапряжения от проскальзывания канатов также оказались различными в каждом элементе.

Из рис. 1 следует, что первоначальные потери преднапряжений проявляются, в основном, в момент передачи усилий натяжения канатов с упоров на бетон. Эти потери напряжения проявлялись почти мгновенно. Прирост же потерь при выдерживании за 3-суточный период на втором этапе составил всего 9...14% первоначальных, т. е. оказался незначительным.

Если эти потери считать потерями от усадки бетона, то даже их максимальная фактическая величина у трех оболочек, изготовленных в зимний период, на 20 МПа меньше нормируемых значений ($\sigma_8 = 60$ МПа).

Один из факторов, влияющих на величину таких потерь, заключается в неравномерном уплотнении бетонной смеси при укладке в бортовые элементы по сечению и по всей длине. Об этом свидетельствуют разные показатели проскальзывания канатов с обоих торцов бортовых элементов.

Другим фактором, от которого зависит величина потерь первого вида, является показатель прочности бетона в момент передачи усилий на бетон, время твердения которого колеблется в зависимости от атмосферных условий, замедлялась в зимний период.

Эта зависимость достаточно четко прослеживается на рис. 1, 2. Условной

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

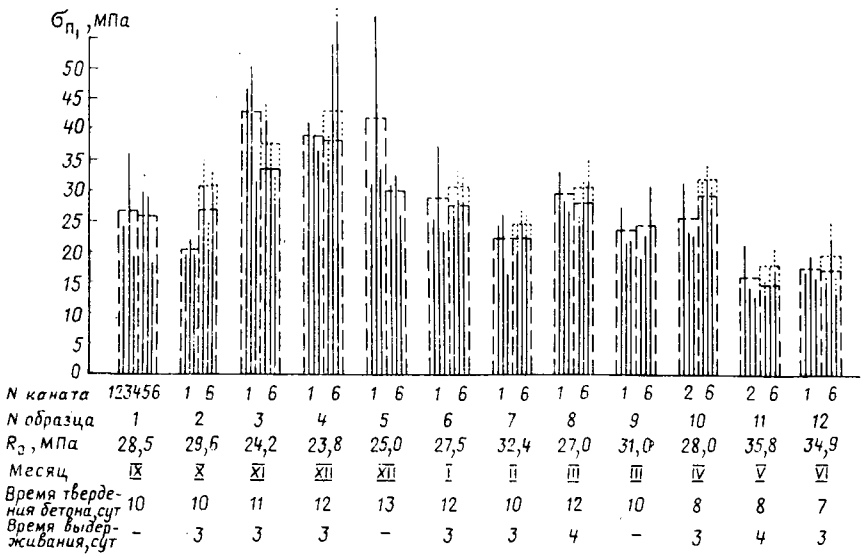


Рис. 1. Диаграмма потерь преднапряжения в момент передачи усилий натяжения на бетон
———— — потери напряжения в канатах в момент передачи усилий натяжения на бетон;
— — — — усредненные потери напряжения в арматуре левого и правого бортового элемента;
. . . . — потери напряжения в канатах после 3-суточного выдерживания

точкой раздела, после которой показатели потерь повышаются от снижения прочности бетона или снижаются при росте прочности, оказался показатель прочности бетона, равный 28 МПа, что соответствует в наших экспериментах 70% класса бетона.

На рис. 3 приведены результаты замеров потерь преднапряжения арматуры в бортовых элементах после передачи усилий на бетон с учетом временного фактора. В отличие от первого этапа характер проявления потерь на третьем этапе испытаний оказался замедленным. Продолжительность наиболее интенсивного их проявления отмечалась в основном до 14 сут. Дальнейшее нарастание потерь вплоть до 33-суточного выдерживания было мало заметно,

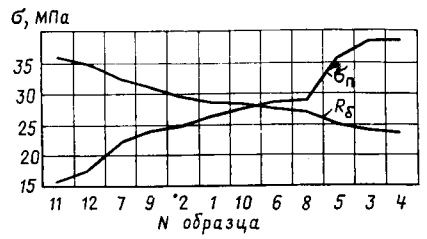


Рис. 2. График зависимости потерь преднапряжения от прочности бетона при передаче усилий натяжения на бетон

что подтверждает существующую зависимость от процесса твердения бетона и срока достижения им проектной прочности с момента передачи усилий натяжения на бетон.

На диаграмме (см. рис. 3) отчетливо просматривается более равномерные

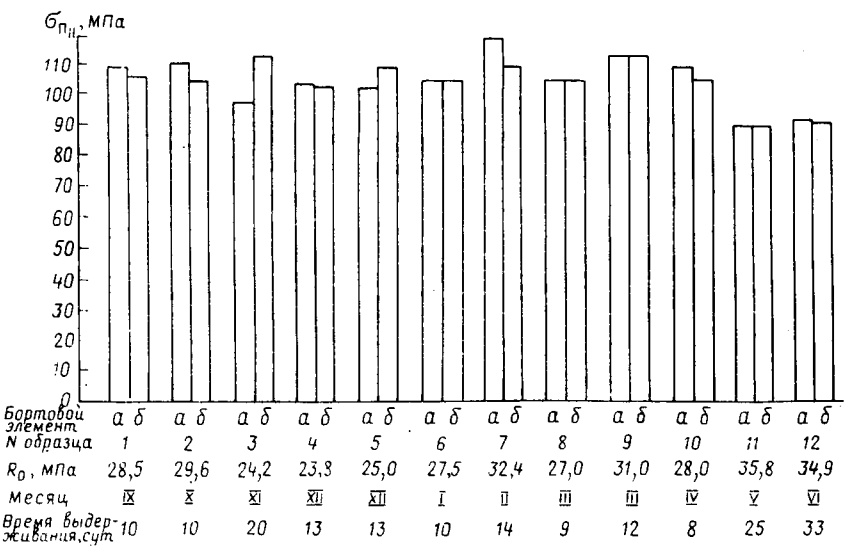


Рис. 3. Диаграмма потерь преднапряжения от ползучести бетона
а — левый бортовой элемент; *б* — то же, правый

по величине потери напряжения, чем это проявилось на первом этапе испытаний (см. рис. 1). Расхождение составляет $<5\%$, хотя их средняя абсолютная величина превышает расчетную ($\sigma_9 = 100{,}5$ МПа) на 8...10%, кроме последних двух оболочек, в которых потери оказались на 15% меньше расчетных.

Значительное отклонение показателей потерь в последних двух оболочках от остальных связано с более высокой прочностью бетона (на 28%) в момент передачи усилий натяжения на бетон.

Выводы

В период испытаний выявились два характерных вида потерь преднапряжения: мгновенно проявляющиеся от усадки и уплотнения бетона вокруг канатов при передаче усилий натяжения на бетон и замедленные — в результате ползучести бетона под воздействием усилий преднапряжения арматуры на бетон.

Интенсивность усадки и ползучести, так же как и нарастание потерь напряжения в арматуре, зависит от прочности бетона. Учитывая эту зависимость, целесообразно в осенне-зимний период показатель прочности бетона для передачи усилий натяжения с упоров на бетон повышать до 80% проектной, вместо 70% по нормам, и тем самым снижать фактические потери от ползучести, чтобы они не превышали расчетных. Показатель потерь от усадки при этом можно принимать в расчетах без коэффициента 1,5.

Новые изобретения

№ 20*

А. с. 1399415 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/58. **Узел опирания металлической формы блочного покрытия на колонну** / Е. С. Долгинов, О. М. Фукс (СССР); Днепрпроектстальконструкция.

А. с. 1399416 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/70. **Стеновая панель** / А. Е. Биховскис, А. А. Лаукайтис, Г. А. Тарвидас и др. (СССР); ВНИИ теплоизоляционных и акустических строительных материалов и изделий.

А. с. 1399424 СССР, МКИ³ Е 04 С 3/30. **Строительный элемент** / Г. Д. Гачечиладзе, Д. И. Коркия, А. Г. Гачечиладзе, Г. Д. Коркия (СССР); Грузинский политехнический ин-т.

А. с. 1399428 СССР, МКИ³ Е 04 G 9/10. **Арматурный опалубочный элемент** / Ю. Г. Казакин, Б. К. Михайлов, А. В. Устенко (СССР); ЛИСИ.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.012.4

А. Я. БАРАШИКОВ, д-р техн. наук, Ю. А. КЛИМОВ, канд. техн. наук,
А. В. ЯКОВЕЦ, инж. (Киевский инженерно-строительный ин-т)

Работа трехшарнирных рам при переменных длительных нагрузках эксплуатационного уровня

Одной из наиболее применяемых несущих конструкций производственных зданий сельскохозяйственного назначения являются трехшарнирные железобетонные рамы. Особенность их работы — свободное вертикальное перемещение конькового узла, что приводит к изменению первоначальной расчетной схемы и существенному увеличению действующих усилий, в первую очередь изгибающих моментов. Это вызывает необходимость рассчитывать рамы с учетом полученных перемещений, т. е. по деформированной схеме. Сложность построения такой схемы заключается в одновременном учете геометрической и физической нелинейности, а также длительности нагружения в рамках этого режима.

До настоящего времени не проводилось исследований работы трехшарнирных железобетонных рам при длительных переменных воздействиях, а результаты кратковременных испытаний свидетельствуют о существенном влиянии перемещений (деформированной схемы) на прочность и трещиностойкость таких конструкций.

Для изучения влияния реального режима нагружения на работу трехшарнирных железобетонных рам был проведен натурный эксперимент на образцах серии РЖУ (рамы этой серии широко применяются в УССР). За опытный образец была принята составная железобетонная рама пролетом 18 м с высотой стойки 5,7 м и расчетной эквивалентной равномерно распределенной нагрузкой, близкой к 15 кН/м. По данным кратковременных испытаний конструкция обладала наибольшей деформативностью.

Испытания производили на специальном стенде. Испытывали отдельную полураму с реализацией граничных условий, соответствующих ее работе в составе рамного поперечника. Полураму загружали симметричной вертикальной нагрузкой в виде сосредоточенных сил, приложенных в местах опирания элементов покрытия. Внешняя нагрузка создавалась усилием предварительно протарированных пружин.

Для сопоставления полученных данных о перемещениях, ширине раскрытия трещин и разрушающей нагрузке было испытано два опытных образца полурам при длительном переменном и кратковременном нагружении. Опытные конструкции изготовляли на Ракитнянском заводе ЖБИ Киевского облагростроя. Принципиальная схема армирования ригеля и стойки полурам приведена на рис. 1.

Во время эксперимента, продолжавшегося 75 сут, предусматривалось моделирование трехлетнего срока работы конструкции в эксплуатационном режиме.

В течение каждого «годового» цикла продолжительностью 25 сут полураму загружали внешней нагрузкой двух уровней: равным длительно действующей части расчетной нагрузки; равным полной расчетной нагрузке, включая снеговую по всему пролету ригеля, которые соответственно составляли $\eta_l = 0{,}41$ и $\eta_{tot} = 0{,}63$.

На основании комплексных погодно-климатических графиков число снеговых перегрузок в течение одного года эксплуатации принималось равным трем. Циклическое воздействие снеговых перегрузок реализовывалось при повышении нагрузки от уровня постоянной длительно действующей до полной расчетной с последующей разгрузкой до прежнего уровня. Продолжительность цикла нагрузка — разгрузка составила 6 сут. Режим загружения опытной полурамы представлен на рис. 2. После завершения длительных испытаний первый образец доводили до разрушения.

Второй образец загружали монотонно возрастающей нагрузкой. Внешняя нагрузка создавалась усилием гидравлических домкратов, расположенных в местах установки пружин при длительных испытаниях, и передавалась ступенями величиной 0,1 расчетной. Уровням расчетной длительно действующей, полной нормативной и расчетной нагрузкам соответствовали фиксированные ступени загружения.

В процессе испытаний для построения фактической деформированной схемы перемещения измеряли в пяти характерных точках полурамы — в трех по длине ригеля (вертикальные) и в двух по высоте стойки (горизонтальные). С помощью компаратора измеряли деформации бетона в наиболее напряженных зонах, вели постоянное визуальное наблюдение за процессом трещинообразования: фиксировали образование, развитие и измеряли ширину трещин.

Величины перемещений, деформации бетона и ширину раскрытия трещин в процессе длительных испытаний измеряли дважды: сразу после увеличения нагрузки от уровня длительно дейст-

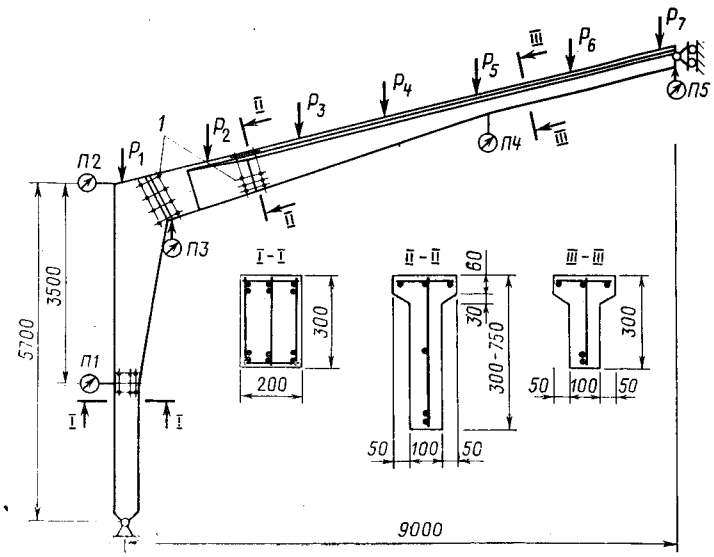


Рис. 1. Схема загружения, установки приборов и армирования опытной полурамы
1 — зоны измерения деформаций бетона

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вующей до полной и после выдержки. Аналогичные измерения производили и после уменьшения нагрузки до уровня длительно действующей.

В результате испытаний получены данные о влиянии эксплуатационного режима загружения на деформативность, трещиностойкость и прочность опытных полурам. Отмечено значительное увеличение перемещений ригеля и стойки опытной полурамы. При этом основной их прирост происходил в период первого «годового» цикла, к концу которого они составили 30...40 и 10...15% по сравнению с началом цикла соответственно на уровне длительно действующей и полной нагрузки.

При последующих циклах рост перемещений происходил менее интенсивно. Так, на уровне длительно действующей нагрузки увеличение перемещений на «втором» и «третьем» «годовых» циклах составило 25...30 и 3...5% перемещений, полученных на первом цикле. Аналогичная картина зафиксирована и на уровне полной нагрузки.

Графики изменения перемещений по циклам для двух наиболее характерных узлов полурамы — конькового и карнизного — приведены на рис. 2,*б*.

Стабилизация процесса деформирования к концу третьего «годового» цикла позволяет считать, что при испытаниях получены практически максимальные перемещения полурамы. В целом, по сравнению с кратковременными загружениями, они возросли на 50...70% на уровне длительно действующей и на 15...25% на уровне полной расчетной нагрузки.

Анализ позволил установить, что рост перемещений происходил в основном за счет накопления остаточных перемещений при разгрузке до уровня длительно действующей нагрузки. Причем величина этих перемещений уменьшалась в пределах «годового» цикла, а также от цикла к циклу.

Накопление остаточных перемещений явилось следствием проявления неупругих деформаций бетона, о чем свидетельствовали результаты их измерений в наиболее напряженных зонах полурамы, а также развития процесса трещинообразования, сопровождающегося увеличением ширины их раскрытия.

Так же как и рост перемещений, наиболее интенсивно накопление неупругих деформаций бетона, образование новых трещин, развитие и раскрытие существующих происходило во время первого «годового» цикла. За этот период ширина раскрытия основной массы трещин увеличивалась на уровне длительно действующей нагрузки с 0,05...0,10 до 0,10...0,20 мм, а на уровне полной — с 0,10...0,15 до 0,10...0,25 мм. При этом наибольшее раскрытие имела диагональная трещина в карнизном узле полурамы, ширина ее увеличилась с 0,1 до 0,25 и с 0,2 до 0,3 мм соответственно на уровнях длительно действующей и полной нагрузки.

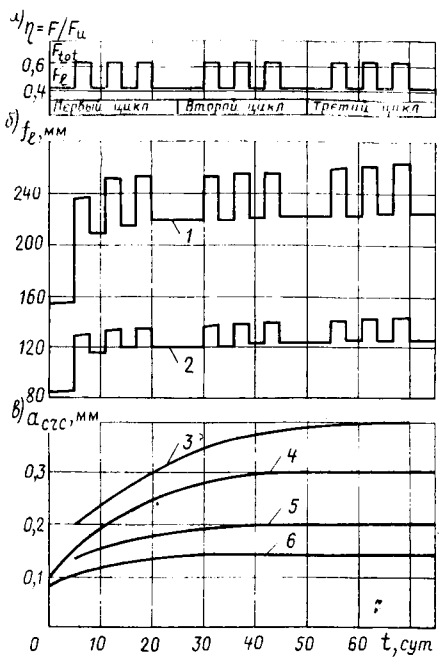


Рис. 2. Режим загружения (*а*), изменение перемещений узлов полурамы (*б*) и ширины раскрытия трещин (*в*)

1 — коньковый узел; *2* — карнизный узел; *3* — диагональная трещина на уровне полной нагрузки; *4* — то же, на уровне длительно действующей нагрузки; *5* — нормальные трещины на уровне полной нагрузки; *6* — то же, на уровне длительно действующей нагрузки

На втором и третьем «годовых» циклах рост ширины раскрытия трещин вначале замедлялся, а затем практически прекратился.

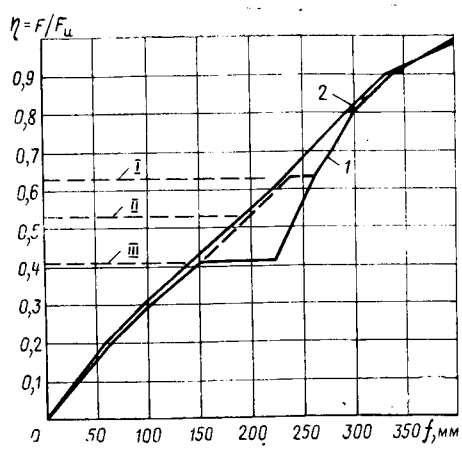


Рис. 3. Перемещение конькового узла опытных полурам

1 — полурама, испытанная длительной переменной нагрузкой; *2* — полурама, испытанная монотонно возрастающей нагрузкой; *I* — уровень полной расчетной нагрузки F_{tot}; *II* — уровень нормативной нагрузки F_n; *III* — уровень длительно действующей нагрузки F_l

Характер приведенных на рис. 2, *б* и *в* графиков свидетельствует о полном соответствии между процессами деформирования и раскрытия трещин опытной полурамы с их стабилизацией к концу третьего «годового» цикла.

После завершения длительных испытаний и загружения полурамы монотонно возрастающей нагрузкой до разрушения перемещения увеличивались менее интенсивно, чем полурамы, испытанной кратковременной нагрузкой. Разрушение произошло в результате текучести растянутой арматуры в зоне стыка ригеля и стойки с последующим раздроблением бетона сжатой зоны. Перемещения обеих опытных полурам были близки одна другой, близкими оказались и величины разрушающих нагрузок. Графики перемещений конькового узла опытных полурам приведены на рис. 3.

Аналогичный характер зависимости между нагрузкой и перемещениями, а также величинами разрушающих нагрузок при кратковременном и длительном загружении был зафиксирован и при испытании гибких железобетонных стоек [1].

По результатам испытаний были построены деформированные схемы полурамы при трех уровнях нагрузки — нормативной, расчетной и разрушающей, выполнены статические расчеты по фактической деформированной и недеформированной схемам. В результате установлено, что изгибающие моменты и поперечные силы в сечениях полурамы, определенные по фактической деформированной схеме, выше, чем вычисленные по недеформированной. Так, при нормативной нагрузке изгибающие моменты и поперечные силы увеличились соответственно на 6...10 и 3...6%, при расчетной нагрузке соответственно на 8...12 и 5...10%, а при разрушающей — соответственно на 12...18 и 8...12%. При этом несущая способность полурамы, определенная при фактических деформированной схеме и прочностных характеристиках материалов, близка к опытной, а вычисленная по недеформированной схеме превышала ее на 16%.

Фактически установленное существенное увеличение усилий требует выполнения расчета по деформированной схеме трехшарнирных железобетонных рам сельскохозяйственного назначения всех типов, на которые могут быть распространены полученные результаты.

Традиционным для построения деформированной схемы является шаговоитерационный метод [2] с передачей

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

внешней нагрузки ступенями (шагами), итерационным процессом на каждой из них и постоянной корректировкой жесткостных параметров по мере увеличения нагрузки при переходе от ступени к ступени. Этот достаточно трудоемкий метод при расчете трехшарнирных железобетонных рам может быть существенно упрощен.

Как показали расчеты, деформированная схема рамы с достаточной точностью может быть построена после двух шагов последовательных приближений. На первом шаге, описывая раму стержневой системой и предполагая отсутствие трещин, определяются усилия M и N в стержнях. Затем по усилиям проверяется условие образования трещин, и в зависимости от этого по методике СНиП 2.03.01—84 определяют изгибные жесткости стержней.

Расчет повторяется (второй шаг) при вычисленных значениях жесткостей, и по полученным в результате перемещениям узлов соединения стержней строится деформированная схема рамы. Схема принимается в качестве расчетной при определении усилий при различных сочетаниях нагрузок и расчетах прочности и трещиностойкости.

Описанный способ построения деформированной схемы, как показало сопоставление с опытом, обладает достаточной для проектирования точностью. Расхождения в перемещениях основных узлов рамы не превышают 15, а в усилиях — 3% по сравнению с вычисленными по фактически деформированной схеме.

Выводы

Проведены исследования и установлено влияние эксплуатационного режима нагружения на прочность, деформативность и трещиностойкость трехшарнирных железобетонных рам сельскохозяйственного назначения. Разработан практический способ построения деформированной схемы для такого класса конструкций, который может быть применен при проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чистяков Е. А., Марданов К. А. Несущая способность гибких железобетонных колонн при совместном действии длительных и кратковременных нагрузок // Новые исследования элементов железобетонных конструкций при различных предельных состояниях. — М.: НИИЖБ, 1982. — С. 124—127.
2. Крылов С. М. Физическая и геометрическая нелинейность железобетонных конструкций и ее учет в расчетах и проектировании // Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1986. — С. 4—6.

УДК 69.057.2

М. И. КОЛЯКОВ, канд. техн. наук, М. А. ХАЗАРАДЗЕ, инж. (КиевЗНИИЭП)

Огневые испытания керамзитобетонных объемных блоков

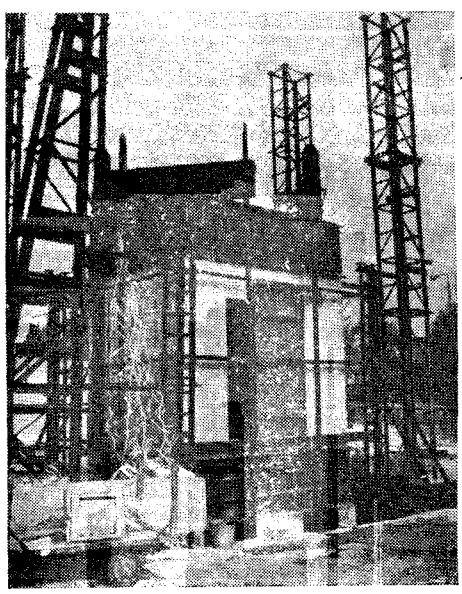
Накопленный в институтах Госкомархитектуры и КиевЗНИИЭПе опыт показывает, что повысить индустриальность строительства в первую очередь можно применением в крупнопанельных зданиях объемных блоков полной степени заводской готовности.

По результатам исследований КиевЗНИИЭПа, ЦНИИЭП жилища, НИИСКа и др. основная трудоемкость на стройплощадке приходится на монтаж санитарно-технического и кухонного оборудования, лестнично-лифтовых узлов, мелкоразмерных элементов цоколя и фундаментов. КиевЗНИИЭПом было предложено применять в массовом строительстве жилых зданий на стройплощадке объемные блоки кухонь, санузлов, лестнично-лифтовых узлов полной степени заводской готовности.

По этой проблеме в 1983—1987 гг. в институте были проведены всесторонние статические исследования объемных блоков, изготовлены формующие установки, разработан экспериментальный проект крупнопанельного жилого дома с объемными блоками кухонь и санузлов. Объемные блоки для экспериментального строительства изготовлены в КиевЗНИИЭПе, а строительство осуществлено Главкиевгорстроем. Работы получили положительные оценки Главкиевгорстроя и Госкомархитектуры. Все это создало необходимые предпосылки для перевода крупнопанельных домов с объемными блоками из экспериментального в массовое жилищное строительство.

Для ускорения внедрения объемных блоков кухонь и санузлов для крупнопанельных зданий были проведены натурные огневые испытания для проверки их соответствия требованиям стандарта СЭВ 1000—78 по предельным состояниям огнестойкости с последующей разработкой рекомендаций по внедрению.

Рис. 1. Общий вид установки



Объемный элемент кухонь ОБК-1ЛА и ОБК-1ПА — это керамзитобетонный колпак размером 2730×3060×2650 мм плотностью $\gamma = 1650$ кг/м³, класса В15. Он устанавливается на железобетонную ребристую плиту и соединяется с ней путем сварки закладных деталей. Стенки колпака гладкие. Продольные, примыкающие к смежному блоку, имеют толщину 60, противоположная стена — 80, поперечные стены — 60 мм.

Кухонная плита перекрытия выполняется из железобетона размером 2970×2840×80 мм, $\gamma = 2200$ кг/м³, класса В25. Наружная стеновая панель состоит из двух слоев керамзитобетона с утеплителем из минераловатных плит $\gamma = 1200$ кг/м³, класса В5. Влажность бетона испытываемого элемента в день эксперимента составляла 1,12%.

Натурные исследования проводили в два этапа: огневые испытания фрагмента под нормативной статической нагрузкой и последующее его остывание; загружение остывшего блока статической нагрузкой с доведением до разрушения.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

На рис. 1 показан общий вид установки. Нагрузка на блок передавалась по всему периметру с эксцентриситетом $e=2$ см, интенсивность нормативной вертикальной нагрузки, создаваемой до огневого воздействия, была равна по трем сторонам блока 8,25 т/м, по четвертой стене, на которую опирались плиты перекрытия — 16,5 т/м. Суммарная нормативная нагрузка на блок примерно в 110 т распределялась так, что в расчетных сечениях блоков создавались напряжения, соответствующие принятым в проекте конструкции. Вертикальная нормативная нагрузка создавалась с помощью балочно-стяжечной системы, усилия в которой развивались гидравлическими домкратами, соединенными с механическими насосными станциями. Огневая нагрузка в виде деревянных брусков толщиной 50 мм составляла 390 кг. Влажность древесины не превышала 8%. Для измерения температуры использовали хромель-алюмелевые термопары, горячие спаи которых размещались на высоте 0,65, 1,3 и 1,95 м от уровня пола. Температуру на наружной и внутренней поверхностях стен объемного блока измеряли на уровне 1,3 м от уровня пола (рис. 2) в автоматическом режиме. В процессе опыта контролировали уровень деформаций, а также появление и ширину раскрытия трещин. Все измерения проводили через каждые 3 мин во время пожара. По результатам опытов построены кривые изменения температуры в объеме помещения блока (см. рис. 2). Максимальное приращение температуры примерно 800°С наблюдалось в уровне 1,95 м от пола через 30 мин после зажигания горючей нагрузки.

Продолжительность пожара составила 1 ч 40 мин. Однако уже на 40-й мин отмечался спад температуры в очаге пожара, следовательно, основная масса горючей нагрузки была задействована. В результате изменения температуры во времени отмечалось приращение перемещений контрольных точек по мере возрастания пожара. Наибольших значений перемещения достигали через 25...30 мин после огневого воздействия. Максимально зарегистрированные перемещения граней блока составили 42 мм, что составляет примерно 1/60—1/70 L.

Перемещения граней блока были направлены внутрь, что соответствует расширению разогреваемой зоны и возникающему при этом изгибу из плоскости конструкции. Продольные относительные деформации граней блока, зарегистрированные в различных точках в процессе испытаний, претерпевали существенные приращения во времени и достигли максимального значения на 30...35-й мин огневого воздействия. При этом наибольшие положительные приращения составили примерно $60\cdot10^{-5}$ относительных единиц деформаций (растяжение) и отрицательные, примерно $80\cdot10^{-5}$ (сжатие).

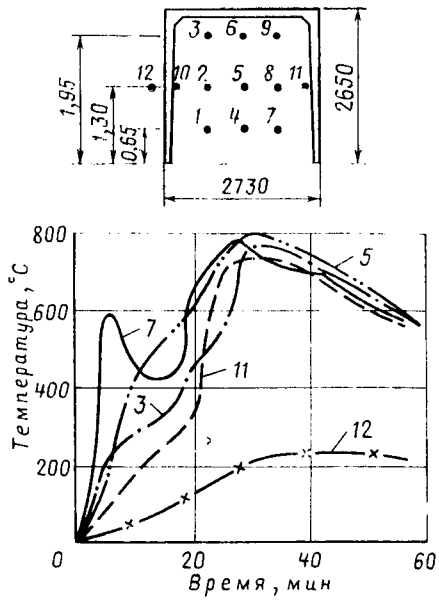
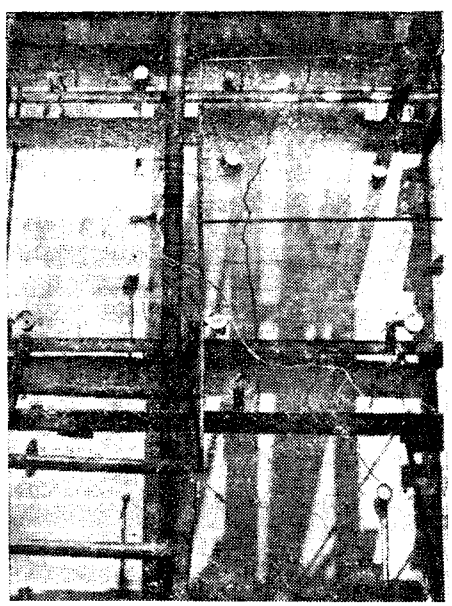


Рис. 2. Схема расстановки термопар и кривые изменения температуры

3 — ——·—·—— высота от уровня пола 1,95 м; *5* — —··— то же, 1,3 м; *7* — ———— то же, 0,65 м; *11* — — — — на внутренней поверхности стены блока; *12* — ———×——— то же, на наружной

Приращение относительных деформаций на $4\cdot10^{-4}$ относительных единиц значительно превышает предельную растяжимость бетона $2{,}7\cdot10^{-4}$ относительных единиц деформации, что привело к раскрытию трещин. Если учесть, что наибольшие относительные деформации удлинения граней блока происходят в горизонтальном направлении, то соответствующее этим деформациям раскрытие трещин должно проявляться в вертикальном направлении. Трещины наблюдались в вертикальном направлении с небольшими наклонами от вертикали в верхней трети блока, что связано с влиянием крышки блока в соседних гранях и свидетельствует о появлении в этой зоне (в отличие от нижних $^2/_3$ блока) касательных напряжений. Максимально зарегистрированная ширина раскрытия трещин составляет примерно 5 мм, минимальная — 0,5 мм (рис. 3).

Рис. 3. Расположение трещин на стене блока



После остывания блока подавляющее большинство трещин закрывалось, остаточная ширина раскрытия не превышала 0,3 мм и лишь одна из них 2,5...3 мм. Это свидетельствует о том, что в результате пожара произошло незначительное изменение формы блока со сдвигом одной грани относительно основания и других граней. Упругих восстанавливающих сил, которыми обладает арматура, было недостаточно для закрытия этой трещины.

Результаты огневых испытаний объемных блоков показали, что объемный блок обладает значительным запасом несущей способности (2,6 $P_{\text{расч}}$) после огневого воздействия; максимально зарегистрированная температура на противоположной поверхности конструкции составляла 230°С, что на 10°С превышало требования СЭВ 1000—78. Однако учитывая, что блоки стыкуются с воздушной прослойкой, повышающей предел огнестойкости, такое превышение температуры не опасно для соседних блоков, поэтому на огнестойкость здания в целом не влияет; проникания огня из очага пожара продуктов сгорания через трещины не наблюдалось. Полученные приращения деформаций объемного блока не влияют на примыкающие к нему конструкции и оборудование помещений. Приращения относительных деформаций и перемещений граней блока полностью соответствуют зарегистрированной картине образования и раскрытия трещин, что свидетельствует о качественно выполненных измерениях силовых и тепловых параметров.

Полученные результаты и установленная на их основе эквивалентная продолжительность пожара для несущих стен объемных блоков, разработанных и изготовленных в КиевЗНИИЭП, позволяет рекомендовать конструкции объемных блоков для массового применения в жилых зданиях.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 725.4:624.012.45.003.13

Ю. М. РЕДЬКО, канд. техн. наук, С. М. КУЗНЕЦОВ, инж. (Новосибирский ин-т инженеров железнодорожного транспорта); Ю. А. РОГАТИН, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Автоматизация технико-экономической оценки эффективности конструкций промышленных зданий

С применением сборных железобетонных конструкций в стране ежегодно возводятся промышленные здания площадью около 50 млн. м². Обоснованный выбор для них наиболее эффективных типовых конструкций позволит рационально применять материалы (арматуру, цемент, заполнители) при минимальных приведенных и трудовых затратах. Для этой цели в НИИЖТ МПС СССР при участии НИИЖБа разработаны многофакторные математические модели для определения технико-экономических показателей сборных железобетонных конструкций на стадии рассмотрения вариантов.

Неполная информация о проекте не позволяет воспользоваться методиками расчета экономической эффективности изделий, предполагающими доработку каждого варианта до уровня рабочих чертежей.

В НИИЖТе создан банк данных [1, 2], позволяющий составить статистические модели технико-экономических показателей железобетонных конструкций промышленных зданий, заменив трудоемкий расчет эффективности изделий в соответствии с [3] решением соответствующего регрессионного уравнения.

В общем случае расчет технико-экономических показателей железобетонных конструкций здания производится по регрессионному уравнению

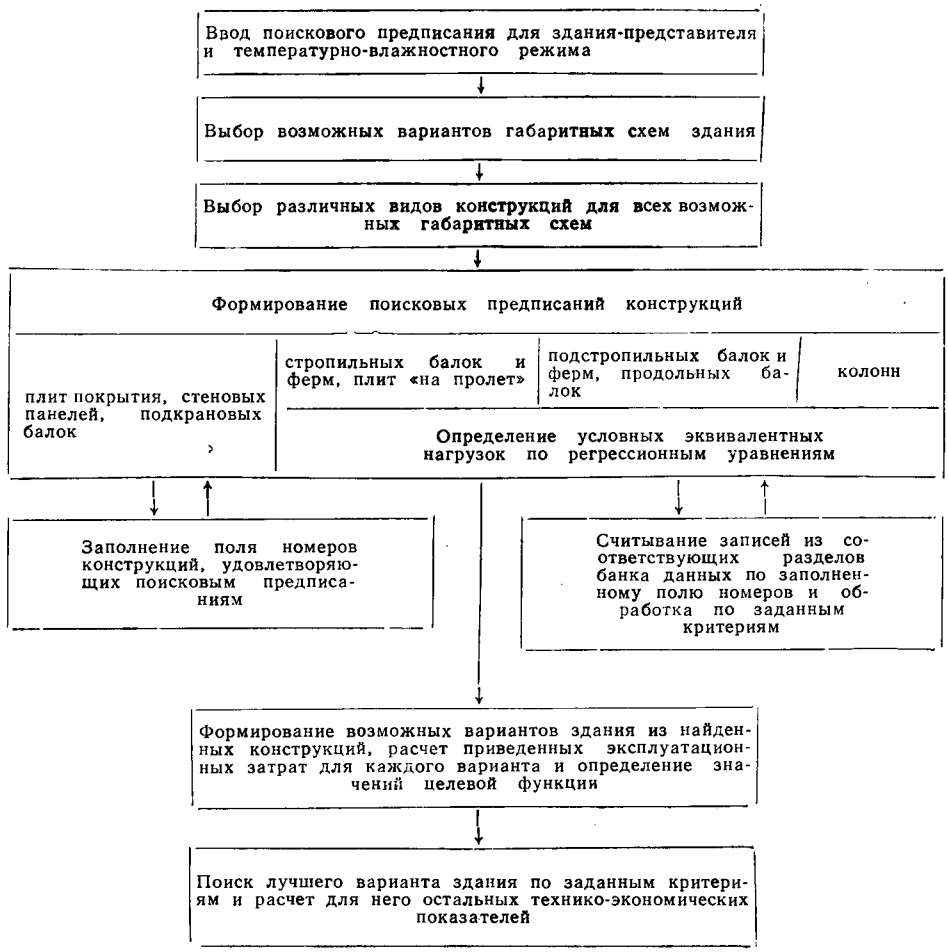
$$F = A_0 + A_1 l + A_2 S + A_3 Б_т + A_4 B + A_5 \gamma_б + A_6 B_{ст} + A_7 B_н + A_8 d_н + A_9 R_s + A_{10} R_{s,\ сеч}, \quad (1)$$

где F — технико-экономический показатель (где $З_к$ — приведенные затраты на конструкцию с учетом повышения качества и долговечности изделий, р.; $С_д$ — расчетная себестоимость «в деле», р.; $С_{ск}$ — расчетная себестоимость, р.; $Т_к$ — трудоемкость изготовления, чел.-ч; $Т_д$ — суммарная трудоемкость изготовления и монтаж, чел.-ч); $A_0 \ldots A_{10}$ — коэффициенты уравнений регрессии; l — длина конструкции (для колонн — высота этажа), см; S — площадь конструкции, м²; $Б_т$ — расход бетона, м³; B — класс бетона, МПа; $\gamma_б$ — плотность бетона, кг/м³; $B_{ст}$ — общий расход стали, кг; $B_н$ — расход напрягаемой арматуры, кг; $d_н$ —

Вид конструкций	F	Коэффициенты уравнений регрессии										
		A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
Плиты покрытия ребристые	$З_к$	—16,9	+1,047	—42,93	+223,88	+3,253	+0,0269	+0,2237	+0,4776	0	—0,195	+0,1201
	$С_{ск}$	—31,4	—0,2788	+6,40	+92,23	+2,220	0	+0,1129	+0,08889	—2,898	—0,08798	+0,05035
	$Т_к$	+0,95	+0,0235	0	—4,774	+0,0379	+0,00108	+0,0117	0	0	0	—0,00152
Стеновые панели из легкого бетона	$З_к$	—77,7	+0,06434	+1,659	+95,10	+0,8459	+0,03515	+0,4662	0	0	0	0
	$С_{ск}$	—34,18	—0,00956	0	+38,72	+1,840	+0,01661	+0,1927	0	0	+0,01903	0
	$Т_к$	+12,54	—0,001513	0	+3,024	0	+0,00722	+0,0130	0	0	0	—0,002509
Подкрановые балки	$З_к$	—43,1	0	0	+139,17	+2,702	0	+0,4769	0	0	—0,6351	+0,4355
	$С_{ск}$	—25,4	0	0	+59,49	+1,913	0	+0,3461	—0,1921	0	—0,5848	+0,3760
	$Т_к$	+11,33	0	0	+3,098	0	0	+0,03076	0	—2,643	—0,00341	0
Стропильные балки прямоугольного, таврового и двутаврового сечения	$З_{ск}$	—177,1	—0,03948	0	+145,19	+5,393	0	+0,3963	+0,08069	—13,30	0	+0,05408
	$С_{ск}$	—99,7	—0,02194	0	+59,88	+3,092	0	+0,188	+0,04871	—10,675	0	+0,03081
	$Т_к$	+4,21	+0,00496	0	+3,419	0	0	+0,0111	+0,01187	—1,010	0	—0,003176
Стропильные балки решетчатые	$З_к$	—219,6	0	0	+182,77	+3,163	0	+0,6323	0	+13,28	—0,3592	+0,2533
	$С_{ск}$	—74,0	0	0	+66,89	+1,420	0	+0,2572	0	+7,356	—0,2398	+0,1586
	$Т_к$	+5,40	0	0	+6,017	0	0	+0,01859	0	+0,8529	0	—0,00209
Стропильные фермы	$З_к$	—747,8	0	0	+175,91	+5,152	+0,1849	+0,5179	0	+13,51	+0,1196	0
	$С_{ск}$	—195,7	0	0	+60,11	+2,576	+0,02060	+0,2548	—0,05477	+10,29	+0,05615	0
	$Т_к$	—5,94	+0,003275	0	+4,082	0	0	0	+0,05451	+2,748	+0,04709	—0,02417
Подстропильные балки	$З_к$	—85,4	0	0	+109,68	+1,676	+0,0649	+0,4941	+0,1588	—31,938	—0,3704	+0,2322
	$С_{ск}$	—23,2	0	0	+47,99	+0,7949	+0,000058	+0,2050	+0,06564	—5,814	—0,2128	+0,1813
	$Т_к$	+1,76	0	0	+5,56	+0,0197	+0,0000086	+0,01136	+0,007513	—0,686	+0,012	—0,00952
Колонны прямоугольного сечения	$З_к$	+1,59	0	0	+101,42	+0,5745	0	+0,3459	0	0	0	0
	$С_{ск}$	—4,63	0	0	+41,86	+0,4098	0	+0,1707	0	0	0	0
	$Т_к$	+0,69	+0,001285	0	+4,144	+0,03505	0	+0,006069	0	0	0	0
Панели-оболочки КЖС	$З_к$	—225,1	—0,15483	0	+227,47	+4,3072	+0,04137	0	+0,60987	+13,287	—0,31722	+0,20122
	$С_{ск}$	—96,2	—0,0255	0	+71,930	+2,2653	0	+0,14156	+0,07754	0	0	+0,01521
	$Т_к$	+5,60	+0,00609	0	0	0	+0,00363	+0,02159	—0,00985	—0,38257	+0,00681	—0,005 23

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 1. Схема экономико-математической модели формирования и оценки одноэтажных зданий-представителей



диаметр напрягаемой арматуры, см; R_s — расчетное сопротивление арматуры для первой группы предельных состояний, МПа; $R_{s,\,сеч}$ — расчетное сопротивление напрягаемой арматуры для второй группы предельных состояний, МПа.

Коэффициенты уравнений регрессии $A_0 \ldots A_{10}$ для различных конструкций одноэтажных промышленных зданий приведены в таблице.

Например, уравнение для определения приведенных затрат с учетом повышения качества и долговечности колонн имеет вид

$$З_к = 1,59 + [101,42\,Б_т + 0,5745\,В + 0\,3459\,В_{ст}. \quad (2)$$

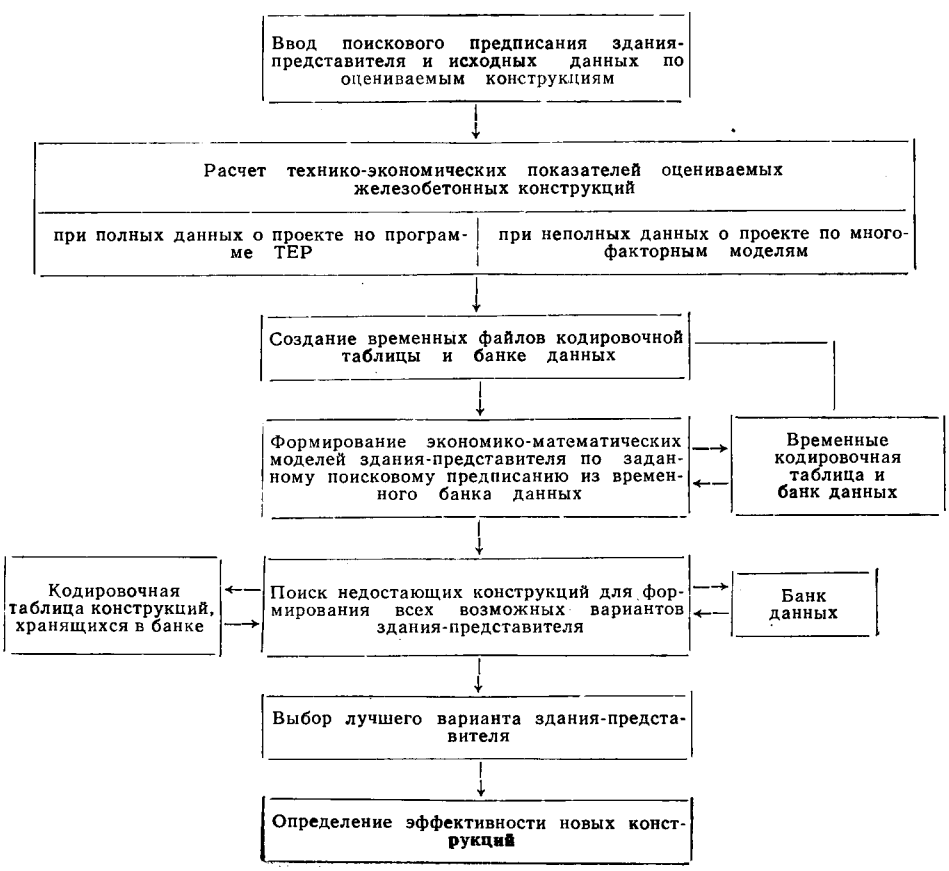
В формуле (1) коэффициенты уравнений регрессии определены с доверительным интервалом 95%, стандартная ошибка моделей составляет около 3% при доле объясненной вариации более 99%. Статистические модели построены на выборках, каждая из которых включает более 100 конструкций. Аналогичные уравнения получены и для конструкций подземной части зданий.

Для упрощения выбора из множества конструкций ограниченного подмножества элементов при компоновке здания с заданными свойствами вводится понятие условного здания-представителя, им служит объемно-планировочный элемент каркасного здания длиной 12 м с заданным числом пролетов, расположенный в средней части температурного блока. При этом предполагается, что изменение технико-экономических показателей практически мало зависит от конструктивного оформления торца, температурного шва и связей. Результаты сравнения зданий-представителей без существенной погрешности можно использовать при оценке реальных объектов.

Для анализа проектных решений определяются также приведенные затраты на возведение и эксплуатацию зданий. За базу разновременных затрат принято начало первого года эксплуатации объекта.

Процесс формирования и оценки зданий-представителей формализован экономико-математической моделью (рис. 1), а соответствующее программное обе-

Рис. 2. Схема технико-экономической оценки железобетонных конструкций в здании-представителе



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

спечение SZP позволило автоматизировать процесс компоновки здания-представителя с заданными свойствами. Для технико-экономической оценки новых конструкций с помощью программы достаточно заменить соответствующие разделы банка данных и кодировочной таблицы.

Схема технико-экономической оценки железобетонных конструкций здания приведена на рис. 2. Она позволяет определить эффективность любого проектного решения изделия независимо от методики, по которой оно рассчитано. Технико-экономические показатели конструкций при наличии полных данных о проекте следует определять с помощью программы ТЕР, отражающей требования [3], в остальных случаях — по многофакторным математическим моделям.

Описанная методика оценки эффективности применяемых в реальных сооружениях железобетонных конструкций является универсальной. Она может использоваться не только для одноэтажных промышленных зданий, но и для других сооружений из сборных конструкций.

Программное обеспечение SZP позволило полностью автоматизировать процесс выбора из множества ограниченного подмножества конструкций для компоновки здания с заданными свойствами (с минимальными приведенными затратами на возведение и эксплуатацию сооружений, стоимостью и т. д.). Оно разработано для ЭВМ ЕС-1022 на алгоритмических языках ФОРТРАН-IV и ПЛ/1. Модульное строение позволяет легко вносить в расчет изменения и приспосабливать его для решения различных задач. Программная компонента SZP наряду с автономным использованием может применяться в системе автоматизированного проектирования конструкций.

Использование программного обеспечения SZP для оценки эффективности проектных решений железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий позволило снизить трудоемкость расчетов на одну конструкцию на 8,0 чел.-ч, себестоимость расчетов на одну конструкцию — на 9,6 р.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов С. М. Система хранения и поиска технико-экономической информации для железобетонных конструкций // Молодежь и научно-технический прогресс в строительстве. — Новосибирск, 1983. — С. 42—45.
2. Кузнецов С. М., Редько Ю. М. Автоматизация процесса построения моделей для оценки проектных решений железобетонных конструкций. — Новосибирск, 1986. — 4 с. — (Информ. листок / Новосиб. межотр. террит. центр; № 269—86).
3. Рекомендации по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования. — М., 1985. — 134 с.

УДК 691.327.33

О. П. ВИНОКУРОВ, Б. П. ФИЛИППОВ, кандидаты техн. наук, Р. Л. СЕРЫХ, д-р техн. наук, А. Д. ПЕРФИЛЬЕВ, инж., А. М. КРОХИН, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Физико-механические свойства неавтоклавных ячеистых бетонов

Неавтоклавный ячеистый бетон (НЯБ) в последнее время находит все более широкое применение как высокоэффективный местный строительный материал в сельскохозяйственном домостроении.

Имеется достаточный опыт производства и применения изделий из НЯБ [1], но пока мало данных об их физико-механических свойствах, особенно при действии длительных нагрузок, что в свою очередь сдерживает их более широкое внедрение в строительстве.

В НИИЖБе были выполнены экспериментальные исследования физико-механических свойств НЯБ в лабораторных и производственных условиях. Для этого были изготовлены серии опытных образцов-кубов с ребром 10 и 15 см, цилиндров диаметром 7 см и высотой 7 и 28 см и призм 15×15×60 см, 10×10×40 см из бетонов различного состава (см. таблицу).

Были определены усадка и морозостойкость ячеистого бетона всех видов. Усадка опытных образцов находится в пределах от 1,2 до 2 мм/м. Образцы выдержали 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания без снижения прочности и потери массы.

№ п. п.	Вид неавтоклавного ячеистого бетона, завод-изготовитель	Цемент марки 400	Расход материалов на 1 м³ бетона, кг			
			известь	песок	порообразователь**	зола
1	Газозолобетон НИИЖБа	290	14,5	143	0,65	270
2	Газобетон Ступинского завода ячеистого бетона*	300	—	280	0,335	—
3	Газозолобетон Иркутского ССК	420	—	—	0,8	600
4	Пенозолобетон Курского МПМК-6	280	—	—	15	240
5	Монолитный газобетон естественного твердения	300	—	—	0,6	330

* Известково-песчаная смесь — 50 кг/м³.
** В составах 1, 2, 3, 5 — газообразователь, в составе 4 — пенообразователь.

Перед испытанием прочностных показателей образцы разделили на группы по средней плотности: 700±50 кг/м³; 800±50 кг/м³; 900±50 кг/м³; 1000±±50 кг/м³; 1100±50 кг/м³; 1200±50 кг/м³.

Испытания образцов при кратковременном нагружении проводили в соответствии с действующими ГОСТами. Определяли плотность и прочность при сжатии (кубиковую и призменную), прочность при растяжении и модуль упругости.

Для измерения продольных деформаций образцов-призм (цилиндров) использовали индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Испытания кубов (цилиндров) на сжатие показали, что при средней плотности от 700 до 1200 кг/м³ их прочность изменяется в пределах от 2,78 до 6,77 МПа, а прочность на растяжение для образцов испытанных серий менялась в пределах от 0,29 до 0,66 МПа.

Отношение прочности НЯБ при растяжении к прочности при сжатии находится в пределах от 0,07 до 0,14 и составляет в среднем 0,1.

Испытания призм (цилиндров) на сжатие показали, что при варьировании средней плотности от 700 до 1200 кг/м³ призменная прочность возрастает от 3,33 до 5,79 МПа, а максимальные деформации сжатия составляют около 2 мм/м.

Начальный модуль упругости образцов испытанных серий изменяется в пределах 2,01...5,95 МПа.

Была определена гарантированная прочность бетонов испытанных серий образцов при сжатии с обеспеченностью 0,95. Коэффициент вариации прочности находится в пределах 0,04...0,17.

На рис. 1 представлен анализ зависимости между начальным модулем упругости НЯБ, маркой по средней плотности и классом по прочности на сжатие. Там же сопоставлены данные исследований [2, 3].

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Из графика видно, что при марке со средней плотностью до 900 г/м³ значения начального модуля упругости соответствуют принятым в СНиП 2.03.01—84, а при марке по средней плотности выше 900 кг/м³ фактические опытные значения ниже нормируемых.

При длительном нагружении неавтоклавного ячеистого бетона испытывали образцы-призмы 10×10×40 см в диапазоне уровней 0,3...1,0 R_b с интервалом на каждом уровне 0,1...0,05 R_b. Для проведения испытаний на действие длительной сжимающей нагрузки были запроектированы и изготовлены силовые пружинные установки с ручным приводом. Все они были протарированы, однако для повышения точности контроля сжимающей нагрузки часть образцов была испытана с использованием динамометров ДОСМ-3 и ДОСМ-5.

Одновременно с установкой призм на длительное нагружение в тех же помещениях были установлены контрольные образцы для определения деформаций усадки. Длительную прочность определяли на образцах-призмах из газозолобетона и газобетона.

Испытания показали, что при уровне нагружения 0,8...0,95 образцы разрушались в среднем через 2...7 мес, а при уровне нагружения ниже 0,8 разрушения в течение 1,5 лет не произошло.

На рис. 2 представлена зависимость длительного сопротивления бетона от времени выдержки под нагрузкой в логарифмической шкале. Для сопоставления на этом графике нанесли опытные данные для бетона тяжелого [4] и на безобжиговом зольном гравии [5].

Несмотря на большой разброс результатов, из графика видно, что длительная прочность неавтоклавного ячеистого бетона от тяжелого и бетона на БЗГ отличается мало, а в отдельных случаях опытные точки расположены даже выше, чем для указанных бетонов.

Теоретически длительная прочность НЯБ была определена по формуле [6]

$$\eta = \frac{R_g}{R_b} = \frac{m R_b}{R_{b\,(28)}} \times$$

$$\times \sqrt{\frac{E_{b\,(28)}}{E_b}\left(\frac{1}{1+E_{b\,(28)}\,C}\right)} = 0{,}781, \quad (1)$$

где $R_{b(28)}$, $E_{b(28)}$ — призменная прочность и модуль упругости бетона в момент загружения длительной нагрузкой; R_b, E_b — то же, в возрасте бетона 1...2 г.; C — удельные деформации ползучести бетона; $m = \frac{R_b^*}{R_b}$ — отношение кратковременной прочности бетона с учетом предшествующего длительного загружения при уровне $0{,}3R_b$ и кратковременной прочности бетона, загруженного впервые.

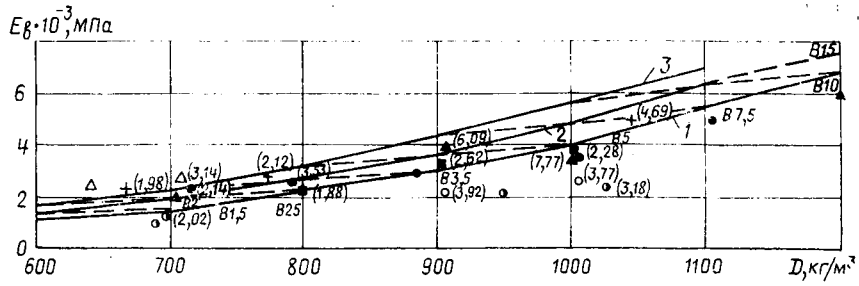


Рис. 1. Зависимость между начальным модулем упругости неавтоклавного ячеистого бетона, маркой по средней плотности и классом по прочности на сжатие

1, 2, 3 — минимальные, средние и максимальные нормируемые значения модуля упругости по СНиП 2.03.01—84; в скобках — среднее значение прочности на сжатие с обеспеченностью — 0,95; серии образцов: I — ●; II — ○; III — △; IV — ▲; V — ■; VI — X [3]; VII — ●, ▲ [2]

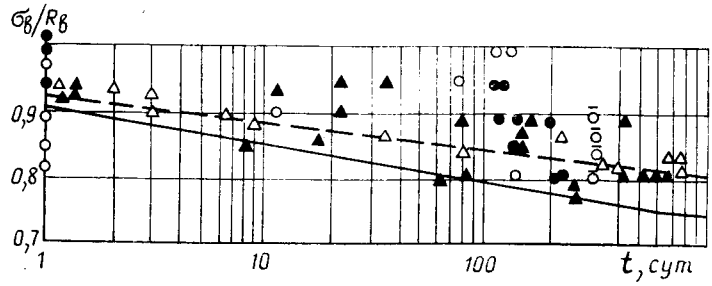


Рис. 2. Длительное сопротивление бетона

○, ● — неавтоклавный газобетон и газозолобетон; ▲ — бетон на безобжиговом зольном гравии; (— —), △ — тяжелый бетон; (—)— теоретическая кривая для НЯБ по [5]; ⊙ — образец под нагрузкой

Анализ данных, используемых в формуле (1), показал, что с течением времени прочность незагруженных образцов возросла в среднем на 7,5%, а образцов, находившихся под нагрузкой при уровне $0{,}3R_b$, — на 34%. Было отмечено снижение модуля упругости неавтоклавного ячеистого бетона в ненагруженных образцах, а также в образцах, находившихся под действием длительной сжимающей нагрузки.

Полученные данные по длительному сопротивлению НЯБ позволяют рекомендовать коэффициент условий работы γ_{b2}, используемый при расчете и проектировании конструкций, равным

$$\gamma_{b2} = \eta \frac{R_b}{R_{b\,(28)}} \approx 0{,}85. \quad (2)$$

Результат испытаний на усадку представлен на рис. 3. Здесь же приведены графики изменения относительной влажности воздуха и температуры помещения.

Относительная усадка НЯБ находится в пределах $(120...200)\cdot 10^{-5}$, а через 6...8 мес деформации усадки затухают.

Для оценки ползучести неавтоклавного ячеистого бетона определяли удельные деформации ползучести

$$C(t) = \frac{\varepsilon_{1n}(t)}{\sigma_0}, \quad (3)$$

где $\varepsilon_{1n}(t)$ — относительные деформации ползучести; σ_0 — напряжение сжатия призм, МПа.

Удельные деформации ползучести равномерно возрастают в первые 4 мес испытаний, а затем в образцах, имеющих уровень относительных напряжений 0,3, их рост заметно уменьшается и постепенно затухает. В образцах с уровнем напряжения 0,8...0,95 наоборот происходит резкое увеличение удельных деформаций ползучести.

Данные о ползучести неавтоклавного ячеистого бетона позволяют получать значение коэффициента β, учитывающего вид бетона при расчете прогибов сжатых элементов в предельном состоянии при длительном действии нагрузки

$$\beta = 0{,}5\,\varphi_\infty \approx 1{,}75, \quad (4)$$

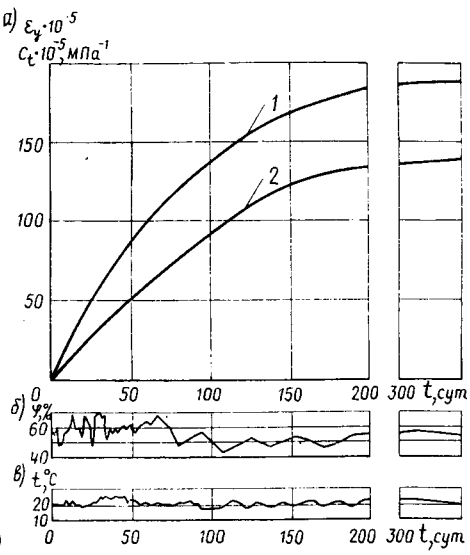


Рис. 3. Развитие деформаций НЯБ во времени (*а*), изменение относительной влажности воздуха (*б*) и температуры (*в*) помещения

1 — деформации усадки; *2* — удельные деформации ползучести при $\sigma_b/R_b = 0{,}3$

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

где $\varphi\infty = C(\infty) \cdot E_b$ — величина характеристики ползучести при полном затухании деформаций ползучести.

Значение коэффициента β в нашем случае выше 1,5, принятого в табл. 30 СНиП 2.03.01—84.

Признаком разрушения образцов из неавтоклавного ячеистого бетона при высоких уровнях нагружения являлось интенсивное развитие деформаций ползучести, приводящее к трещинообразованию, а затем к разрушению. Конечные относительные деформации ползучести при высоких уровнях нагружения достигают перед разрушением 5 мм/м и более.

Выводы

Отношение прочности неавтоклавных ячеистых бетонов при растяжении к его прочности при сжатии составляет в среднем 0,1, а отношение призменной прочности к кубиковой равно 1,0, т. е. призменная прочность соответствует кубиковой.

При марках по средней плотности до *D900* значения начального модуля упругости соответствуют принятым в СНиП 2.03.01—84, а при марках по средней плотности выше *D*900 его нормируемые значения завышены. Поэтому в диапазоне марок неавтоклавного ячеистого бетона по средней плотности *D*600...*D*900 коэффициент по п. 4 примеч. к табл. 18 СНиП 2.03.01—84 следует сохранить равным 0,8, а при *D*900...*D*1200 необходимо вводить понижающий коэффициент, равный 0,7.

Прочность таких бетонов с течением времени возрастает, причем в значительно большей мере в образцах, загруженных сжимающей нагрузкой, равной $0{,}3R_b$, а модуль упругости понижается.

Коэффициент γ_{b2} рекомендуется принимать равным 0,85, а коэффициент β равным 1,75.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Винокуров О. П. Опыт производства и применения неавтоклавных ячеистых бетонов // Строительные материалы. — 1986. — № 7. — С. 6—8.
2. Левин Н. И. Механические свойства блоков из ячеистых бетонов. — М.: Стройиздат, 1960. — С. 5—32.
3. Сахаров Г. С., Виноградов Б. Н., Кропивницкий С. В. Сравнительная оценка надежности газобетона разных видов и структуры // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 6—8.
4. Яшин А. В. Деформации бетона при длительном воздействии высоких напряжений и его длительное сопротивление // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкции. — М.: Госстройиздат, 1969. — С. 38—75.
5. Кудрявцев А. А., Мурзабеков Е. Р. Длительная прочность бетона на безобжиговом зольном гравии // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 29—30.
6. Зайцев Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. — М.: Стройиздат, 1982. — С. 120—130.

УДК 666.972.16:625.7/.8

Е. С. СИЛИНА, канд. техн. наук, Л. И. КОШЕЛЕВА, инж. (НИИЖБ);
Е. А. ПРАНАЙТИС, канд. техн. наук, Ю. А. ЯРУШАВИЧУС, инж. (прест Оргтехдорстрой ЛитССР)

Применение суперпластификаторов в бетоне для дорожного строительства

В последние годы в технологии бетона широко применяют добавки суперпластификаторы. Разработанный НИИЖБом и НИОПиКом Минхимпрома СССР разжижитель бетонных смесей С-3 внедрен уже достаточно широко. С его применением уложено около 6 млн. м³ бетона. Однако в отечественной практике строительства дорог эту добавку используют мало. За рубежом имеется большой опыт внедрения суперпластификаторов в этой области.

Так, в ГДР при строительстве дорог применяют суперпластификатор «Вискомент» — продукт, получаемый на основе сульфированных меламинформальдегидных соединений. Стоимость его в 3 раза выше отечественного. Учитывая это, специалисты ГДР предлагают внедрять «Вискомент» при строительстве пешеходных дорожек, внутриквартальных путей, съездов с основных магистралей, площадок для автомобилей, ремонта городских перекрестков, автобусных остановок, стоянок самолетов и т. д., т. е. там, где невозможно использовать высокопроизводительные бетоноукладчики. При этом укладку, уплотнение и выравнивание бетонной смеси производят вручную.

По стандарту ГДР (TGL—16277) к дорожному бетону предъявляются следующие требования: для обеспечения удобоукладываемости и нерасслаиваемости смеси в ее составе должно быть не менее 400 и не более 500 кг/м³ частиц менее 0,25 мм, включая цемент и заполнитель. Бетон должен содержать не менее 40% щебня массы заполнителя, максимальное значение В/Ц не должно превышать 0,42, объем вовлеченного воздуха 3,5...6,0%.

Высокая подвижность бетонной смеси достигается введением в ее состав суперпластификатора, а морозостойкость бетона — дополнительным введением воздухововлекающей добавки «Лунопласт» и сульфатных щелоков. Подвижность смеси характеризуется расплывом конуса, равным 500...600 мм в соответствии с требованиями стандарта $TGL — \frac{21093}{05}$.

Производственные испытания показали, что литой бетон целесообразнее перевозить в автобетоносмесителях, так как при расплыве свыше 500...520 мм этот вид транспортирования можно использовать не более чем на 5 км. Максимальный пластифицирующий эффект достигается при использовании добавки непосредственно на стройплощадке.

При введении «Вискомента» с водой затворения длительность перемешивания не увеличивается, а при введении в готовую бетонную смесь минимальная длительность дополнительного перемешивания в бетоносмесителе составляет 30...45 с, в автобетоносмесителе — 5 мин (при высокой скорости вращения). Максимальное расстояние и длительность транспортирования литой бетонной смеси с «Вискоментом» в автобетоносмесителе достигают 30 км и 45 мин, а в автомобиле с бункером соответственно 5 км и 20 мин.

Для исключения расслоения смеси высота ее падения при выгрузке не должна превышать 1 м. При выгрузке литой бетонной смеси расстояние между точками подачи смеси составляет 2... 6 м, с одной точки укладывают бетонную смесь на площади 20...40 м². Разравнивать поверхность можно рейкой, граблями, затем загладить.

Бетонную смесь с расплывом 600 мм рекомендуется использовать для бетонирования горизонтальных участков и участков с небольшим уклоном. При укладке участков с уклоном до 3% применяют бетонные смеси с расплывом 500 мм, при уклоне более 3% литые смеси не применяют.

В нашей стране опыт применения С-3 в дорожном строительстве имеется в ЛитССР. В 1981 г. на Ивнавском полигоне железобетонных изделий Укмергское дорожно-строительное управление № 2 начало опытное производство сборных бетонных бордюрных камней, железобетонных плит длиной 6 и 12 м для мостовых конструкций из бетона марки по прочности 40 МПа, по морозостойкости 200. В работе использовали портландцемент М400 Акмянского цементного завода; цемент низкой и средней алюминатности, чистоклинкерный или с добавлением шлака; гранитный щебень Сарского карьера УССР двух

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

фракций 3...10 и 10...20 мм с содержанием пылевидных глинистых и илистых частиц 0,8...2,2%; песок с $M_к$=2,5...3,25; содержание пылевидных, глинистых и илистых частиц до 2%.

Бетон готовили следующего состава: цемент — 420, песок — 785, щебень фракций 5...10 — 275, фракций 10...20 — 780 кг, вода — 170 л, С-3 — 0,5% массы цемента. Осадка конуса бетонной смеси составляла 2...4 см.

Лабораторные испытания показали морозостойкость бетона более 250 циклов, прочность 40 МПа в возрасте 28 сут после пропаривания.

В течение 1985—1986 гг. Вильнюсским дорожно-строительным управлением № 9 при строительстве дороги Вильнюс — Утена выполнено 82 500 м² дорожного покрытия толщиной 22 см из монолитного бетона прочностью 40 МПа с комплексной добавкой па основе С-3.

При устройстве верхнего покрытия дорог использовали бетон прочностью 40 МПа с О. К.=2...4 см. Для приготовления смеси применяли портландцемент марки 500 Акмянского завода, песок и щебень того же качества, что и для сборного бетона. Смесь укладывали механизированным способом с помощью агрегата ДС-111. Состав бетонной смеси на 1 м³ бетона следующий: цемент — 350, песок — 810, щебень фракций 5...10 — 300, фракций 10...20 — 800 кг, вода — 140 л. В комплексную добавку из трех компонентов входило 0,3% СДБ, 0,025% СНВ, 0,5% С-3 массы цемента.

Лабораторные испытания образцов, приготовленных из смеси вышеприведенного состава, показали морозостойкость более 400 циклов, прочность 40 МПа.

При строительстве дорог смесь готовили в бетоносмесителе непрерывного действия и транспортировали автосамосвалами на расстояние 5...50 км. Уход за бетоном с комплексной добавкой на основе С-3 не отличается от ухода за бетоном без добавки.

Введение С-3 позволило обеспечить хорошую удобоукладываемость смеси при высоких требованиях прочности и морозостойкости бетона, заданную шероховатость и толщину покрытия.

В результате использования суперпластификатора в строительстве монолитных дорог получен экономический эффект в размере 2 р. 92 к. на 1 м³ уложенного бетона при сокращении расхода цемента на 60 кг/м³. В строительстве сборных железобетонных элементов дорог применение С-3 позволило уменьшить расход цемента на 90 кг на 1 м³ бетона, получить экономический эффект 2 р. 62 к. на 1 м³ изделий.

УДК 691.81

М. М. АЙДАРОВ, инж., В. Н. КОЛОСКОВ, И. В. КУЗНЕЦОВ, Г. Ю. ФРЕНКЕЛЬ, кандидаты техн. наук (ЦНИИОМТП)

Роботизированный технологический комплекс для изготовления штампованных закладных деталей

Программа ускорения научно-технического прогресса и интенсификации производства сборного железобетона вызывает необходимость поиска новых технологических, технических и организационных решений. Одним из путей реализации этой задачи является внедрение промышленных роботов и робототехнических комплексов (РТК). Анализ результатов проведенных ЦНИИОМТП обследований некоторых предприятий сборного железобетона показал, что арматурные работы являются одними из самых трудо- и энергоемких.

Ручной труд в технологическом процессе изготовления закладных штампованных деталей из-за неравномерной утомляемости рабочих в течение смены приводит к нарушению синхронности выполнения операций и заданного ритма производства. Это вызывает неполное использование производственных мощностей и трудовых ресурсов, увеличение объемов незавершенного производства. Частичная механизация и автоматизация основных операций не дает значительного повышения производительности труда из-за отсутствия механизации вспомогательных операций по установке и снятию деталей с основного оборудования.

При рассмотрении укрупненной схемы технологического процесса изготовления штампованных закладных деталей можно выделить следующие вспомогательные операции: подача листа для резки полос или заготовок на пресс-ножницах, складирование полос или заготовок в кассеты, транспортирование кассет к магазинам-накопителям, загрузка-выгрузка штампа, снятие штамповой оснастки с пресса, установка штамповочной оснастки на пресс, транспортирование ее на автоматизированный склад и со склада на пресс, межстаночное перемещение полуфабрикатов, складирование (упорядоченное) готовых закладных деталей, удаление отходов из рабочей зоны пресса, складирование отходов.

Анализ этих операций показал преобладание загрузки-выгрузки, которые отличаются низкой производительностью, трудоемкостью, монотонностью и требует первоочередной автоматизации. Остальные операции целесообразно автоматизировать при комплексной автоматизации всего технологического процесса, т. е. при создании ГПС по производству штампованных закладных деталей. Наличие большой номенклатуры изготовляемых деталей затрудняет создание и использование специализированных автоматов.

Практика машиностроения показывает, что для мелкосерийного и многономенклатурного производства с частой сменяемостью изделий универсальным средством автоматизации, позволяющим создавать эффективные быстропереналаживаемые автоматические и полуавтоматические линии, являются промышленные роботы. При этом типы роботов, их параметры, а также обеспечиваемый ими уровень автоматизации определяются потребностями производства. Поэтому наиболее полно проблему комплексной механизации и автоматизации изготовления штампованных закладных деталей можно решить внедрением РТК.

Анализ технологического оборудования для штамповки закладных деталей подтвердил целесообразность применения РТК. Это обусловлено не только социально-экономическими, но и технологическими факторами. Широко распространенные фрикционные кривошипно-шатунные прессы для штампования (например, К 2130) имеют полуавтоматический режим работы. Это исключает необходимость какой-либо модернизации прессов при создании РТК и требует лишь незначительного изменения электросхемы управления.

При работе на прессах отпадает необходимость фиксировать заготовки в зоне обработки специальными зажимными устройствами, как например, при обработке резанием. Относительно вы-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

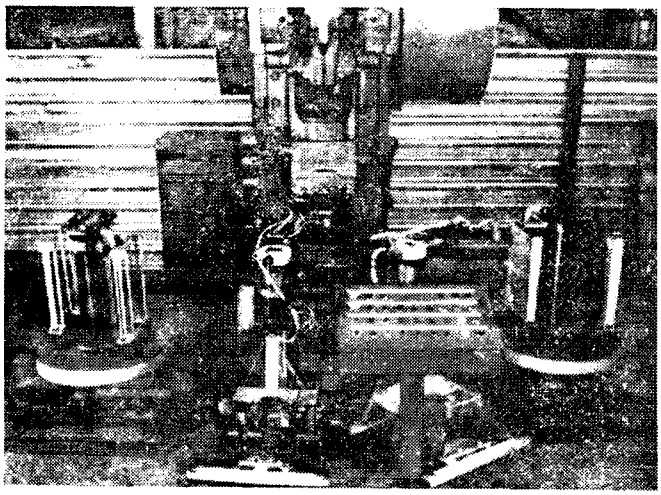


Рис. 1. РТК на Липецком заводе строительных конструкций

сокая стойкость штампов исключает необходимость сплошного контроля качества изделий и их частой смены. Вертикальное расположение рабочих органов большинства прессов позволяет вводить и укладывать заготовки в зону штампования с помощью стандартных манипуляций.

К штампованным закладным деталям, предназначенным для обработки на РТК, относятся единые элементы, которые совмещают в себе монтажную часть, условно называемую пластиной, и анкера из стальных полос толщиной 4 и 6 мм, шириной, кратной 25 мм, являющиеся непосредственным продолжением пластины. Ширина анкеров закладных деталей составляет 25 мм. Для повышения надежности анкеровки в массиве бетона на них выштамповывают односторонние сферические выступы высотой 2...4 мм с шагом 30 мм.

Исходные заготовки должны иметь минимальные заусенцы во избежание их сцепления. Простота и однообразие манипуляций, выполняемых с заготовками при штамповке на прессах, позволяют использовать промышленные роботы с цикловой системой управления и двумя—четырьмя степенями подвижности.

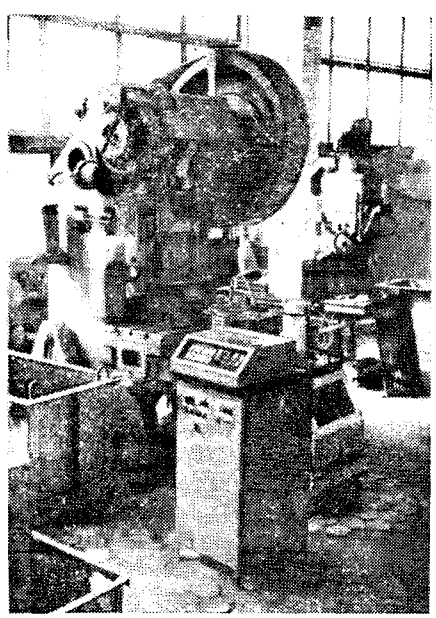
Цикловое управление ограничивает их технологические возможности, однако наряду с высоким быстродействием и точностью они обладают низкой стоимостью, надежностью в эксплуатации и простотой изготовления конструкции. Такие роботы являются неадаптивными, не могут захватывать произвольно лежащую заготовку, требуют организованных технологических условий.

При создании РТК приходится предусматривать разнообразное вспомогательное технологическое оборудование, дополняющее систему пресс — робот. Вспомогательная система РТК предназначается для накопления определенного числа ориентированных заготовок на начальной позиции, поштучной выдачи заготовок и хранения межоперационного задела и при необходимости задела между РТК.

ЦНИИОМТП выполнены технологические и конструкторские работы по созданию РТК для загрузки-выгрузки штампа.

Среди основных задач, которые решались на этом этапе роботизации, можно выделить следующие: упорядоченная подача исходного материала роботом в точку захвата, контроль наличия заготовки в рабочих зонах пресса и их числа в схвате, ряд блокировок,

Рис. 2. РТК на Хорошевском ДСК Главмосстроя



обеспечивающих безаварийную работу РТК.

На рис. 1 показан РТК, разработанный ЦНИИОМТП и внедренный на Липецком заводе строительных конструкций (ЗСК). В состав комплекса, предназначенного для выполнения различных однооперационных штамповок при изготовлении закладных деталей, входят кривошипный пресс, промышленные роботы, магазины выдачи заготовок и приема деталей. Внедрение РТК позволяет автоматизировать захват заготовки с исходной позиции магазина выдачи и перенос ее в рабочую зону пресса, укладку заготовки в штамп, штампование изделия, вынос готового изделия из рабочей зоны пресса в магазин приема, а также быстро путем смены штампа переналадить технологию на штампование нового изделия. Комплекс обслуживается одним оператором. Предложенная планировка РТК не нарушает традиционного линейного расположения оборудования в арматурных цехах и обеспечивает создание удобных транспортных потоков.

Внедрение РТК на Липецком ЗСК при годовом объеме выпуска 1 030 тыс. шт. в год позволило получить годовой экономический эффект 30 тыс. р. за счет повышения производительности труда.

На рис. 2 представлен аналогичный РТК, внедренный на Хорошевском ДСК. От предыдущего он отличается отсутствием магазина приема, так как полученная деталь механическим способом удаляется в контейнер готовой продукции, т. е. роботизируется только операция подачи заготовки в пресс из магазина выдачи. Экономический эффект в этом случае незначительно отличается от результатов внедрения РТК на Липецком ЗСК.

В дальнейшем роботизированные технологические комплексы можно объединить в роботизированную линию и процесс штампования будет полностью автоматизирован. Роботизированная линия по изготовлению штампованных закладных деталей при полном технологическом обеспечении позволяет получить экономический эффект свыше 100 тыс. р.

Разработанная ЦЭКБ Строймехавтоматика ЦНИИОМТП документация с привязкой к месту позволяет роботизировать процесс штампования практически любых закладных деталей. Институт готов оказать техническую помощь заводам строительной индустрии в освоении роботизированных комплексов и линий (127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.057.7:621.867

В. В. ЦЫРО, канд. техн. наук (СКТБ Стройиндустрия)

Новые возможности кассетно-конвейерной технологии

Кассетно-конвейерная технология изготовления плоских изделий, в частности панелей внутренних стен, для крупнопанельного домостроения получила в последние годы достаточно широкое распространение.

Так, в настоящее время работает 15 линий, разработанных СКТБ Стройиндустрия, в том числе в Минсевзапстрое СССР 11, на различных стадиях внедрения находится 11, продолжается их проектирование.

Разработана и испытана формовочная установка для кассетно-конвейерной линии по выпуску панелей перекрытий высотой 3,6 м, запроектированы кассетно-конвейерные линии для изготовления плит перекрытий. Созданы все предпосылки для производства на оборудовании кассетно-конвейерных линий трехслойных наружных стеновых панелей. Опытные панели изготовлены на кассетно-конвейерной линии Ковровского завода КПД Владимирского ДСК в 1987 г. (рис. 1). Панель состоит из наружной и внутренней частей, соединенных металлическими связями. Теплоизоляционный слой выполнен из блоков фенольно-резольного пенопласта. Из данных табл. 1 видно, что экспериментальная панель эффективнее выпускаемых серийно. Опытные панели изготовлены на кассетно-конвейерной линии, разработанной и запроектированной СКТБ Стройиндустрия для производства панелей внутренних стен для домов серии 111-90 с формовочными установками типа 851-А. Схема технологической линии Ковровского завода КПД показана на рис. 2.

Рис. 1. Кассетно-конвейерная линия Ковровского завода КПД

Таблица 1

Показатели	Вариант СКТБ	Серия 111-90
Толщина панели, мм	350	350
Масса панели, кг	1220	2490
Расход стали на изделие, кг	24,4	38,92
Расход стали на 1 м², кг	4,56	5,84

Техническая характеристика линии

Мощность линии (на 150 тыс. м² общей площади в год), тыс. м³/год	19,8
Численность работающих в смену, чел.	6
Съем изделий с 1 м² производственной площади, м³	11,1
Металлоемкость оборудования линии, т	384,6

Кассетно-конвейерная линия на Ковровском заводе КПД работает с 1986 г.

Панели наружных стен изготовляли раздельно (наружную и внутреннюю части). На подвижную форму (матрицу) устанавливали вкладыши для оконного проема и других выемок для стыка. Затем монтировали каркасы для наружной и внутренней частей панели. Технологический цикл выполнялся как для обычных панелей внутренних стен. После вторичной термообработки обе части панели снимали с формы-вагонетки.

Качество формования, в том числе и под оконным проемом, было хорошим. Плотность и прочность бетона под оконным проемом и в других точках панелей были одинаковыми, что проверено визуально и с помощью неразрушающего метода. Это было достигнуто в результате некоторого изменения способа укладки бетона в форму. Обычно при изготовлении внутренних стен бетон укладывают послойно от одного торца к другому при включенных вибраторах. При изготовлении элементов наружной стеновой панели первые слои бетонной

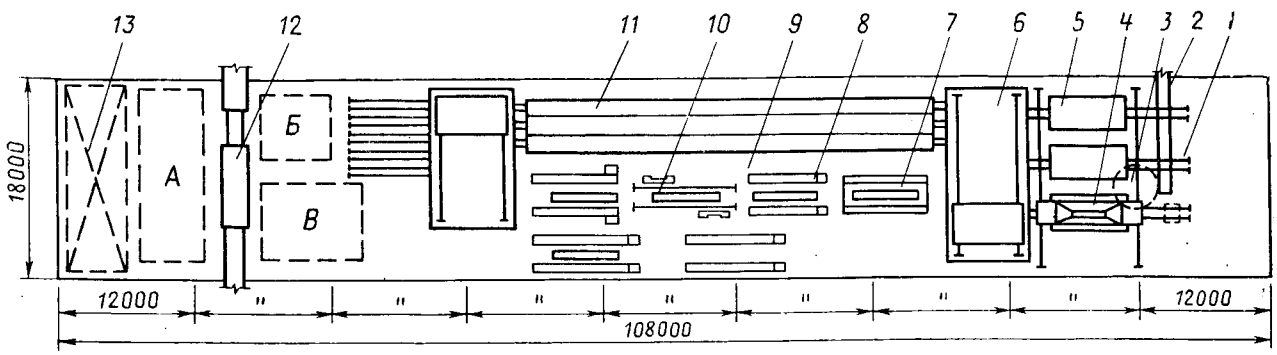


Рис. 2. Технологическая схема кассетно-конвейерной линии Ковровского завода КПД

1 — машина для чистки и смазки формовочных установок; *2* — конвейер; *3* — бетоносмеситель; *4* — бетоноукладчик; *5* — формовочная установка 851-А; *6* — передаточная тележка; *7* — камера предварительного разогрева форм; *8* — стенд акустического контроля; *9* — конвейер подготовки; *10* — машина чистки и смазки форм; *11* — камера ТВО; *12* — самоходная тележка; *13* — мостовой кран; *А* — доводка изделий; *Б* — ремонт; *В* — выдержка изделий

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 3. Трехслойная стеновая панель, изготовленная на Ковровском заводе КПД

смеси укладывали при включенных вибраторах с одного и другого торца панелей одновременно, что и обеспечило хорошее качество уплотнения под оконным проемом. Затем панель собирали отдельно от линии и между железобетонными элементами наклеивали блоки фенольного пенопласта. Наружную поверхность панели окрашивали кремнийорганической краской (рис. 3).

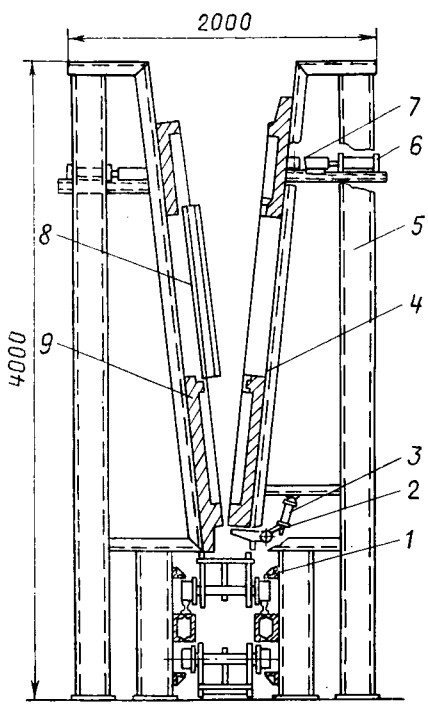


Рис. 4. Схема стенда для сборки трехслойных наружных стеновых панелей
1 — транспортный конвейер; *2* — откидной упор; *3* — пневмоцилиндр; *4* — направляющая; *5* — стойка; *6* — гидроцилиндр; *7* — прижимной ролик; *8* — оконный блок; *9* — наружная и внутренняя части панели наружных стен

Эксперимент подтвердил возможность изготовления наружных стеновых панелей по кассетно-конвейерной технологии с использованием серийного оборудования, разработанного СКТБ Стройиндустрия. Предварительные технико-экономические расчеты показали эффективность рассматриваемой технологии (табл. 2).

Следует отметить, что в технологической цепи практически не требуется никакой доработки, что также подтверждает гибкость кассетно-конвейерных линий и расширяет их технологические возможности. Сборка панели будет осуществляться на сборочно-отделочном конвейере.

При широком внедрении такой технологии необходимо применение механизированных сборочных стендов. В качестве одного из вариантов для создания утепляющего слоя можно использовать пенополиуретан, наносимый в полость панели. Схема сборочного стенда показана на рис. 4. Он располагается в линии отделочно-транспортного конвейера, разработанного Горьковским комплексным отделом СКТБ Стройиндустрия. Такие конвейеры изготовляют в Минсевзапстрое СССР и ими оснащаются кассетно-конвейерные линии, в том числе и линию Ковровского завода КПД. К функциям конвейера относятся: проверка прочности бетона ультразвуковым способом, сборка панели из двух частей и устройства теплоизоляционного слоя, отделка (шпаклевка внутренней поверхности и офактуривание наружной), приемка изделия ОТК, транспортирование на склад готовой продукции. Таким образом обеспечивается качественное изготовление панелей наружных стен полной заводской готовности. Для повышения вариантности фасадных поверхностей на конвейере можно применять такие виды отделки, как окраска кремнийорганическими красками, нанесение декоративных покрытий с использованием различных красителей, латекса, песка, мелкой мраморной крошки и др. В процессе формования лицевой поверхности можно вводить цветные цементы и использовать рельефообразующие металлические матрицы. Кроме того, на конвейере можно наносить слой «дефас» и т. п. Эти мероприятия позволят составить достаточно большую гамму фасадной отделки строящихся домов.

Раздельная технология изготовления наружных стеновых панелей на кассетно-конвейерных линиях достаточно проста и перспективна.

В настоящее время ведущими институтами страны разработаны различные варианты трехслойных стеновых панелей, в том числе на гибких связях, что создает широкие возможности применения кассетно-конвейерных линий для производства панелей наружных стен.

Таблица 2

Показатели	ТП-409-013-12.83 (базовый)	Кассетно-конвейерная технология
Трудозатраты на 1 м³ изделий, чел.-дн.	0,23	0,14
Выработка на одного рабочего, м³	1153,1	1868,5
Масса технологического оборудования, т	680,2	528,5
в том числе формы	522,5	337,5
Съем продукции с 1 м² производственной площади, м³	15,1	21,6
Экономический эффект на 1 м³ изделий, р.	—	1,74
на годовой объем (150 тыс. м² общей площади в год), тыс. р.	—	65,0

Новые изобретения

№ 20*

А. с. 1399429 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/02. **Объемно-переставная опалубка** / Б. И. Корзюк, Е. П. Захарова, Р. И. Кадушкина (СССР).

А. с. 1399430 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/20. **Перекатная опалубка для возведения бетонных сооружений** / Л. К. Шаматава, Н. Н. Мартова, З. Л. Мачавариани, Б. И. Саджая (СССР); Тбилисский филиал Всесоюзного ин-та Оргэнергострой.

А. с. 1399431 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/22. **Скользящая опалубка для возведения бетонных стен** / В. И. Пашкявичюс, А. В. Пятнюнайте, Л. В. Раджюнене и др. (СССР); ЛитНИИСА.

А. с. 1399432 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/00. **Способ возведения сложной стены монолитного здания** / В. И. Пашкявичюс, А. В. Гятнюнайте, Л. В. Раджюнене и др. (СССР); ЛитНИИСА.

А. с. 1399433 СССР, МКИ³ СССР, Е 04 С 21/04. **Переносной бункер для бетонной смеси** / В. В. Молодин (СССР); Новосибирский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1399434 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Способ армирования предварительно напряженных конструкций пролетных строений** / А. И. Боровиков (СССР); Алма-Атинский ин-т инженеров железнодорожного транспорта.

А. с. 1399435 СССР, МКИ³ Е 04 G 23/02. **Устройство для усиления железобетонной колонны** / И. Ф. Буш, Б. А. Гарагаш (СССР); Волгоградский инженерно-строительный ин-т.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 621.929.003

К. М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук, Э. Х. КУШУ, Т. Л. ПОЛЯКОВА, инженеры (НИИЖБ); В. К. ШУТОВ, канд. техн. наук (КузНИИшахтострой); А. А. КУЗНЕЦОВ, инж. (Новосибирский з-д строительных машин)

Резервы повышения производительности смесителей роторного типа

Наибольшее распространение на заводах сборного железобетона получили бетоносмесители принудительного действия роторного типа, промышленные образцы которых выпускают Славянский и Новосибирский заводы строительных машин. По сравнению с гравитационными смесителями они обладают большей производительностью и пригодны для приготовления смесей практически любой марки по удобоукладываемости для бетона всех классов. Однако у них имеются и некоторые недостатки, например, большая энергоемкость приготовления смесей, повышенный износ рабочих органов, низкое качество смесей с крупным заполнителем фракции более 80 мм.

Наиболее важны показатели производительности и надежности работы бетоносмесителей.

Производительность работы смесителей задается продолжительностью одного цикла приготовления смеси (одного замеса) или числом замесов в 1 час. Цикл приготовления смеси включает в себя загрузку исходных материалов, их смешивание, выгрузку готовой смеси и возврат затвора в исходное положение.

Анализ показал, что суммарная продолжительность перечисленных операций, за исключением «чистого» смешивания, составляет 40...55 с. Процесс смешивания занимает 30...50% времени приготовления тяжелых бетонных смесей и более 50% времени приготовления легкобетонных смесей от продолжительности всего цикла. Следовательно, интенсификация процесса смешивания составляющих является важным резервом повышения производительности смесительного оборудования.

Согласно ГОСТ 16349—85 «Смесители цикличные для строительных материалов. Технические условия» бетоносмесители принудительного действия должны обеспечивать не менее 40 замесов в 1 час, т. е. продолжительность одного цикла должна быть не более 90 с. Продолжительность «чистого» смешивания находится в пределах 35..50 с.

Рекомендуемая продолжительность смешивания смесей на плотных заполнителях в смесителях принудительного действия по ГОСТ 7473—85 «Смеси бетонные. Технические условия» равна 50 с, что соответствует производительности 35...40 циклов. Продолжительность приготовления смесей на пористых заполнителях определяется объемом готового замеса, плотностью бетона и маркой по удобоукладываемости.

В соответствии с нормами технологического проектирования* расчетная производительность смесителей принудительного действия при приготовлении смесей для тяжелых бетонов равна 35 замесов в 1 ч без учета коэффициента неоднородности смеси.

Судя по рекламным материалам зарубежных фирм-производителей, время смешивания в смесителях принудительного действия составляет 20...30 с при производительности 55...60 цикл/ч.

Качество приготовления смеси оценивается прочностью бетона и однородностью по прочности.

Коэффициент вариации прочности бетона является универсальным показателем качества приготовления смеси. По ГОСТ 16349—85 качество смешивания считают удовлетворительным, если коэффициент вариации прочности не превышает 8% у смесей с крупным заполнителем и 10% у цементно-песчаных смесей (растворов).

По заданию заводов-изготовителей бетоносмесителей роторного типа Славянского и Новосибирского заводов строительных машин в НИИЖБе были определены качества различных смесей в зависимости от продолжительности их приготовления в смесителях роторного типа: СБ-169 вместимостью* 250/375 л и СБ-146 вместимостью 500/750 л.

Приготовляли смеси различных марок по удобоукладываемости для тяжелых бетонов различных классов по прочности, растворные и легкобетонные смеси плотностью 1050 и 1550 кг/м³. Составы и свойства смесей приведены в табл. 1.

Использовали следующие исходные материалы: портландцемент марки 400 Воскресенского завода, песок с модулем крупности 1,7, гранитный щебень марки по прочности 1200 фракции 5...20 мм, известняковый щебень марок 400...600 фракции 5...40 мм. Для легких бетонов в качестве заполнителей использовали перлитовый песок и керамзитовый гравий.

Методика испытаний заключалась в том, что через определенный интервал продолжительности смешивания смеситель останавливали, из различных по

* ОНТП-07-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий сборного железобетона. — М., 1986. — 10 с.

* Перед чертой — вместимость по выходу смеси, после черты — по загрузке сухих компонентов.

Таблица 1

№ п. п.	Смеситель	Расход материалов на 1 м³, кг (л)				В/Ц	О. К., см	Плотность, кг/л
		Ц	П	Щ	В			
1	СБ-169	292	670	1048	240	0,82	17	2,25
2		292	700	1100	220	0,75	12	2,31
3		292	748	1100	180	0,62	1	2,35
4		466	450	1020	280	0,6	19	2,2
5		472	495	1143	240	0,51	4	2,35
6		472	520	1158	200	0,42	2	2,32
7		424	1484	—	212	0,5	—	2,12
8		400	1430	—	240	0,60	7	2,07
9, 9′		240	430	700	180	0,75	1	1,55
10, 10′		240	22	568	220	0,92	—	1,05
11	СБ-146	280	640	1145	210	0,75	1	2,37
12		350	590	1115	230	0,66	2	2,35

Примечание. Жесткость смесей № 7 и 10, 10′ соответственно 15 и 30 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

№ п. п.	Показатели в зависимости от продолжительности смешивания, с								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	20/12	22/8	23/7	22/6	23/4	23/4	22/5	23/4	—
2	22/8	23/7	22/7	24/7	24/6	24/6	25/6	24/6	—
3	29/11	28/9	32/4	37/4	36/9	36/4	37/5	37/4	—
4	24/9	23/11	24/8	24/8	25/7	25/6	25/6	25/6	—
5	31/10	31/9	40/5	42/5	42/5	42/6	46/5	43/5	—
6	35/23	51/17	53/15	54/11	55/14	54/8	54/9	56/8	—
7	—	24/11	24/9	24/7	25/7	25/7	25/8	26/6	25/6
8	—	21/10	21/9	23/10	24/8	23/8	23/5	24/4	23/6
9	—	—	—	12/43	—	14/32	—	16/18	—
9′	—	—	—	17/21	—	17/24	—	20/11	—
10	—	—	—	9,5/13	—	9,5/11	—	8,5/8	—
10′	—	—	—	8/11	—	8/8	—	7,5/10	—
11	31/8	33/6	33/6	33/6	35/5	36/4	36/5	—	—
12	36/9	36/7	37/8	36/6	37/7	38/16	40/5	—	—

Примечание. Перед чертой — прочность, МПа; после черты — коэффициент вариации, %.

радиусу и высоте мест отбирали пробы смеси, необходимые для изготовления 10 контрольных образцов кубов с ребром 10 см.

Время смешивания отсчитывали после полной загрузки всех компонентов. Интервал времени для отбора проб тяжелых бетонных смесей и растворов составлял 10 с, а легкобетонных смесей — 20 с. Первую пробу тяжелых бетонных смесей отбирали через 10 с от начала отсчета времени, растворов — через 20 с, легкобетонных смесей — через 40 с. Для определения степени расслоения легкобетонной смеси пробы отбирали отдельно из ее верхнего и нижнего слоев.

Затем определяли плотность и удобоукладываемость смесей. Образцы формовали на вибрационной площадке в многоместной форме (70...80 шт. каждого замеса), что позволило исключить влияние побочных факторов на конечные результаты. После распалубки их хранили в камере нормального твердения и испытывали в возрасте 28 сут.

По результатам испытаний каждой серии определяли среднюю прочность и внутрисерийный коэффициент ее вариации. Зависимость прочности бетонов и коэффициента ее вариации от продолжительности смешивания составляющих приведена в табл. 2 и 3.

Замесы № 1...10 приготовляли в смесителе СБ-169, замесы № 11, 12 — в смесителе СБ-146. Замесы № 9...10 — на керамзитовом гравии, причем в замесах 10 и 10′ мелким заполнителем является перлитовый песок.

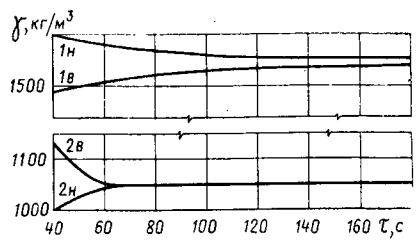
Данные табл. 2 и 3 свидетельствуют о том, что оптимальная продолжительность смешивания в зависимости от состава и удобоукладываемости различна: для смесей подвижностью 1...3 см для высокопрочного бетона классов В40...В45 она составляет 80 с, для остальных смесей подвижностью 1...20 см для бетонов классов В20...В30, а также для цементно-песчаных смесей (растворов) — 30...40 с. Дальнейшее увеличение продолжительности смешивания всех указанных смесей приводит к некоторому увеличению прочности бетона при улучшении его однородности.

Таблица 3

№ п. п.	Показатели в зависимости от продолжительности смешивания, с				
	100	120	140	160	180
9	15/20	18/16	18/9	17/8	19/9
9′	20/6	20/10	20/6	21/4	21/4
10	8/13	8/12	8/14	9/17	9/18
10′	7,5/11	8,5/18	9,5/18	9,5/17	9,5/15

Примечание. Перед чертой — прочность, МПа; после черты — коэффициент вариации, %

С увеличением продолжительности смешивания составляющих смеси для тяжелых бетонов повышается прочность и снижается коэффициент вариации, причем эти зависимости носят асимптотический характер. Стабилизация изменения прочности и коэффициента его вариации происходит примерно в пределах одинаковой продолжительности смешивания составляющих.



Зависимость средней плотности керамзитобетона на кварцевом (1) и перлитовом (2) песке от продолжительности смешивания составляющих
1н, 2н — нижний слой смеси; 1в, 2в — верхний слой смеси

Пробы 9...10 и 9′...10′ отбирали соответственно из верхнего и нижнего слоев легкобетонной смеси. На рисунке представлены графики изменения средней плотности легкого бетона. У керамзитобетонных смесей наблюдается их закономерное расслоение, приводящее к некоторому увеличению средней плотности и прочности бетона из нижнего слоя смеси.

Стабилизация прироста прочности и снижения коэффициента ее вариации обеспечивается после смешивания в течение 140 с. Разница в прочности и плотности бетона из верхнего и нижнего слоев смеси с увеличением продолжительности смешивания уменьшается, после 140 с смешивания она составляет примерно 10% по прочности и 2% по плотности. Бетон из нижнего слоя смеси более однороден, имеет большую плотность и прочность.

Как видно из табл. 2 и 3 и рисунка, оптимальная продолжительность смешивания смеси плотностью 1050 кг/м³ для легкого бетона на перлитовом песке составляет 60...80 с. При более продолжительном смешивании однородность бетона ухудшается, вероятно, вследствие расслоения смеси, без существенного увеличения прочности. Стабилизация изменения плотности бетона из различных слоев смеси происходит при смешивании в течение 60 с.

В течение 60..80 с смешивания легкобетонной смеси на перлитовом песке прочность и плотность бетона верхнего слоя выше, чем нижнего. При дальнейшем смешивании наблюдается обратная картина: прочность и плотность бетона верхнего слоя ниже, чем нижнего.

Основной причиной, вызывающей расслоение смесей для легкого бетона, по-видимому, следует считать бóльшие, чем в тяжелом бетоне, различия средней плотности компонентов. При продолжительном перемешивании легкобетонных смесей наиболее легкие составляющие — пористые заполнители — перемещаются в верхний слой смеси.

Выводы

Современные отечественные смесители роторного типа могут обеспечить производительность при приготовлении качественных смесей:

подвижностью 1...3 см для тяжелых бетонов классов В40...В45 — около 30 цикл/ч;

подвижностью 1...20 см для тяжелых бетонов классов В20...В30 и растворов — 40...45 цикл/ч;

для легких бетонов плотностью около 1500 кг/м³ — 17...20 цикл/ч;

для легких бетонов плотностью около 1000 кг/м³ — около 30...32 цикл/ч.

В соответствующих нормативных документах следует регламентировать продолжительность смешивания составляющих в зависимости от класса тяжелого бетона с учетом полученных результатов. Полученные результаты необходимо учесть при последующей переработке вышеуказанных нормативных документов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.97.033(088.8)

И. Т. АРТЫМ, канд. техн. наук (Львовский политехнический ин-т)

Потери напряжения в арматуре от температурного перепада

При стендовом изготовлении преднапряженных конструкций приходится считаться с потерями напряжения в арматуре от перепада температур. На наш взгляд, существует необходимость уточнения величины этих потерь для более точного расчета трещиностойкости и прогнозирования долговечности изготовляемых изделий, а также для разработки технологии, позволяющей уменьшить или полностью устранить потери напряжения данного вида. Это особенно актуально в связи с тем, что на стендах производятся наиболее массивные и тяжело нагруженные конструкции, надежность которых в эксплуатации должна быть максимально высока.

До 1975 г. величину потерь от температурного перепада определяли по формуле

$$\sigma = 2{,}0\ \Delta\ t,$$

которая получена из зависимости

$$\sigma = \alpha E \Delta t,$$

где α и E — коэффициент линейного расширения арматуры и модуль ее упругости; Δt — разность температур арматуры и распорных устройств стенда.

В дальнейшем было отмечено влияние и других факторов на величину потерь напряжения от температурного перепада, что привело к корректировке расчетной зависимости, которая в СНиП 2.03.01—84 получила вид $\sigma = 1{,}25\,\Delta t$, а для бетонов класса В45 и выше $\sigma = 1{,}0\,\Delta t$.

Для изучения данных потерь напряжения нами были выполнены исследования на специальном стенде, позволяющем изготавливать преднапряженные железобетонные элементы по технологии, принятой на заводах ЖБИ, а также испытывать различные приемы, направленные на улучшение качества изделий.

Термообработку преднапряженных образцов проводили с помощью термоактивной опалубки, а для измерения и регулирования параметров технологического процесса — температуры бетона, натяжения и деформаций арматуры и т. д. — применяли автоматические самопишущие измерительные и регулирующие приборы серии КСМ2 и КСД2 и программный регулятор РУ5-01М.

В результате исследований было установлено, что потери напряжения в арматуре от температурного перепада, их величина и вероятность появления трещин в бетоне зависят от того, в каком состоянии находятся бетон и арматура к началу охлаждения изделия. Характер этого состояния зависит от влияния многих конструктивных и технологических факторов. Рассмотрим некоторые из них.

Режим термообработки, особенно скорость подъема температуры, сильно влияет на взаимодействие материалов при образовании преднапряженного железобетонного элемента, поскольку сцепление бетона и арматуры формируется в период набора бетоном прочности при его смещении относительно арматуры от центра к краям изделия. Расширяющийся от нагрева и набирающий прочность бетон способен подтягивать арматуру. В производственных условиях возможны, например, два разных случая:

при прогреве преднапряженных изделий по скоростным (форсированным) режимам бетон и арматура успевают прогреться до температуры изотермического прогрева раньше, чем бетон наберет прочность;

при длительной предварительной выдержке и низкой скорости подъема температуры бетон может набрать необходимую прочность для взаимодействия с арматурой (по нашим данным — 5...7 МПа) задолго до окончания периода подъема температуры.

Очевидно, что в первом случае напрягающее воздействие бетона не успеет проявиться, тогда как во втором оно может быть существенным.

На величину потерь напряжения влияют также параметры стенда и пропарочных камер. Обследование стендов на заводах ЖБИ показало, что большинство из них оборудовано металлическими или железобетонными распорками, воспринимающими усилие натяжения арматуры. При прогреве изделий эти распорки тоже нагреваются, причем характер их нагрева зависит от конструкции, поперечного сечения, времени суток, степени изолированности пропарочных камер и т. д. Удлиняясь от нагрева, они частично уменьшают потери напряжения.

Другими важными факторами являются процент армирования, класс и состав бетона, конфигурация изделия, жесткость металлической формы. В сильноармированных изделиях (например, в нижних поясах ферм) прочность бетона на растяжение оказывается недостаточной для сопротивления растягивающему усилию арматуры, в результате в бетоне при охлаждении образуются силовые поперечные трещины. Одним из способов их предупреждения является передача усилия обжатия на горячий бетон.

Таким образом, величину потерь напряжения в арматуре от температурного перепада предлагается определять из зависимости

$$\sigma = \alpha_{\delta\ t}\ E_s\ \Delta\ t\ k,$$

где $\alpha_{\delta\ t}$ — коэффициент линейной температурной деформации бетона; E_s — модуль упругости арматуры; Δt — разность температур горячего и охлажденного бетона; k — коэффициент, учитывающий конструктивные и технологические факторы изготовляемого изделия.

Нами были определены величины σ и k для преднапряженных элементов, армированных стержневой и канатной арматурой. Для этого на экспериментальном стенде изготовили две серии преднапряженных образцов (по 8 шт.) центрально армированных балок размером 12×12×320 см. Термообработку бетона класса В35 проводили по режиму (2)+3+4+3 ч при $t_{из}$=85°С. При изготовлении образцов первой серии арматура была закреплена на неподвижных упорах стенда.

Образцы второй серии изготовляли так, чтобы при прогреве напряжение в арматуре не снижалось. Для этой цели разработали специальную систему автоматического регулирования, которая контролировала напряжение в арматуре на протяжении всего цикла изготовления и поддерживала его на уровне начального напряжения путем плавной подтяжки арматуры в период подъема температуры и отпуска напряжения во время охлаждения. Таким образом, температурный перепад не оказывал влияния на напряжение в арматуре.

После охлаждения передавали усилие обжатия на бетон, а затем испытывали образцы растяжением до появления трещин, фиксируя при этом величину

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

усилия трещинообразования $N_т$. Сравнив величину $N_т$ в сериях образцов, изготовленных с регулированием напряжения и без него, определили величину потерь напряжения. Потери напряжения от релаксации и деформаций анкеров после специальной обработки анкерных устройств и длительной выдержки арматуры в напряженном состоянии перед бетонированием исключались. Потери от быстронатекающей ползучести учитывали в соответствии с нормами СНиП 2.03.01—84. Результаты приведены в таблице.

Диаметр и класс арматуры образцов	Модуль упругости E_s, МПа	Опытные потери напряжения от температурного перепада σ, МПа	Коэффициент k
2Ø14 Ат-V	190000	55,2	0,45
2Ø15 К-7	180000	58,2	0,50

Примечания. Коэффициент линейной температурной деформации бетона принимали равным $1 \cdot 10^{-5}°C^{-1}$. Температурный перепад Δt равен 65°С. Потери напряжения от температурного перепада σ, расчетные по СНиПу, равны 81,2 МПа.

Определенные таким образом потери напряжения от температурного перепада оказались на 28...32% меньше расчетных, а коэффициент k для данных условий изготовления и класса арматуры равен 0,45 и 0,5.

Выводы

Фактические потери напряжения от температурного перепада могут значительно отличаться от расчетных вследствие того, что аналитический расчет их величины неизбежно связан с учетом большого числа факторов. Изменение последних во времени, их взаимодействие и влияние на напряженно-деформированное состояние бетона и арматуры нелинейны, довольно сложны и мало изучены. При необходимости величину потерь целесообразно уточнять опытным путем (например, с помощью описанного способа) для каждого вида изделий с учетом конкретных условий производства.

Для повышения трещиностойкости и надежности преднапряженных конструкций существующая стендовая технология нуждается в усовершенствованиях, позволяющих уменьшить или полностью устранить данный вид потерь напряжения. Одним из таких усовершенствований может явиться применение регулирования напряжения в арматуре в ходе термообработки изделий в соответствии с Рекомендациями*.

* Рекомендации по регулированию напряжения в арматуре при стендовом изготовлении железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1987. — 69 с.

УДК 666.9.015.44

В. Я. ГЕНДИН, канд. техн. наук (ЦМИПКС)

Расчет влагопотерь бетонов при электротермообработке

Знание величины влагопотерь бетона необходимо для того, чтобы осуществлять мероприятия по их снижению при чрезмерном испарении воды из изделий, которое приводит к повышенной усадке, снижению степени гидрации цемента, ухудшению свойств бетона. Кроме того, при электротермообработке бетона на испарение воды требуются дополнительные мощности, определяемые интенсивностью влагопотерь.

Совместное рассмотрение результатов исследований, проведенных в разное время под руководством И. Б. Заседателева, Б. А. Крылова и автора, и их критический анализ позволили разработать приближенную методику расчета влагопотерь бетона сборных изделий в процессе их электротермообработки в заводских условиях.

Анализ показал, что при электропрогреве, контактном обогреве, индукционном нагреве бетона условия внешнего массообмена при температуре бетона ниже 100°С весьма близки. Это позволяет для указанных способов использовать единую зависимость влагопотерь от технологических факторов. При высокотемпературном прогреве (температура среды 120°С и выше) в условиях пониженной влажности среды, например в щелевых камерах, связь между влагопотерями и технологическими факторами несколько иная.

За основу расчетов приняты влагопотери бетонов с открытой неопалубленной поверхностью, так как при этих условиях все специалисты получили стабильные, близкие по величине экспериментальные данные об интенсивности испарения влаги. Влагопотери бетонов с укрытой рулонным гидроизоляционным материалом неопалубленной поверхностью меньше, чем не укрытых, в 1,3...6 раз. Анализ опубликованных ранее данных позволяет сделать вывод, что при укрытой рулонной гидроизоляции неопалубленной поверхности влагопотери снижаются в 1,6 раза. При выборе этой величины учтено, что ее некоторое занижение приводит к соответствующему завышению влагопотерь — это позволяет предотвратить негативные последствия чрезмерного испарения воды из бетона.

Существенное влияние на влагопотери в период разогрева и изотермического прогрева оказывает скорость подъема температуры. Для бетона на плотных заполнителях ее повышение с 20 до 40°С/ч приводит к возрастанию в период разогрева влагопотерь в единицу времени в 1,73 раза, для бетона на пористых заполнителях при увеличении скорости с 20 до 60°С/ч — в 1,66 раза.

Обработка экспериментальных данных Х. С. Шахабова показала, что если влагопотери бетона толщиной 0,1 м принять за единицу, количество испаряющейся влаги в расчете на 1 м³ при толщине 0,2; 0,3 и 0,4 м оказываются соответственно меньше в 1,72; 2,44 и 3,2 раза.

К основным влияющим факторам относится также время от начала электротермообработки, на протяжении которой влагопотери возрастают от нуля до значительных величин.

Остальные технологические факторы имеют второстепенное значение. Изменение продолжительности предварительного выдерживания от 1,5 до 6,5 ч незначительно уменьшает интенсивность испарения воды из бетона. Снижение температуры изотермического прогрева с 80 до 60°С уменьшает влагопотери на 12...15%. Изменение влажности воздушной среды в цехах железобетонных изделий в практически наблюдаемых пределах заметного влияния на влагопотери бетона не оказывает.

С изменением начального водосодержания бетона с 165 до 230 кг/м³ относительные влагопотери (% начального водосодержания) снижаются с 22 до 18%, т. е. в 1,22 раза, в то время как водосодержание возрастает в 1,4 раза. В результате абсолютные влагопотери увеличиваются лишь в $1,4/1,22 = 1,15$ раза. Если в качестве

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

расчетного принять среднее значение начального водосодержания, максимальная погрешность не превышает ±7,5%.

Введение в бетон добавок сильных электролитов, применяемых в качестве ускорителей твердения, вызывает снижение интенсивности влагопотерь в период разогрева до 23%.

Согласно экспериментальным данным, зависимость относительных влагопотерь бетона толщиной 0,1 м на плотных заполнителях от основных технологических факторов имеет следующий вид:

$$\Delta B_0' = 0{,}26\, p \sqrt{\tau} - 0{,}068\, p\, \tau + 11{,}4 \sqrt{\tau} + 0{,}58\, \tau, \quad (1)$$

где $\Delta B_0'$ — относительные влагопотери бетона, % начального водосодержания; p — скорость подъема температуры бетона, °С/ч; τ — время от начала электротермообработки, ч.

При вычислениях по формуле (1) погрешность по сравнению с экспериментальными данными составляет от 1,8 до 3,2%.

Принимая среднее значение начального водосодержания бетонов на плотных заполнителях равным 190 кг/м³ и подставив его в формулу (1), получим

$$\Delta B_0 = 0{,}49\, p \sqrt{\tau} - 0{,}13\, p\, \tau + 21{,}7 \sqrt{\tau} + 1{,}1\, \tau, \quad (2)$$

где ΔB_0 — влагопотери бетона, кг/м³.

Влагопотери бетона в конструкциях различной толщины при электротермообработке с открытой неопалубленной поверхностью определяются по формуле

$$\Delta B_0 = \frac{0{,}17\, p \sqrt{\tau} - 0{,}046\, p\, \tau + 7{,}6 \sqrt{\tau} + 0{,}38\, \tau}{2{,}5\, \delta + 0{,}1}, \quad (3)$$

где δ — толщина бетона, м; а при укрытии неопалубленной поверхности бетона гидроизоляционным рулонным покрытием

$$\Delta B_0 = \frac{0{,}11\, p \sqrt{\tau} - 0{,}029\, p\, \tau + 4{,}8 \sqrt{\tau} + 0{,}24\, \tau}{2\, \delta + 0{,}1}. \quad (4)$$

Интенсивность влагопотерь бетонов на плотных заполнителях с открытой поверхностью

$$j = \frac{(0{,}17\, p + 7{,}6)\,(\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau - 1}) - 0{,}046\, p + 0{,}38}{2{,}5\, \delta + 0{,}1}, \quad (5)$$

где j — интенсивность влагопотерь, кг/(м³·ч); а при укрытии неопалубленной поверхности рулонной гидроизоляцией

$$j = \frac{(0{,}11\, p + 4{,}8)\,(\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau - 1}) - 0{,}29\, p + 0{,}24}{2{,}5\, \delta + 0{,}1}. \quad (6)$$

Формулы (3)...(6) действительны при скорости подъема температуры бетона от 10 до 40°С/ч, толщине от 0,1 до 1,0 м и времени от начала электротермообработки в пределах от 1 до 15 ч.

По данным Н. Н. Куприянова (НИИЖБ), влагопотери изделий с открытой неопалубленной поверхностью из бетонов на плотных заполнителях в течение двух часов остывания после тепловой обработки составляют примерно 0,4 кг/м², а в последующие 12 ч выдерживания в цехе — примерно 1 кг/м².

При тепловой обработке изделий из легких конструктивно-теплоизоляционных бетонов для ограждающих конструкций зданий необходимо обеспечивать не только заданную прочность, но и снижение его влажности до нормативных значений. По этой причине электротермообработка таких изделий осуществляется с открытой неопалубленной поверхностью. Продолжительность активного прогрева бетонов на пористых заполнителях меньше, чем на плотных заполнителях, она составляет лишь 3...6 ч, так как значительную долю заданной прочности бетон приобретает в процессе медленного остывания. Рассмотрение экспериментальных данных показывает, что зависимость влагопотерь от продолжительности прогрева в пределах 7 ч можно считать линейной. Погрешность при этом составляет от 7 до 14%, но основная ее доля наблюдается за счет разброса результатов опытов.

Относительные влагопотери легких бетонов в процессе электротермообработки при температуре ниже 100°С с открытой неопалубленной поверхностью составят, %,

$$\Delta B_0' = \frac{16{,}86\, p\, \tau}{37{,}5 + (p - 20)\,(2\, \delta + 0{,}1)}. \quad (7)$$

Принимая среднее значение начального водосодержания легких бетонов равным 225 кг/м³, получим выражение для влагопотерь в абсолютных величинах для изделий с открытой неопалубленной поверхностью

$$\Delta B_0 = \frac{37{,}9\, p\, \tau}{37{,}5 + (p - 20)\,(2\, \delta + 0{,}1)}. \quad (8)$$

Интенсивность влагопотерь определяется по формуле

$$\Delta j = \frac{37{,}9\, p}{37{,}5 + (p - 20)\,(2\, \delta + 0{,}1)}. \quad (9)$$

Область применения формул (7)...(9) — скорость подъема температуры от 20 до 60°С/ч, температура изотермического прогрева от 80 до 95°С, толщина изделий от 0,1 до 0,4 м, продолжительность электротермообработки до 7 ч, объемная масса бетона от 1100 до 1400 кг/м³, начальное водосодержание от 190 до 260 кг/м³.

При высокотемпературном прогреве в условиях пониженной влажности среды экспериментальные данные Л. И. Козловой о зависимости влагопотерь от времени прогрева в пределах до 7 ч также можно представить в виде линейной функции. Погрешность при этом составляет от 4 до 11%, ее основная доля вызвана разбросом экспериментальных данных. Относительные влагопотери легких бетонов при открытой поверхности изделий составляют

$$\Delta B_0' = \frac{1{,}55\, \tau}{0{,}75\, \delta + 0{,}2}\left(1 + \frac{t_{ср} - 120}{400}\right), \quad (10)$$

где $t_{ср}$ — температура среды, °С.

При среднем значении начального водосодержания легкого бетона, равном 225 кг/м³, влагопотери определяются по формуле

$$\Delta B_0 = \frac{3{,}49\, \tau}{0{,}75\, \delta + 0{,}2}\left(1 + \frac{t_{ср} - 120}{400}\right). \quad (11)$$

Интенсивность влагопотерь при высокотемпературном прогреве

$$j = \frac{3{,}49}{0{,}75\, \delta + 0{,}2}\left(1 + \frac{t_{ср} - 120}{400}\right). \quad (12)$$

Область применения формул (10)...(12) — скорость подъема температуры бетона примерно 40°С/ч, температура среды от 120 до 160°С, продолжительность электротермообработки от 1 до 7 ч, объемная масса бетонов на пористых заполнителях от 1100 до 1400 кг/м³, начальное водосодержание от 190 до 260 кг/м³.

Согласно литературным данным, при выдерживании прогретых легкобетонных панелей в течение суток в помещении цеха дополнительные влагопотери составляют примерно 10,7% начального водосодержания.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 692.2:691.328-419

С. М. ИЦКОВИЧ, д-р техн. наук, проф. (Белорусский политехнический ин-т);
К. К. ИЛЬГИНИС, канд. техн. наук, проф. (Каунасский политехнический ин-т);
П. В. ШВЕДОВСКИЙ, канд. техн. наук,
Т. В. ГУТОРОВА, инж. (Брестский инженерно-строительный ин-т)

Стеновая ребристая панель для производственных сельскохозяйственных зданий

Эффективность сельскохозяйственного производства тесно связана с техническим уровнем строительства, его стоимостью, материало- и трудоемкостью, технологичностью и оперативностью. Сравнительный анализ технико-экономических показателей сельскохозяйственных производственных зданий по различным проектам и конструктивным схемам позволяет считать весьма эффективными здания, собираемые из ребристых панелей стен и покрытий профиля 2Т по схеме трехшарнирной рамы с жестким замоноличенным узлом их сопряжения.

Разработаны конструкции таких сооружений рамно-панельного типа пролетом 18 и 21 м. По сравнению с распространенными конструкциями подобных зданий, собираемых из железобетонных полурам и панелей, достигается снижение материалоемкости на 20% (в том числе арматурной стали на 18%), трудозатрат на стройплощадке на 16, общей массы на 11, стоимости на 8%. Основой экономии средств является в данном случае сочетание в единой конструкции элементов несущей железобетонной рамы и панелей ограждения, включаемых в работу вместе с несущей рамой.

Стеновая панель размером 6×3,5 м представляет собой трехслойную ограждающую конструкцию с утепляющим слоем из крупнопористого керамзитобетона (рис. 1). С наружной стороны панель снабжена двумя ребрами в виде стоек постоянного (вариант 1) или переменного (вариант 2) сечения. Стойки выступают из панели снизу и обеспечивают шарнирное опирание на свайные фундаменты, устанавливаемые с переменным шагом 4,5 и 1,5 м. Поверху стойки объединены ригелем, воспринимающим нагрузку от панелей покрытий и приспособленным к жесткому соединению с ними. Монтаж панелей покрытий шириной 3 м осуществляют таким образом, чтобы одна из них располагалась по центру стеновой панели, а соседние перекрывали стыки стеновых панелей и соединяли их между собой.

В зависимости от климатических условий района строительства толщина ограждения 200 ... 300 мм, в том числе толщина слоя крупнопористого керамзитобетона 130 ... 200 мм. Средняя плотность крупнопористого керамзитобетона не более 600 кг/м³, прочность на сжатие 1 МПа, расчетная теплопроводность 0,22 Вт/(м·°С). Расчетное сопротивление стены теплопередаче в зависимости из заданной толщины составляет 0,85 ... 1,17 м²·°С/Вт.

Внешние слои ограждения и несущие элементы панели (ребра и ригель) можно выполнять из легкого или тяжелого бетона классов В20 или В25. Армирование панели предусмотрено общим для всех элементов каркасом. Масса стеновой панели 5 ... 6 т, масса панели покрытия 3,7 т.

Опытные образцы стеновых панелей описанной конструкции, изготовленные на заводе ЖБИ в г. Кобрине Брестской обл., испытали в Центре технологических изысканий по строительству Лит ССР на специальном стенде, обеспечивающем возможность создания требуемой нагрузки. В соответствии с условиями работы по расчетной схеме здания панель загрузили четырьмя сосредоточенными продольными усилиями (в местах, предназначенных для опирания ребер панелей покрытий) и изгибающим моментом посредством передачи нагрузки от гидравлических домкратов через консольные стальные балки (рис. 2). Нагрузку прилагали ступенями по 0,1 проектной несущей способности. На каждой ступени при выдерживании под нагрузкой в течение 10 мин фиксировали показания прогибомеров и индикаторов деформаций бетона в характерных точках, тщательно осматривали конструкцию.

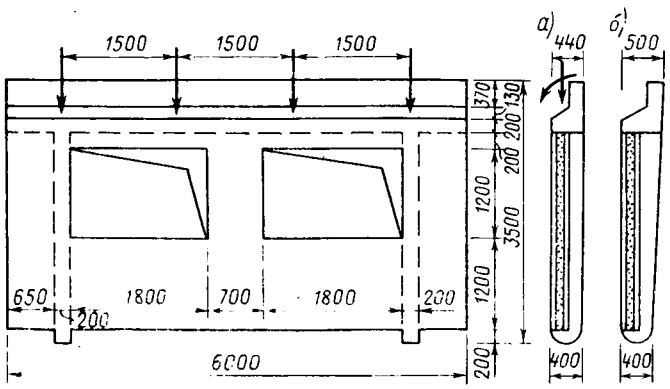


Рис. 1. Стеновая панель
а — вариант 1; *б* — вариант 2. Стрелками показано силовое воздействие, передаваемое на стеновую панель от панелей покрытия

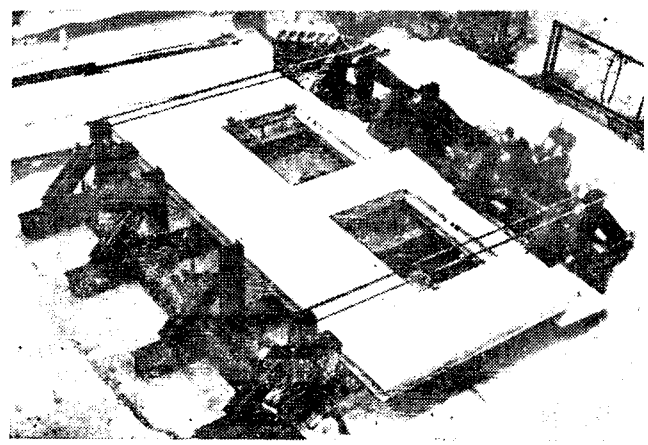


Рис. 2. Испытание стеновой панели на стенде

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

При нормативной осевой нагрузке в каждой из четырех точек приложения, равной 40 кН, и нормативном изгибающем моменте 11 кН·м ширина раскрытия трещин в растянутой зоне ребер не превышала 0,1 мм, прогиб от внешней нагрузки (без учета прогиба под действием собственного веса панелей при их горизонтальном положении) был не более 1 мм.

Фактическая разрушающая нагрузка превысила контрольную (нормативную) при испытании панели по варианту 1 в 1,81 раза, по варианту 2— в 2,15 раза. Разрушение в обоих случаях произошло в зоне стыка стоек и ригеля от разрыва растянутой арматуры стоек, сопровождаемого раздроблением бетона сжатой зоны простенков панели. Какого-либо расслоения панели по крупнопористому керамзитобетону вплоть до разрушения не обнаружено. Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о высокой несущей способности и жесткости панелей. Их транспортабельность проверена при доставке автотранспортом на расстояние более 400 км.

На основе проведенных исследований разрабатывается технология производства новых панелей и намечается экспериментальное строительство, в ходе которого будет отработана технология монтажа и сопутствующих работ.

УДК 728.9:691.327:666.973.6

Применение безавтоклавного газозолобетона в сельском строительстве

Быстрый рост выпуска ячеистых бетонов и изделий из них обусловлен использованием недефицитного природного сырья и отходов производства, надежностью и простой технологией, позволяющей на одном предприятии из одного и того же сырья путем изменения степени поризации бетона получать ячеистый бетон для тепло- и звукоизоляционных, стеновых конструктивно-теплоизоляционных и конструктивных изделий с объемной массой 300 ... 1200 кг/м³ и прочностью при сжатии 1 ... ... 20 МПа высокого качества и низкой стоимости.

На заводе ЖБИ Иркутского сельского строительного комбината объединения Агропромстрой выпускают газозолобетон на основе золы Иркутской ТЭЦ-1 без предварительного домола. В качестве вяжущего используют портландцемент марки 400.

Газозолобетон класса В2,5, плотностью 800 кг/м³ имеет следующий состав (кг на 1 м³): цемент 330, зола — 550, алюминиевая пудра — 0,9, вода — 360. Газозолобетон класса В3,5 плотностью 900 кг/м³ имеет следующий состав сырья (кг на 1 м³): цемент — 360, зола — 570, алюминиевая пудра — 0,9, вода — 360. В качестве газообразователя применяют алюминиевую пудру ПАП-1, ПАП-2, которую обезжиривают моющим средством «Астра». При введении алюминиевой суспензии в золобетонную смесь гидрооксид кальция вступает во взаимодействие с алюминиевой пудрой, в результате чего выделяется водород.

При правильно подобранном соотношении газообразователя и воды затворения структура газобетона характеризуется мелкими и равномерно распределенными парами сферической формы, повышенной прочностью, морозостойкостью и меньшей теплопроводностью.

Ячеистую смесь с водотвердым отношением 0,42 густой консистенции (О. К.=4...5 см) приготовляют в бетоносмесителе принудительного действия. Для затворения используют воду с температурой 35 ... 40°С. Смесь доставляется в цех на бетоновозной тележке.

При формовании используют метод вибровспучивания, что обеспечивает лучшее заполнение формы. Последняя, заполненная газобетоном с учетом недолива 8 ... 10 см, находится на виброплощадке 20 ... 25 мин и вибрируется импульсными вибрациями в течение 30 ... ... 40 с 4 ... 5 раз. После реакции газовыделения форму с изделием перемещают на горячие регистры и выдерживают 3 ... 3,5 ч до набора пластической прочности для срезания «горбушки». Форму устанавливают в ямную пропарочную камеру после затирки изделия. Режим термовлажностной обработки составляет 16 ч при температуре изотермического прогрева 95°С.

Средняя плотность бетона после пропаривания равна 800 ... 900 кг/м³, влажность 30 ... 40%, прочность на сжатие 4 ... 8 МПа.

На заводе ЖБИ Иркутского ССК из газозолобетона класса В2,5 изготовляют наружные стеновые панели 135 серии для строительства двухквартирных домов, из газозолобетона класса В3,5 наружные стеновые панели для социально-культурных и бытовых помещений (школ, детских садов, магазинов) для сельского строительства. В результате использования дешевого сырья (стоимость 1 р. 30 к. за 1 т) в 1986 г. получен экономический эффект 86 тыс. р.

Е. Г. КУЗЬМЕНКО, инж.
(завод ЖБИ Иркутского ССК объединения Агропромстрой)

На ВДНХ СССР

Термообработка изделий электрообогревом

На ярмарке научно-технических достижений, проходившей в сентябре т. г. в объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР, Территориальное строительное объединение Приморкрайстрой предлагает осуществлять термообработку железобетонных изделий из легкого и тяжелого бетона вместо традиционного пропаривания на двухъярусных станах в ямных и щелевых камерах с трубными электронагревателями нижнего расположения напряжением 380/220 В. Это позволяет автоматизировать цикл термообработки, организовать учет электроэнергии, улучшить санитарно-гигиенические условия труда рабочих.

Управление камер двухъярусного стана автоматическое с тиристорными станциями. Мощность камер составляет 100 кВт, длина 6, высота 0,2 м, общая масса 2,5 т.

Экономический эффект от внедрения камер составил 350 тыс. р.

Рабочую документацию можно получить по адресу: 690009, Владивосток, ул. 25 Октября, д. 45 а. Трест Оргтехстрой ТСО Приморкрайстрой.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.075.23.012.45

Л. К. ЛУКША, д-р техн. наук, проф., А. С. МАЦКЕВИЧ, инж. (Белорусский политехнический ин-т); А. И. МОРДИЧ, канд. техн. наук (НПО Дорстройтехника, Минск)

Сжатые элементы с косвенной листовой арматурой

Известно [1, 2], что косвенное армирование, повышая деформативность бетона, обеспечивает эффективное применение высокопрочной стали в сжатых элементах. В последнее время предложено несколько новых типов косвенного армирования в виде перфорированных поперечных стальных листов, позволяющих более полно использовать прочностные свойства бетона и арматуры*.

В Белорусском политехническом институте и НПО Дорстройтехника оценили целесообразность такого косвенного армирования в сочетании с продольной арматурой из мелкосортной высокопрочной стали.

Были изготовлены и испытаны до разрушения четыре серии призматических образцов размером 30×30×120 см (всего 27 шт.). Поперечное армирование (рис. 1) осуществляли гладкими пластинами, гофрированными в двух взаимно перпендикулярных направлениях, и гладкими с жестко прикрепленным к ним по контуру односторонним окаймлением из катанки Ø 6 мм. Все пластины, изготовленные из Ст.3, имели 5 отверстий Ø 40 мм в центральной части для обеспечения формования образцов и повышения сцепления с бетоном. Образцы по сериям различались толщиной пластин (1,15; 2,1 и 3 мм). Каждая серия, кроме третьей, включала три группы образцов с различным шагом (8; 12 и 16 см). Третья серия состояла только из одной группы образцов с шагом пластин 12 см. На концевых участках образцов пластины были установлены с шагом 4 ... 5 см. Продольная арматура в образцах первых трех серий была одинаковой — 4 Ø 14 Ат-VI ($\mu_{sc}=0,7\%$), в четвертой серии — 16 Ø 14 Ат-VI ($\mu_{sc}=2,81\%$). В образцах последней серии арматуру размещали группами по три стержня в каждом углу сечения и по одному стержню у боковых граней (см. рис. 1). Арматурные каркасы во всех образцах вязаные.

Опытные образцы изготовляли по сериям из бетонной смеси состава Ц : П : Щ — 1 : 1,47 : 2,85 при В/Ц = 0,36 ... 0,4. Кубиковая прочность бетона составляла 40 ... 55 МПа.

Все образцы испытали в вертикальном положении на сжатие при кратковременном осевом загружении, близком к центральному (табл. 1). Нагружение производили усилием, возрастающим ступенями по 1/10 ... 1/20 ожидаемого разрушающего с выдерживанием на каждой ступени 5 ... 10 мин. В ходе экспериментов замеряли деформации бетона продольной и косвенной арматуры.

В результате установлено, что за 1 ... 2 ступени нагрузки до разрушения (т. е. при 90 ... 95% N_u) во всех образцах по середине высоты, как правило, происходило откалывание защитного слоя и несущая способность элемента на этой стадии обеспечивалась поперечно армированным бетонным сердечником с находящейся в нем продольной арматурой. Поперечное сечение сердечника соответствовало размерам пластин в плане. Наибольшее относительное укорочение бетона при этом составило 0,4 ... ... 0,53%. Все образцы разрушались, как правило, нехрупко с разделением по наклонным плоскостям на две части, связанные продольной арматурой.

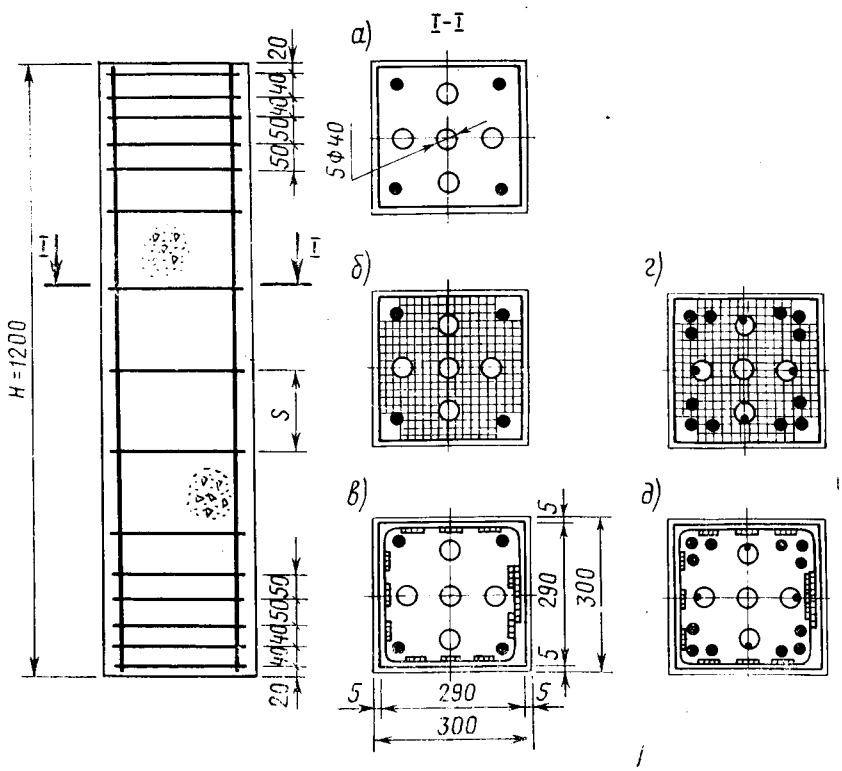


Рис. 1. Конструкция сжатых элементов с косвенным армированием гладкими (*а*), гофрированными (*б*), то же, при $\mu_{sc}=2,81\%$ (*в*), с окаймлением (*г*), то же, при $\mu_{sc}=2,81\%$ (*д*) пластинами

* А. с. 827726 СССР, МКИ³ Е 04 С 3/34. Железобетонный элемент / А. И. Мордич, А. С. Мацкевич, Н. В. Матлаков, И. С. Черненков (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1981. — № 17. — С. 129.

А. с. 842164 СССР, МКИ³ Е 04 С 3/34. Железобетонный элемент А. И. Мордич, В. И. Соломатов, П. Г. Кажуро, А. С. Мацкевич, А. Г. Федоров (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1981. — № 24. — С. 95.

А. с. 1178866 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. Арматурный каркас / Л. К. Лукша, А. С. Мацкевич, А. Ф. Головнев (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 34. — С. 103.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В образцах с гладкой поперечной арматурой перед разрушением наблюдалось смещение (выдавливание) бетона по поверхности контакта с пластинами.

Величины усилий, вызвавших начало трещинообразования в бетоне N_{cr} и разрушение N_u образцов, приведены в табл. 2. Здесь же представлены данные по ранее испытанным аналогичным образцам, но с продольной арматурой класса А-III [3]. Установлено, что усилие при образовании первых микротрещин с увеличением содержания косвенного армирования возрастает и в основном определяется прочностью бетона. Применение мелкосортной (Ø 14 мм) высокопрочной продольной арматуры не привело к преждевременному разрушению сжатых элементов от потери устойчивости стержней. Увеличение процентного содержания продольной арматуры в четыре раза (серии II и IV) повысило несущую способность образцов только на 11 ... 17%. Следовательно, применение мелкосортной высокопрочной арматурной стали в сжатых элементах целесообразно, но количество ее должно быть оптимальным.

Наибольшие относительные деформации продольной арматуры в момент разрушения образцов достигли 0,42 ... 0,74%. Как и следовало ожидать, они возрастали с уменьшением шага пластин, увеличением их толщины и количества продольной арматуры.

При одинаковых нагрузках и содержании арматуры наибольшая интенсивность развития деформаций в продольной и поперечной арматуре наблюдалась у образцов с гладкими пластинами и наименьшая — у образцов с пластинами, имеющими окаймление по контуру (рис. 2). В образцах с гофрированными пластинами деформации имели промежуточные по величине значения.

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что армирование гофрированными и гладкими с окаймлением пластинами эффективнее, чем гладкими примерно на 10%. Это объясняется улучшением сцепления листовой арматуры с бетоном и соответственно более полным включением ее в работу на ограничение поперечных деформаций. При этом шаг пластин наиболее заметно влияет на несущую способность сжатого элемента.

Опытами [3] установлено, что при армировании сжатых элементов сварными сетками общий расход стали на единицу объема на 15 ... 20% выше, чем в случае армирования пластинами с тем же шагом. Это явление объясняется тем, что в поперечной пластине сжатого элемента металл работает в условиях двухосного растяжения, а в сетках

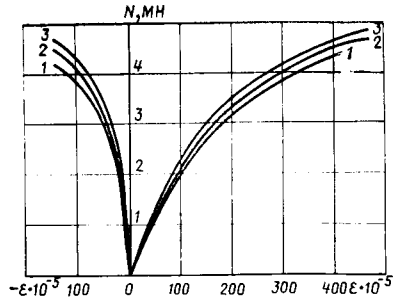


Рис. 2. Диаграммы деформаций косвенной и продольной арматуры образцов
Пластины: *1* — гладкие; *2* — гофрированные; *3* — с окаймлением по контуру

каждый стержень воспринимает одноосное растяжение. В этом случае при надежном сцеплении с бетоном более полно используются прочностные свойства стали.

В основу теоретической оценки несущей способности сжатых элементов с косвенным листовым армированием была положена расчетная методика норм. Результаты расчета представлены в табл. 2. Из сопоставления опытных и теоретических значений видно, что СНиП недооценивает несущую способность элементов с косвенной листовой арматурой. Причина расхождения заключается в том, что нормы не учитывают особенностей косвенного армирования сжатых элементов в виде поперечных стальных перфорированных пластин. Они эффективнее сварных сеток, хотя характер работы под нагрузкой сжатых элементов

Таблица 1

Серия	Образец	R_b, МПа	Арматура: продольная, количество, диаметр	Арматура: продольная, μ_{sc}, %	Арматура: поперечная (пластины), t, мм	Арматура: поперечная (пластины), $\sigma_{y,t}$, МПа	Арматура: поперечная (пластины), s, см	Арматура: поперечная (пластины), μ_{st}, %	Арматура: поперечная (пластины), $\mu_{s,t}\sigma_{y,t}$
I	2-1	34,6	4Ø14	0,7	1,15	215	12	0,008	1,68
	2-2	34,6	4Ø14	0,7	1,15	215	12	0,008	1,68
	2-3	34,6	4Ø14	0,7	1,15	215	12	0,008	2,39
II	2-1	42,9	4Ø14	0,7	2,10	310	12	0,015	4,56
	2-2	42,9	4Ø14	0,7	2,10	310	12	0,015	4,56
	2-3	42,9	4Ø14	0,7	2,10	310	12	0,018	5,61
III	2-1	31,5	4Ø14	0,7	3,00	347	12	0,020	6,96
	2-2	31,5	4Ø14	0,7	3,00	347	12	0,020	6,97
	2-3	31,5	4Ø14	0,7	3,00	347	12	0,023	8,12
IV	2-2	39,0	16Ø14	2,8	2,10	310	12	0,014	4,34
	2-3	39,0	16Ø14	2,8	2,10	310	12	0,017	5,39
с А-III [3]	К-II	35,3	4Ø25	2,2	8Ø10	429	10	0,021	9,18
	К-III	35,3	4Ø25	2,2	0,93	237	10	0,006	1,52
	К-V	35,3	4Ø25	2,2	0,93+ +Ø6А-1	237	10	0,011	2,56
	К-VIII	35,3	4Ø25	2,2	0,93+4Ø10	237	10	0,017	4,05

Примечание. Образцы 2-2 выполнены с гофрированными пластинами, 2-3 и К-V — с пластинами, имеющими окаймление по контуру из катанки Ø 6 мм ($\sigma_{y,t}$=303 МПа), а К-VIII — с пластинами и стержнями в средней части пластин.

Таблица 2

Серия	Образец	Начало микротрещинообразования, N_{cr}, мН	N_u^{exp}, мН	ΔR_b^{exp}, МПа	$N_u^{СНиП}$, мН	N_u^{cal}, мН	φ_{cal}	N_u^{exp}/N_u^{cal}	$N_u^{exp}/N_u^{СНиП}$
I	2-1	3,0	4,95	14,1	4,1	5,0	8,86	0,99	1,21
	2-2	3,5	5,1	15,7	4,1	5,0	8,86	1,02	1,24
	2-3	3,5	5,3	18,0	4,3	5,27	6,31	1,00	1,23
II	2-1	4,25	6,6	24,2	5,5	6,66	3,36	0,99	1,20
	2-2	5,0	6,5	23,1	5,5	6,66	3,36	0,98	1,18
	2-3	5,0	6,6	24,2	5,6	6,42	2,82	1,01	1,18
III	2-1	4,0	5,75	26,1	4,8	5,54	2,49	1,04	1,20
	2-2	4,25	5,75	26,1	4,8	5,54	2,49	1,04	1,20
	2-3	4,25	5,75	26,1	4,9	5,64	2,20	1,02	1,17
IV	2-2	5,0	7,25	16,4	6,7	7,88	4,68	0,91	1,08
	2-3	5,0	7,25	22,1	6,9	8,01	5,60	0,90	1,05
с А-III [3]	К-II	3,5	5,15	13,6	4,8	5,38	2,03	0,96	1,07
	К-III	3,75	4,75	9,1	4,2	4,77	5,88	1,00	1,13
	К-V	3,75	4,92	11,0	4,5	4,93	4,20	1,00	1,09
	К-VIII	4,25	5,0	11,9	5,3	5,37	2,46	0,93	0,94

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

с обоими типами поперечного армирования примерно одинаков. Поэтому для оценки несущей способности сжатых элементов с различными видами поперечного листового армирования необходимо в СНиПе более точно учитывать коэффициент эффективности косвенного армирования и принимать за расчетную площадь сечения элемента в слагаемом, учитывающем приращение прочности вследствие косвенного армирования, площадь сечения $A_{b,t}$, ограниченную контуром этого армирования. Кроме того, следует учитывать неравномерность обжатия бетона, которая в данном случае сказывалась незначительно (до 3%).

По результатам обработки опытных данных φ_{exp}, $\sigma_{s,t}$, R_b на ЭВМ с использованием программы, включающей метод наименьших квадратов, получена зависимость (рис. 3) коэффициента эффективности поперечного армирования

$$\varphi_{cal} = \chi + \rho \frac{R_b}{\sigma_{s,t}} + \omega \frac{R_b^2}{\sigma_{s,t}^2}, \quad (1)$$

где χ, ρ, ω — коэффициенты, значения которых приведены в табл. 3; $\sigma_{s,t}$ — напряжение реактивного обжатия бетона пластинами

$$\sigma_{s,t} = \eta \frac{A_{snt}\, t}{A_{b,t}\, s} \sigma_{y,t};$$

Таблица 3

Класс продольной арматуры	Вид пластин	χ	ρ	ω
Ат-VI	Гладкие	1,303	0,591	$-1{,}169 \cdot 10^{-2}$
	Гофрированные	1,056	0,648	$-1{,}245 \cdot 10^{-2}$
	С окаймлением	1,327	0,571	$-1{,}125 \cdot 10^{-2}$
А-III	Сетки, пластины гладкие и с окаймлением	1,17	0,259	$-1{,}858 \cdot 10^{-3}$

$\eta = 1$ — для гладких пластин, $\eta = 1{,}1$ — для гофрированных пластин. Для пластин, выполненных с окаймлением по контуру,

$$\sigma_{s,t} = \frac{A_{snt}\, t}{A_{b,t}\, s} \sigma_{y,t} + \frac{4 A_{s,t,1}\, l_1}{A_{b,t}\, s} \sigma_{y,t,1};$$

$A_{b,t}$ — площадь сечения бетона в пределах контура пластин; A_{snt} — площадь нетто пластин по контуру; t — толщина пластины; $\sigma_{y,t}$ — предел текучести поперечной листовой арматуры; $A_{s,t,1}$ — площадь поперечного сечения окаймления; l_1 — длина стержня окаймления по одной грани; $\sigma_{y,t,1}$ — предел текучести

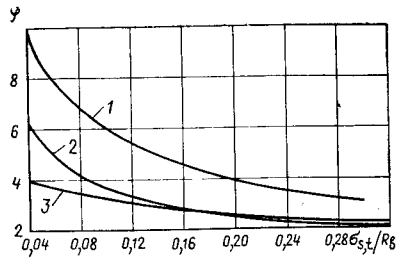


Рис. 3. Зависимость коэффициента эффективности косвенного армирования от относительного реактивного бокового обжатия

1 — с параметрами для Ат-VI; *2* — то же, для А-III; *3* — по СНиП 2.03.01—84 и 2.05.03—84

окаймления. Остальные обозначения приняты согласно СНиПу.

Опытные и теоретические значения коэффициента эффективности косвенного армирования по результатам испытаний, а также опытов различных авторов [1, 4] представлены на рис. 3. Видно, что СНиП недооценивает эффективность косвенного армирования, особенно при небольшом его содержании. Эффективность косвенного армирования уменьшается и в случае применения в качестве продольной арматуры стали класса А-III. Формула (1) более точно учитывает эффективность косвенного армирования из листовой стали. Из рис. 3 следует, что применение его наиболее эффективно при продольной арматуре из высокопрочных стержней. Это подтверждается также сопоставлением опытных и теоретических значений разрушающих усилий (см. табл. 2), определенных с учетом фактического коэффициента эффективности косвенной арматуры. Результаты экспериментов использованы при разработке железобетонных катковых опорных частей для балок пролетных строений длиной 42 м.

Выводы

Применение в сжатых элементах косвенной листовой арматуры в сочетании с высокопрочной продольной арматурой (в том числе и мелкосортной) позволяет наиболее полно использовать прочностные свойства всей арматуры и бетона.

Прочность сжатых элементов с косвенной листовой арматурой можно оценивать по СНиПу с учетом значений фактического коэффициента эффективности косвенного армирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чистяков Е. А., Бакиров К. К. Прочность и деформации сжатых элементов с косвенным армированием // Новое о прочности железобетона. — М.: Стройиздат, 1977. — С. 47—60
2. Попов Н. Н., Трекин Н. Н., Матков Н. Г. Влияние косвенного армирования на деформативность бетона // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 33—34.
3. Лукша Л. К., Мацкевич А. С. Исследование сжатых железобетонных элементов с различными вариантами косвенного армирования // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и мостов. — Минск, 1983. — С. 145—156.
4. Котлова Н. А. Несущая способность железобетонных колонн с косвенным армированием пластинами и высокопрочной продольной арматурой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Свердловск, 1984. — 24 с.

На ВДНХ СССР

Новый вид бетона

На ярмарке научно-технических достижений, проходившей в сентябре т. г. на ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство», НИИЖБ и Минуралсибстрой СССР демонстрировали новый вид бесцементного щелочесиликатного бетона, разработанного на основе водорастворимого силикатного натрия и активного тонкодисперсного наполнителя. Такой бетон предназначен для изготовления железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия кислых агрессивных сред, знакопеременных температур, абразивного износа.

Прочность бесцементного щелочесиликатного бетона составляет 166 МПа, кислотостойкость 94...95%, морозостойкость не менее 500 циклов. Бетон безусадочный, его износостойкость находится на уровне каменного литья. Уникальные свойства бетона формируются в результате взаимодействия водорастворимого силиката натрия с активным наполнителем при тепловлажностной обработке. При этом синтезируются соединения высокой прочности, химической стойкости, идентичные природным минералам.

Технология приготовления щелочесиликатного бетона почти не отличается от технологии производства бетона на портландцементе и может быть осуществлена на базе серийно выпускаемого оборудования. Твердение бетонных смесей происходит в стандартных автоклавах.

Конструкции и изделия из данного материала долговечны, кислотонепроницаемы, термостойки до 300°С, не содержат токсичных и дефицитных материалов, дешевы в эксплуатации, эстетичны и не требуют вторичной защиты.

Документацию можно получить по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6. НИИЖБ.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.982.24

А. Б. ПИРАДОВ, д-р техн. наук, Г. Ш. ГАБУНИЯ, инж. (ГрузНИИЭГС);
Л. А. ДЖАКЕЛИ, инж. (Тбилгидропроект)

Расчет армирования зон бетонных сооружений, ослабленных отверстием

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций приходится сталкиваться с наличием всевозможных отверстий, вызывающих концентрацию растягивающих и сжимающих напряжений. Ее определяют обычно методами теории упругости [1, 2].

В случае одноосного или двухосного сжатия бетонного образца с центральным отверстием, учитывая наличие трещин в зоне концентрации растягивающих напряжений, можно использовать методы линейной механики разрушения, в которой основным расчетным параметром является критический коэффициент интенсивности напряжений K_{Ic}.

Наиболее распространены для установления K_{Ic} бетона метод испытания балки с поверхностным надрезом по схеме трехточечного или четырехточечного изгиба, осевое растяжение бетонных призм или цилиндров с центральной или круговой трещиной, внецентренное сжатие куба с пазами и др. [3]. В указанных методиках получают одно значение K_{Ic}, однако имеется возможность многократного определения K_{Ic} на одном образце, заключающаяся в испытании на одноосное сжатие призматического бетонного элемента с центральным отверстием. Вследствие устойчивого развития трещин в зоне концентрации растягивающих напряжений каждому уровню напряжений по торцам образца соответствует некоторая длина трещины, что позволяет [4] подсчитать K_{Ic}. Близкие значения K_{Ic}, полученные по различным методикам, свидетельствуют об их надежности. Однако предпочтение отдается определению K_{Ic} по испытаниям на одноосное сжатие призматических бетонных образцов с центральным отверстием.

При сжимающей нагрузке по торцам образца P_* и соответствующей ей длине трещины $l_{тр}$ K_{Ic} находят в соответствии с работой [4] по формуле

$$P_* = -\frac{2K_{Ic}}{\sqrt{2\pi R(1+\delta)}} \times \sqrt{\frac{2(1+\delta)}{1-(1+\delta)^{-4}}} \left\{(1+\lambda) - (1-\lambda)\left[\frac{4}{(2+2\delta+\delta^2)^2}+1\right]\right\}^{-1}, \quad (1)$$

где δ — относительная длина трещины: $\delta = l_{тр}/R$; R — радиус отверстия; λ — отношение напряжений при двухосном сжатии: $\lambda = P'_*/P_*$; $\lambda = 0$ при одноосном сжатии.

Сопоставление экспериментальных и теоретических значений K_{Ic} показало, что с увеличением длины трещины K_{Ic} не меняется в диапазоне $0{,}2 \leqslant \delta \leqslant 0{,}8$ и хорошо описывается уравнением (1). При $\delta > 0{,}8$ K_{Ic}, подсчитанное по формуле (1), уменьшается, что отмечено в источнике [4], поскольку формула (1) выведена для малых трещин ($l_{тр} \ll R$). В интервале $0 < \delta < 0{,}2$ развитие трещины неустойчиво, что также подтверждено экспериментально.

Как видно, зависимость (1) позволяет при найденном экспериментально K_{Ic} устанавливать длину трещины в зоне концентрации растягивающих напряжений при соответствующей сжимающей нагрузке по торцам образца.

Приведенные результаты получены для бетонных призматических элементов, ослабленных отверстием. В реальных конструкциях зоны концентрации напряжений вблизи отверстий необходимо армировать. Для изучения этого вопроса испытали на одноосное и двухосное сжатие призматические бетонные образцы с различным армированием в зоне отверстия. При этом использовали пять различно армированных серий образцов размером 15×30×90 см с центральным отверстием Ø 10 см, а также крупномасштабный образец размером 35×75×225 см с отверстием Ø 25 см.

Отверстия армировали тремя концентрически расположенными кольцами, на которые наклеивали электрические датчики сопротивления, изолированные эпоксидным клеем. В одной из серий зону отверстий армировали прямыми стержнями. При испытании образцов установлены зависимости длины трещины, ширины ее раскрытия и напряжения в арматуре от приложенных по торцам образца усилий. Для определения этих зависимостей расчетным путем использовали методы механики разрушения.

Длину трещины в неармированном образце подсчитывали по формуле (1), а ширину ее раскрытия — согласно работе [5] по формуле

$$2v(x, 0) = \frac{2}{\pi E}\int_{-l}^{l} q(\xi)\,\Gamma(l, x, \xi)\,d\xi, \quad (2)$$

где $v(x, 0)$ — полуширина раскрытия трещин в точке с координатами (x, $y=0$); $q(\xi)$ — функция нормальной составляющей натяжения в зоне трещины; l, x, ξ — приведены на рис. 1; x — координата точки на оси абцисс, в которой определяют раскрытие трещины; ξ — текущая координата, изменяющаяся в интервале $-l \leqslant \xi \leqslant -R$; $R \leqslant \xi \leqslant l$.

Распределение растягивающих напряжений в зоне трещины при одноосном сжатии устанавливают согласно источнику [1] по формуле

$$q(\xi) = \frac{P_*}{2}\left(\frac{3R^4}{\xi^4} - \frac{R^2}{\xi^2}\right). \quad (3)$$

Подставляя в выражение (2), получим величину раскрытия трещины в точке с координатами (x, $y=0$)

$$2v(x, 0) = \frac{P_*}{\pi E}\int_{-l}^{l}\left(\frac{3R^4}{\xi^4} - \frac{R^2}{\xi^2}\right) \times \Gamma(l, x, \xi)\,d\xi. \quad (4)$$

Произведя численное интегрирование методом Гаусса, найдем ширину раскрытия трещины в точке ($x=R$; $y=0$) для неармированного фрагмента с отверстием.

В точках расположения арматурных стержней прикладывают определенное экспериментально усилие P_i, возникающее в арматурном стержне. Закрытие трещины под действием этого усилия подсчитывают по зависимости

$$2v_i(x, 0) = -\frac{2}{\pi E} P_i \Gamma(l, x, \xi_i). \quad (5)$$

Суммируя закрытия трещин от каждого отдельного усилия в арматуре, получают общее уменьшение первоначального раскрытия в неармированном фрагменте с центральным отверстием

$$2v_c(x, 0) = 2\sum_{i=1}^{n} v_i(x, 0), \quad (6)$$

где n — число пересекающих трещину арматурных стержней.

Теоретическое раскрытие трещины в армированном образце

$$a_{тр}^{теор} = 2v(x, 0) - 2v_c(x, 0). \quad (7)$$

Сопоставление экспериментальных величин раскрытия трещин в ее устье с теоретическими для образцов размером 15×30×90 см с отверстием Ø 10 см показаны в табл. 1, а для образца размером 35×75×225 см с отверстием Ø 25 см — в табл. 2.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

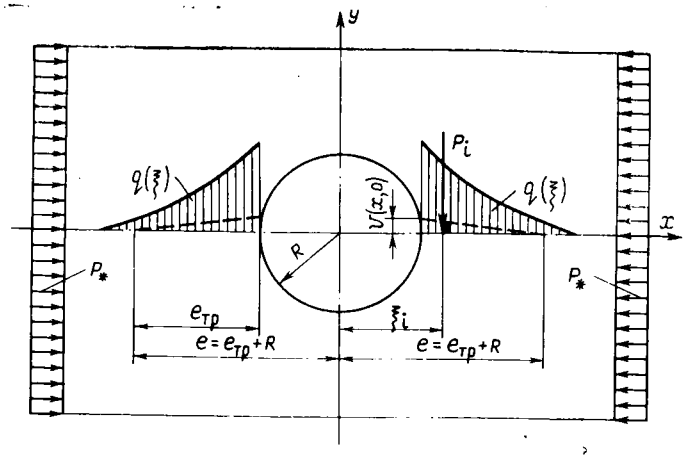


Рис. 1. Расчетная схема

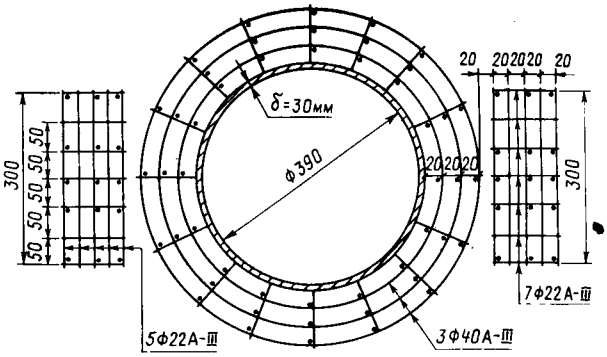


Рис. 2. Схема армирования водосбросного отверстия арочной плотины Худони ГЭС

Таблица 1

Нагрузка по торцам образца, МПа	Теоретическая длина трещины в бетонном образце, см	Опытная длина трещины, средняя по неармированной серии 1, см	Теоретическое раскрытие трещины, мм	Опытное раскрытие трещины, среднее по неармированной серии 1, мм	Теоретическое раскрытие трещины в армированном образце при теоретической длине трещины, мм	$a_{тр}^{теор}$, мм	$a_{тр}^{оп}$, мм	$a_{тр}^{оп}/a_{тр}^{теор}$
11,1	3,500	4,100	0,032	0,027	0,026	0,029	0,022	0,76
	3,500	4,100	0,032	0,027	0,021	0,025	0,023	0,96
13,3	4,300	7,900	0,041	0,066	0,034	0,042	0,036	0,85
	4,300	7,900	0,041	0,066	0,025	0,031	0,034	1,10

Примечание. Над чертой — серия IV, под чертой — серия V.

Проведенное сопоставление позволяет с уверенностью применять разработанную методику расчета армирования зон концентрации растягивающих напряжений у отверстия для реальных массивных сооружений, ослабленных отверстием и находящимся в одноосном или двухосном напряженном состоянии.

По разработанной методике рассчитали армирование зон водосбросных отверстий железобетонной арочной плотины Худони ГЭС.

Расчетная схема фрагмента арочной плотины аналогична приведенной на рис. 1 с той разницей, что к контуру отверстия приложено гидростатическое давление $P_к$. Напряжения по торцам фрагмента ($P_*=7{,}43$ МПа) приняты по проекту. Напряжения, действующие по берегам трещины,

$$q(\xi) = P_k \frac{R^2}{\xi^2} + \frac{P_*}{2} \times \times \left(\frac{3R^4}{\xi^4} - \frac{R^2}{\xi^2} \right). \qquad (8)$$

После подстановки выражения (8) в формулу (2) и интегрирования получили ширину раскрытия трещины в неармированном фрагменте $2v(x, 0)=1{,}1$ мм

Таблица 2

Нагрузка по торцам образца, МПа	Теоретическая длина трещины в бетонном образце, см	Теоретическое раскрытие трещины в бетонном образце, мм	$a_{тр}^{тео}$, мм	$a_{тр}^{оп}$, мм	$a_{тр}^{оп}/a_{тр}^{теор}$
2,62	2,123	0,013	0,008	0,007	0,843
4,48	8,812	0,053	0,040	0,039	0,965
5,23	10,524	0,066	0,051	0,052	1,028

для отверстия радиусом $R=2$ м, модуля упругости бетона $E=2\cdot10^4$ МПа и теоретической длины трещины в неармированном фрагменте, вычисленной по формуле (1) при критическом коэффициенте интенсивности напряжений $K_{Ic}=2{,}15$ МН/м$^{3/2}$ [6]. K_{Ic} по рекомендации работы [6] принят для заполнителя крупностью до 80 мм, применяемого при возведении плотин. В случае крупного заполнителя фракции до 20 мм можно использовать рекомендации, приведенные в источнике [7].

Для усилий, необходимых для уменьшения ширины раскрытия трещины в неармированном фрагменте до $a_т^{32д}=0{,}2$ мм, служит формула (5).

С целью унификации арматуры, применяемой при проектировании Худонской арочной плотины, а также из соображений технологии производства работ шаг арматурных каркасов в продольном направлении (вдоль водовода) составляет три плоских каркаса на 1 пог. м длины, а рабочая арматура принята Ø40 и Ø 22 А-III. Расположение арматуры в плоском каркасе показано на рис. 2. Площадь одного ряда арматуры на 1 пог. м длины водовода составляет 3 Ø 40 ($A_s=37{,}7$ см^2) и 3 Ø 22 ($A_s=11{,}4$ см^2). Усилие на 1 пог. м, приложенное в зоне трещины $N_{3Ø40}=1{,}3$ МН, $N_{3Ø22}=0{,}39$ МН при $R_a=345$ МПа, Соответствующее суммарное закрытие трещины от этих усилий в арматуре $2v(x, 0)=0{,}88$ мм. Следовательно, раскрытие трещины в зоне концентрации растягивающих напряжений при таком армировании $a_т^{теор}=0{,}22$ мм, что является допустимым для данного сооружения. Разработанная методика позволила подобрать арматуру в зоне водосбросного отверстия арочной плотины Худони ГЭС из условия допустимого раскрытия трещин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. — М.: Наука. — 1966. — 707 с.
2. Савин Г. Н. Распределение напряжений около отверстий. — Киев: Наукова думка, 1968. — 887 с.
3. Зайцев Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. — М.: Стройиздат, 1982. — 196 с.
4. Каминский А. А. Хрупкое разрушение вблизи отверстий. — Киев: Наукова думка, 1982. — 160 с.
5. Панасюк В. В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. — Киев: Наукова думка, 1968. — 248 с.
6. Трапезников Л. П. Температурная трещиностойкость массивных бетонных сооружений. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 272 с.
7. К вопросу определения критического коэффициента интенсивности напряжений в бетоне / А. Б. Пирадов, В. И. Аробелидзе, Д. Д. Пакрадзе и др. // Сообщения АН ГССР. — 1987. — Т. 125. — № 3. — С. 587—600.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Объединение норм проектирования бетонных и железобетонных конструкций различного назначения является возможным и актуальным для совершенствования общей системы нормативных документов. Сложившись исторически в результате различной ведомственной подчиненности, система независимых норм для отдельных групп железобетонных конструкций является все в большей и большей степени тормозящим фактором в развитии методов расчета и конструирования. В представленной ниже статье показано, что такое объединение для промышленных и гражданских зданий и гидротехнических сооружений возможно, несмотря на их большие различия. Думается, что нет серьезных препятствий к объединению и норм транспортных сооружений. Редакция просит высказаться по этому поводу всех заинтересованных специалистов, в том числе работников Госстроя СССР.

УДК 624.012.45.006

П. И. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук (ЛПИ); А. С. ЗАЛЕСОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Об объединении норм проектирования железобетонных конструкций различного назначения

(В порядке обсуждения)

В последнее время обсуждается вопрос о возможности и целесообразности объединения норм проектирования железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий, гидротехнических и транспортных сооружений. Наша задача — рассмотреть вопрос о возможности объединения норм конструкций промышленных и гражданских зданий и гидротехнических сооружений.

Основное различие в нормированных свойствах (характеристиках) материалов заключается, во-первых, в величине заданной обеспеченности нормативной прочности бетона. Если для промышленных и гражданских сооружений (ПГС) она принята единой и равной 0,95, то для гидротехнических сооружений (ГТС) она задана для массивных конструкций 0,9, для немассивных 0,95, что примерно согласуется с некоторыми зарубежными нормами (например, США).

Доводом в пользу указанного различия является повышенная крупность заполнителя массивного бетона (до 80 ... ... 120 мм), соизмеримая с величиной ребра стандартного куба (150 мм), приводящая к завышению разброса прочности образцов, но мало влияющая на прочность крупных элементов. Кроме того, учитывается меньшее влияние прочности бетона не несущую способность массивных сооружений.

Эти факторы, несомненно, имеют значение и могут учитываться либо указанным способом, либо путем изменения стандарта испытания контрольных образцов, либо введением дополнительных поправочных коэффициентов. Какой из путей целесообразнее — надо решить.

Существенное различие имеется также в значениях модуля упругости, предельных деформаций удлинения. Если в СНиП 2.03.01—84 модуль упругости тяжелого бетона зависит от класса и термообработки, то в СНиП 2.06.08—87 его значения берутся в зависимости от крупности заполнителя, осадки конуса смеси и класса бетона. Величины модуля могут существенно отличаться. По-видимому, следует учитывать и влияние термообработки, и состав бетона.

Предельная растяжимость в СНиП 2.06.08—87 принята зависящей от класса и состава бетона и существенно ниже приведенной в СНиП 2.03.01—84. Однако при этом рекомендуется учитывать градиент деформаций. Его повышение приводит к увеличению предельной растяжимости.

Представляется, однако, что значения максимального удлинения бетона зависят также и от армирования. Соответствующие нормативные значения в дальнейшем потребуют взаимного согласования.

Оценка прочности бетонных неармированных элементов имеет принципиальные различия в рассматриваемых нормативных документах.

В СНиП 2.03.01—84 расчет прочности по нормальным сечениям без учета работы растянутой зоны выполняется в предположении прямоугольной эпюры напряжений. При учете работы растянутой зоны расчетная эпюра в сжатой зоне принимается треугольной, а в растянутой — прямоугольной с ординатой R_{btn}. При этом предельная растяжимость бетона ограничивается величиной $2R_{btn}/E_b$. Масштабно-градиентный фактор, а также возможность образования продольных трещин откола, отделяющих сжатую зону, во внимание не принимаются.

В СНиП 2.06.08—87 эпюра напряжений во всех случаях принимается линейной, ограничивается величина краевых напряжений, учитываются масштабно-градиентный фактор, а также влияние формы сечения. Влияние гибкости оценивается с помощью коэффициента φ, вводимого сомножителем правой части и являющегося функцией.

Таким образом, в СНиПе для гидротехнических сооружений более осторожно оценивают несущую способность бетонных элементов, принимая во внимание значительное влияние масштабного фактора, ограничивая величину напряжений и тем самым косвенно предотвращая образование трещин от откола. Кроме того, расчет несущей способности по напряжениям позволяет в необходимых случаях более просто учесть влияние температурных и влажностных напряжений.

Для массивных бетонных конструкций любого назначения подход СНиП 2.06.08—87 представляется более предпочтительным. В то же время учет гибкости с помощью коэффициента η, вводимого к величине эксцентриситета (момента) по СНиП 2.03.01—84, является более обоснованным.

Немаловажные различия имеются в расчетах железобетонных элементов при действии поперечных сил и изгибающих моментов.

В СНиП 2.06.08—87 сохранена методика, принятая ранее, согласно которой воспринимаемая бетоном поперечная сила Q_b определяется в зависимости от соотношения момента и поперечной силы M/Qh_0, причем с уменьшением M/Qh_0 величина Q_b возрастает.

Эта методика основана на экспериментах с однопролетными балками с шар-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

пирным опиранием, загруженными главным образом двумя силами в пролете. Однако проведенные в настоящее время в НИИЖБе, а также в Брестском инженерно-строительном институте совместно с Ленинградским ПИ опыты показали, что в консольных балках с двузначной эпюрой моментов по сравнению с обычными балками с однозначной эпюрой моментов при одинаковых, не слишком больших расстояниях от груза до опоры величина Q_b практически не увеличивается, а в некоторых случаях и уменьшается, несмотря на значительное (до двух раз) уменьшение параметра M/Qh_0.

Удовлетворительная корреляция получена, если усилие Q_b связывать с пролетом среза c, равным расстоянию от наиболее неблагоприятного положения вершины наклонной трещины до опоры, как это принято в СНиП 2.03.01—84 (при сосредоточенных нагрузках расчетный пролет среза равен расстоянию от груза до опоры, при равномерно распределенной нагрузке — одной четвертой доли пролета).

Благодаря низким значениям дополнительных коэффициентов методика СНиП 2.06.08—87 обеспечивает достаточную надежность балок (плит) с двузначной эпюрой моментов. Однако для обеспечения равнопрочности балок (плит) с однозначной и двузначной эпюрами моментов и экономии арматуры для железобетонных конструкций гидротехнических сооружений целесообразно принять методику расчета СНиП 2.03.01—84, откорректировав значения коэффициентов с учетом масштабного фактора. В дальнейшем влияние моментов и пролета среза должно быть более тщательно исследовано.

Расчеты железобетонных конструкций по образованию трещин в нормах отличаются расчетными эпюрами напряжений бетонных конструкций, как это было указано ранее, но у гидротехников принимаются во внимание также масштабный фактор, процент армирования и его дисперсность. Для массивных конструкций, по-видимому, целесообразно принять способ расчета, приведенный в СНиП 2.06.08—87.

В части расчета по раскрытию трещин различие норм состоит в некоторых количественных оценках, а не в методике.

В настоящей статье мы не останавливались на ряде специфических особенностей промышленно-гражданских зданий и гидротехнических сооружений, которые безусловно должны быть отражены в нормах.

При объединении норм некоторые трудности может вызвать различный подход к написанию расчетных предельных неравенств, определяющих обеспечение условий пригодности конструкции. При проектировании промышленных и гражданских зданий коэффициент сочетаний нагрузок вводится к нагрузкам соответствующей категории. Коэффициент надежности по назначению сооружений равен или менее единицы.

В нормах проектирования гидротехнических сооружений СНиП 2.06.08—87 по установившейся многолетней традиции коэффициент надежности по назначению сооружений (более правильно его называть коэффициентом надежности по значимости сооружения) принят равным или превышающим единицу. Он зависит от таких параметров, как высота плотины, мощность ГЭС, грузооборот воднотранспортной магистрали, площадь орошения и т. п., т. е. параметров, в определенной мере характеризующих последствия аварийной ситуации (выхода из строя сооружения или системы).

Коэффициент сочетания нагрузок согласно этим нормам вводится как сомножитель к левой части неравенства, т. е. к расчетным усилиям, напряжениям и т. д. Поскольку полувероятностный метод предельных состояний основан не только на представлениях теории надежности, но в не меньшей мере на опыте проектирования и эксплуатации сооружений, весь комплекс нормативных требований представляет собой систему звеньев, во многих случаях взаимосвязанных. Поэтому изменение отдельных коэффициентов, их места нельзя делать, не рассматривая всю систему.

Подводя итог рассмотрению, следует сделать вывод о том, что объединение норм возможно при условии выделения массивных бетонных и железобетонных конструкций в отдельный вид и сохранения различного подхода к оценке надежности промышленных, гражданских и гидротехнических сооружений в рамках полувероятностного метода предельных состояний.

УДК 624.012.45

А. А. ПЕПАНЯН, канд. техн. наук (АрмНИИСА)

Практический метод расчета элементов по деформациям

Согласно СНиП 2.03.01—84 кривизна изгибаемых, внецентренно сжатых и внецентренно растянутых железобетонных элементов на участках, где не образуются нормальные к продольной оси трещины, определяется по формуле

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M\varphi_{b2}}{B_0} = \frac{M\varphi_{b2}}{\varphi_{b1}E_bJ_{red}}, \quad (1)$$

где M — момент от внешней нагрузки; B_0 — начальная жесткость элемента: $B_0 = \varphi_{b1}E_bJ_{red}$; φ_{b1} — коэффициент, учитывающий влияние кратковременной ползучести бетона; φ_{b2} — то же, длительной ползучести бетона на деформации элемента без трещин; J_{red} — момент инерции приведенного сечения элемента относительно его центра тяжести.

При наличии трещин, нормальных к продольной оси, вычисление жесткости элемента B намного усложняется (учет работы бетона на растяжение на участках между трещинами ψ_s, неравномерность деформаций бетона сжатой зоны на участках между трещинами ψ_b, неупругие деформации бетона сжатой зоны ν и др.).

Предложенная методика позволяет пользоваться формулой (1) и после образования трещин в растянутой зоне. Она основана на статистической обработке большого числа экспериментальных данных различных исследователей [1 ... 6]. При этом по опытным значениям B строили кривые зависимостей относительной жесткости B/B_0 от уровня нагрузки $M/M^{оп}_{разр}$ ($M^{оп}_{разр}$ — опытный разрушающий момент). На рисунке показаны некоторые характерные кривые для обычно армированных и преднапряженных элементов, которые методом наименьших квадратов были аппроксимированы в виде многочлена третьей степени:

$$\frac{B}{B_0} = a_0 + a_1\frac{M}{M^{оп}_{разр}} + a_2\left(\frac{M}{M^{оп}_{разр}}\right)^2 + a_3\left(\frac{M}{M^{оп}_{разр}}\right)^3, \quad (2)$$

откуда

$$B = B_0\left[a_0 + a_1\frac{M}{M^{оп}_{разр}} + a_2\left(\frac{M}{M^{оп}_{разр}}\right)^2 + a_3\left(\frac{M}{M^{оп}_{разр}}\right)^3\right],$$

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

где a_0, a_1, a_2, a_3 — переменные, зависящие от физических и геометрических параметров элемента. Для обычно армированных элементов $a_0=1{,}244-0{,}0173\theta$; $a_1=-4{,}144+0{,}292\theta$; $a_2=7{,}181-0{,}504\theta$; $a_3=-4{,}344+0{,}31\theta$. Для преднапряженных элементов $a_0=1{,}01+0{,}0005\theta$; $a_1=-0{,}214-0{,}005\theta$; $a_2=0{,}197+0{,}031\theta$; $a_3=-0{,}811+0{,}045\theta$; θ — параметр, характеризующий деформативность элемента: $\theta=\frac{h_0\,\mu\,K_a\,K_б}{l}$; h_0 — рабочая высота сечения элемента, см, при переменной высоте: $h_0=\frac{h_0^{оп}+h_0^{с}}{2}$; $h_0^{оп}$, $h_0^{с}$ — рабочие высоты сечения элемента на опоре и по середине пролета; l — пролет элемента (для консольных элементов он равен двойному вылету консоли); K_a, $K_б$ — коэффициенты, учитывающие влияние вида арматуры и бетона на деформативность элемента: для арматуры класса А-1 и для тяжелого бетона класса В7,5, подвергнутого ТВО при атмосферном давлении, $K_a=K_б=1$; для остальных видов арматуры и бетона:

$$K_a=\frac{E_{s\,(э)}\,R_{sn\,(э)}}{E_{s\,(A\text{-}I)}\,R_{sn\,(A\text{-}I)}};$$

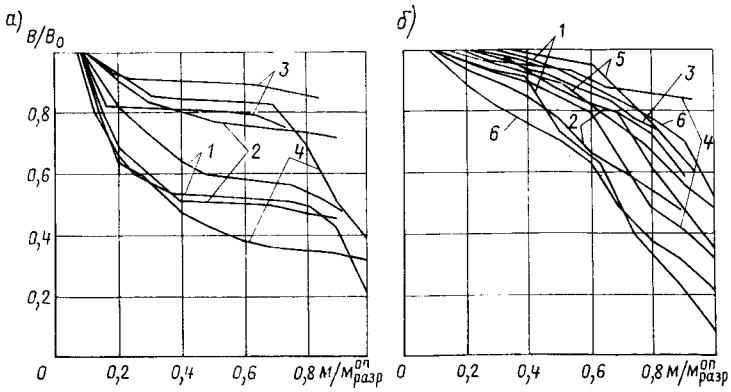
$$K_б=\frac{E_{b\,(э)}\,R_{bn\,(э)}}{E_{b\,(B7{,}5)}\,R_{bn\,(B7{,}5)}},$$

$E_{s(э)}$, $R_{sn(э)}$, $E_{b(э)}$, $R_{bn(э)}$ — характеристики рабочей арматуры и бетона рассматриваемого элемента; $E_{s(A-I)}$, $R_{sn(A-I)}$ — характеристики арматуры класса А-1; $E_{b(B7,5)}$, $R_{bn(B7,5)}$ — характеристики тяжелого бетона класса В7,5, подвергнутого ТВО при атмосферном давлении.

Все эти параметры приведены в СНиП 2.03.01—84, что позволило составить таблицы значений K_a и $K_б$ для всех видов бетона и арматуры.

В процессе расчета по предлагаемой методике при отсутствии значений опытного разрушающего момента рассматриваемого элемента $M_{разр}^{оп}$ заменяют расчетным разрушающим (максимальным) моментом $M_{max}^{cal}=1{,}3M_n$ (M_n — несущая способность сечения, вычисленная по СНиПу при нормативных сопротивлениях арматуры и бетона; 1,3 — выведенный статистически числовой коэффициент, связывающий несущую способность сечения с расчетным максимальным моментом). Если элемент имеет уровень (степень) преднапряжения арматуры ниже предельно допускаемых СНиПом (п. 1.23) величин, то его расчетную жесткость B_{cal} подсчитывают по формуле

$$B_{cal}=B+\frac{a}{0{,}95}(B_p-B), \quad (3)$$



Характерные кривые зависимостей относительно жесткости B/B_0 от уровня нагрузки $M/M_{разр}^{оп}$ обычно армированных (*а*) и преднапряженных (*б*) элементов
1 — [1]; *2* — [2]; *3* — [3]; *4* — [6]; *5* — [4]; *6* — [5]

где B — жесткость элемента, определенная по предлагаемой методике для обычно армированных элементов; B_p — то же, для преднапряженных элементов; a — уровень (степень) преднапряжения арматуры рассчитываемого элемента: $a=\sigma_{sp}/R_{sn}$; σ_{sp} — преднапряжение в напрягаемой арматуре рассчитываемого элемента; R_{sn} — расчетное сопротивление напрягаемой арматуры растяжению для предельных состояний второй группы.

В предлагаемой методике длительность действия нагрузки учитывают единым коэффициентом φ_{b2} согласно п. 4.24 СНиПа, а учет начальных трещин в сжатой зоне и нормальных трещин в растянутой зоне, которые при действии рассматриваемой нагрузки будут закрыты, производят согласно пп. 4.25, 4.26 норм.

Апробация предлагаемого метода показала, что максимальные отклонения прогибов, рассчитанных по данной методике, от результатов расчета по СНиПу не превышали 8%. Сравнением с практическим методом расчета по деформациям, приведенным в руководствах по проектированию, установлено, что при одинаковой трудоемкости результаты расчета по предлагаемой методике ближе к прогибам, рассчитанным по СНиПу. Данная методика дает достоверные значения прогибов при уровнях нагрузок $0{,}1\leqslant M/M_{max}^{cal}\leqslant 0{,}9$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мхикян А. М. Исследование некоторых вопросов усовершенствования многопустотных панелей перекрытий из легкого железобетона: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Ереван, 1968. — 16 с.
2. Иоаннисян С. Г. Исследование деформаций изгибаемых элементов из высокопрочных легких бетонов, армированных стержневой арматурой повышенной прочности // Тр. ин-та // АПСМ. 1966. — № 8 — С. 50—80.
3. Аветисян Р. С. Исследование предварительно напряженных балок, армированных высокопрочной проволокой, под многократно повторяющейся нагрузкой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Ереван, 1965. — 16 с.
4. Карамян К. О. Исследование деформаций предварительно напряженных изгибаемых элементов из тяжелого силикатного бетона при кратковременном действии нагрузки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1965. — 24 с.
5. Епоян Р. О. Исследование предварительно напряженных изгибаемых элементов из железобетона на литоидной пемзе с прядевой арматурой при многократном повторном и длительном действии нагрузок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук — Ереван, 1975. — 28 с.
6. Пепанян А. А. Исследование изгибаемых железобетонных элементов из бетона на ахавнатунском туфе: Автореф. дис.,... канд. техн. наук. — Ереван, 1982. — 22 с.

Новые изобретения

№ 21*

А. с. 1400889 СССР, МКИ³ В 28 В 7/22. **Установка для производства железобетонных труб** / Г. И. Пономарев, Ф. И. Киришкин, В. Я. Бабаченко и др. (СССР).

А. с. 1400890 СССР, МКИ³ В 28 В 7/24. **Кассетная установка для изготовления железобетонных изделий** / А. Н. Соколов, В. М. Бабич (СССР); СКБ Кассетдеталь.

А. с. 1401029 СССР, МКИ³ С 04 В 14/36. **Бетонная смесь и способ получения бетона** / Ю. Д. Лисенко, П. И. Свистун, И. И. Томилин, Д. Ф. Черевко (СССР); ВНИИ соляной промышленности.

А. с. 1401123 СССР, МКИ³ Е 04 G 17/00. **Вставка для соединения щитов опалубки** / О. Н. Парфентьев, М. Л. Дорфман, В. В. Темеров и др. (СССР); Одесский филиал Всесоюзного ин-та Оргэнергострой.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.322

Э. И. БАКУЛИНА, Р. Я. РОГОЖИНА, инженеры, Л. А. ПОЛОНСКИЙ, канд. техн. наук (ЛенЗНИИЭП)

Красный шлам — заполнитель для бетона

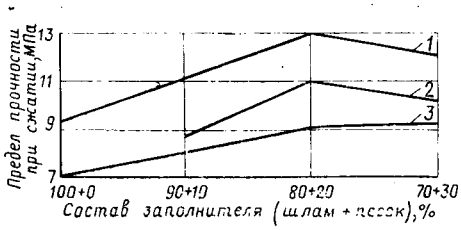
В настоящее время существует значительный дефицит крупных и мелких заполнителей для бетона. Для покрытия дефицита строятся новые карьеры, требующие значительных капитальных затрат. Кроме того, зачастую под карьеры отводятся заповедные территории. В связи с этим значительный интерес могут представлять различные отходы промышленности, которые можно использовать в качестве заполнителей для бетонов, в частности красный шлам, являющийся отходом при переработке бокситов.

В настоящее время этот материал практически не используют и выбрасывают в отвалы. Так, в Бокситогорском районе Ленинградской обл. в отвалах скопилось около 15 млн. т красного шлама, к которым ежегодно добавляется 400 тыс. т. Отвалы занимают огромные территории полезных земель, засоряют атмосферу и причиняют непоправимый вред окружающей среде.

Вопросы применения красного шлама в строительном производстве решались и в нашей стране, и за рубежом. Так, красный шлам рассматривали в качестве сырьевого компонента для производства цемента и корректирующей добавки к сырьевой смеси, активной гидравлической добавки при помоле цемента, при изготовлении стеновых керамических материалов, в виде добавки в шихту при производстве керамзита, кирпича и декоративной керамики. В 1959—1960 гг. трест Оргтехстрой использовал красный шлам для изготовления шламоблоков, в 1969 г. ЛИСИ — для бетонных деталей дорожных сооружений. Однако все попытки использовать красный шлам носили локальный характер, а шлам брали из отвалов со сроком давности 1 ... 5 лет.

В ЛенЗНИИЭПе были исследованы возможности использования красного шлама в качестве заполнителя для легких бетонов из отвалов сроком давности 10 лет и более.

Химический состав такого шлама по данным ГипроНИИнеметаллоруд следующий (в %): Al_2O_3 — 9,6, CaO — 31,3, Fe_2O_3 — 14,4, Na_2O — 1,4, SiO_2—16,4,



Влияние добавок песка на прочность шламобетона

1 — 28 сут нормального твердения; *2* — 28 сут после ТВО; *3* — после пропаривания

TiO_2—1,8, SO_3 — 0,3, п. п. п. — 23,3, CO_2 — 16,9. По результатам микроскопического и рентгеноструктурного анализов красный шлам представлен в основном гидросиликатами кальция переменной основности (50%), окислами железа (20%), гидрогранатами на основе алюминатов кальция. C_2S старого шлама гидратирован и карбонизирован. В естественном состоянии шлам представляет собой смесь гравийных и песчаных фракций с предельной крупностью 10 мм. Для повышения прочности и морозостойкости бетона на красном шламе в состав заполнителя можно вводить кварцевый песок. Как видно из рисунка (по данным ЛИСИ), оптимальным является заполнитель, в составе которого 20% песка. Увеличение доли песка до 30% снижает прочностные показатели бетона. В табл. 1 представлены сравнительные показатели бетонных смесей, содержащих в качестве заполнителя красный шлам.

Присутствие кварцевого песка в бетонной смеси на красном шламе (в естественном состоянии фракции 1,5 ... 10 мм) повышает прочность бетона на 18 ... 20%. Для уменьшения водопотребности бетонной смеси и объемной массы бетона использовали добавку СДО в количестве 0,15% массы цемента. Для уменьшения потери прочности бетона с добавкой СДО применяли комплексную добавку, состоящую из 0,15% СДО и 2% $CACl_2$.

Анализ результатов исследований (табл. 2) показал, что введение добавки СДО уменьшает В/Ц бетонной смеси и объемную массу бетона на 50 ... 70 кг/м³, но одновременно снижает его прочность на 8 ... 11%. Однако использование гидрофобизирующей добавки в бетонах на красном шламе возможно, так как при таком снижении прочности требуемая марка бетона может быть обеспечена. При введении хлористого кальция прочность бетона повышалась на 13%, а комплексной добавки — на 11%.

Тепловлажностную обработку образцов из бетона с красным шламом проводили путем пропаривания по режиму 3+4+3 ч. Предварительно были опробованы более длительные режимы с изотермией до 6 ч. Испытания показали, что марочная прочность бетона практически не зависела от выбранных режимов пропаривания. Оптимальное время предварительной выдержки образцов до пропаривания составило 2 ... ... 4 ч.

Процессы коррозии в шламобетоне протекают медленнее, чем в обычном железобетоне, что объясняется высокой щелочностью среды. Так, величина pH составляет 11,6 ... 12,0.

Для некоторых железобетонных конструкций важной характеристикой является морозостойкость материала. Испытания морозостойкости шламобетона составов 1, 3, 7 (по табл. 2) показали, что образцы состава 1 выдержали 25

Таблица 1

№ составов	Расход цемента, кг/м³	Состав заполнителя, %		В/Ц	Объемная масса бетона в сухом состоянии, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа
		песок	красный шлам			
1	300	20	80	1,42	1540	8,3/12,1
2	300	—	100	1,50	1484	7,0/10,0
3	355	20	80	1,27	1560	9,4/13,3
4	355	—	100	1,35	1500	7,5/11,3

Примечание. Перед чертой — предел прочности при сжатии после ТВО, после черты — то же, пропаренного бетона в возрасте 28 сут.

Таблица 2

№ составов	Расход цемента, кг/м³	В/Ц	Расход добавки, % массы цемента		Объемная масса в сухом состоянии, кг/м³	Предел прочности при сжатии, МПа
			СДО	$CaCl_2$		
1	254	1,70	0,15	—	1440	4,0/5,6
2	250	1,75	—	—	1490	4,5/6,3
3	296	1,43	0,15	—	1485	8,0/10 0
4	297	1,48	—	—	1545	8,7/11,0
5	355	1,27	—	—	1560	8,7/12,0
6	350	1,25	—	2,0	1547	9,0/13,5
7	354	1,23	0,15	—	1485	8,0/10,7
8	355	1,20	0,15	2,0	1500	8,4/13,3

Примечание. Перед чертой — предел прочности при сжатии после ТВО, после черты — то же, в возрасте 28 сут.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

циклов, составов 3 и 7 — 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Выводы

Красный шлам можно использовать для изготовления бетона классов В3,5 ... ... В7,5 при расходе цемента соответственно 250, 300, 350 кг/м³ с объемной массой бетона в сухом состоянии 1440... ... 1550 кг/м³ и влажностью после ТВО 18 ... 22%. Такие бетоны можно использовать для производства изделий широкой номенклатуры: внутренних стеновых панелей, перекрытий, перегородок, покрытий, элементов ступеней лестниц, ограждений балконов и лоджий, парапетных блоков.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиски путей снижения объемной массы и интенсификации технологического процесса. Однако уже сейчас можно утверждать, что использование красного шлама из отвалов при производстве строительных конструкций позволит получить большой экономический эффект и будет способствовать охране окружающей среды.

На ВДНХ СССР

Новая технологическая линия

На ВДНХ СССР территориальное строительное объединение Приморкрайстрой Минвостокстроя СССР демонстрирует кассетно-конвейерную технологическую линию для вертикально-формуемых строительных изделий.

Линия состоит из четырех постов: распалубки, чистки, смазки, армирования форм-поддонов; формования изделий и их первичной термообработки; доводки поверхности изделий; окончательной термообработки. Установку арматурных элементов и распалубку готовых изделий выполняют с помощью мостового крана. Управление механизмами линии — дистанционное с центрального пульта. Производительность линии 15 тыс. м³/год, режим термообработки составляет 22 ч. На линии установлено 26 форм-поддонов. Ее габаритные размеры 45×8×6 м.

Линия предназначена для изготовления ненапряженных плоских деталей КПД и других железобетонных изделий. Экономический эффект от внедрения линии составил 100 тыс. р.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 690009, Владивосток, ул. 25 Октября, 45 а.

Долговечность

УДК 691.327:620.193.8

В. В. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук (КИСИ); А. М. РОЖАНСКАЯ, микробиолог (Институт микробиологии и вирусологии АН УССР); Т. В. ТЕПЛИЦКАЯ, инж. (УкрНИИГиМ)

Проницаемость цементных растворов для бактерий

Строительные конструкции, эксплуатируемые под землей и в техногенных средах при относительной влажности более 60%, подвергаются воздействию физико-химических факторов, вызывающих их преждевременное разрушение. В то же время в грунтах, производственных и бытовых сточных водах благодаря наличию легко доступных источников питания и энергии активно развиваются различные группы микроорганизмов. Исследованиями зарубежных ученых установлена существенная роль биологического фактора в коррозии строительных материалов [1]. Выявлено, что продукты жизнедеятельности бактерий и микроскопических грибов (минеральные и органические кислоты, окислы азота, аммиак, сероводород и др.) являются агентами коррозии канализационных систем, градирен, гидротехнических сооружений, станций биологической очистки сточных вод и др. [2, 3].

Некоторые авторы [4] наблюдали развитие бактерий в стеклянных капиллярах размером 0,02× (1 ... 3) мм, расположенных на глубине 20 ... 23 мм от поверхности бетонного образца. Однако предложенная модель порового пространства не позволяет в полной мере экстраполировать полученные данные на реальные конструкции, в значительной степени различающиеся по величине пористости и водопроницаемости.

Цель авторов заключалась в изучении взаимосвязи между плотностью цементно-песчаного раствора, оцениваемой коэффициентом фильтрации $K_ф$, и инфицированием капиллярно-пористой структуры образцов микроорганизмами.

Данную работу, освещающую один из аспектов проблемы биоповреждения бетона, можно рассматривать как отклик на статью [5].

Для экспериментов изготовили шесть образцов-цилиндров диаметром 37, высотой 47 мм из плотного, малофильтрующего цементного раствора состава 1:1,5 при В/Ц=0,3 и проницаемого состава 1:3 при В/Ц=0,4; 0,6 и 0,8, а также контрольные образцы-призмы размером 40×40×160 мм по методике ГОСТ 310.4—81. Вяжущим для образцов служил сульфатостойкий портландцемент марки 500, заполнителем — кварцевый днепровский песок с $M_к$=1,1 ...1,3.

Образцы-цилиндры формовали в обоймах высотой около 50 мм, нарезанных из стеклянной трубы с внутренним диаметром 37 мм. Перед укладкой в обойму растворной смеси внутреннюю поверхность цилиндров обезжиривали комплексным растворителем и наносили на нее адгезионный гидроизолирующий слой толщиной до 1 мм из специального полимерного компаунда, который полимеризуется при контакте со свежеуложенным строительным раствором, обеспечивая таким образом прочноплотный контакт со стеклянной обоймой.

Часть образцов изготовили с химическими добавками (катионные ПАВ: катамин АБ и катапин КБ и диметиламинная соль полихлорбензойной кислоты — полидим), вводимыми в раствор с водой затворения в количестве 1% массы цемента. Для получения составов цементных растворов, сопоставимых по сквозной пористости структур, срок твердения образцов в нормальных (стандартных) условиях ограничили 28 сут. Торцы цилиндров обрабатывали на наждачном камне для обеспечения ровной поверхности и снятия пленки цементного камня и карбонизованного слоя. Характеристика составов цементного раствора приведена в табл. 1.

Таблица 1

Состав	Добавка	В/Ц	Водопоглощение, %, по ГОСТ 12730.3—78	Объем открытых капиллярных пор в растворе по ГОСТ 12730.4—78, см³	Прочность, МПа	$K_{к.с}=R_{р.и}/R_{сж}$
1	—	0,3	0,4	0,20	56,8/5,4	0,096
2	—	0,4	4,9	2,47	49,7/5,2	0,104
3	—	0,6	6,7	3,38	29,7/4,3	0,144
4	—	0,8	8,5	4,29	19,6/3,6	0,183
5	Катамин АБ	0,4	6,0	3,03	47,3/6,6	0,129
6	Катапин КБ	0,4	5,8	2,93	39,2/6,7	0,171
7	Полидим	0,4	5,6	2,82	42,0/5,7	0,135

Примечание. Состав 1—1 : 1,5, в остальных случаях — 1 : 3. Перед чертой — $R_{сж}$, после черты — $R_{р.и}$.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

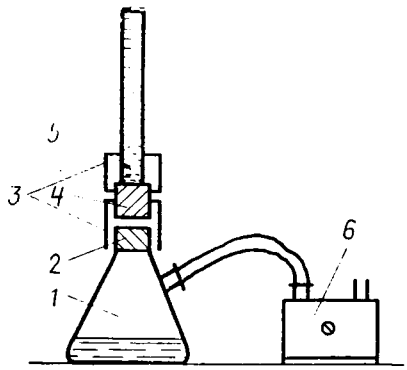


Рис. 1. Схема установки для исследования фильтрации через строительные растворы бактериальных суспензий

1 — приемная колба; *2* — переходной соединительный штуцер; *3* — уплотняющие манжеты; *4* — испытуемый образец в стеклянной обойме; *5* — стеклянный мерный цилиндр с фильтруемым раствором; *6* — вакуумный насос

Проницаемость воздушно-сухих образцов для стерильной водопроводной воды и бактериальных суспензий изучали при установившемся режиме фильтрации, обеспечиваемом наличием вакуума 0,098 МПа, на специальной установке (рис. 1). Численность бактериальных клеток в фильтруемых растворах определяли под микроскопом. Характеристика бактериальных суспензий приведена в табл. 2.

Коэффициент фильтрации вычисляли по формуле ГОСТ 12730.5—84

$$K_{\Phi} = \eta \frac{Q\delta}{S\tau p},$$

где η — коэффициент, учитывающий вязкость воды при различной температуре; Q — масса фильтра, Н; δ — толщина образца, м; S — площадь образца, м²; τ — время испытания образцов, в течение которого измеряют массу фильтрата, с; p — избыточное давление в установке, МПа.

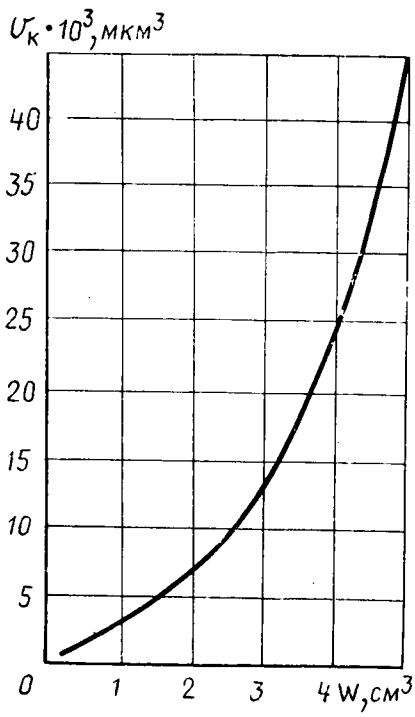


Рис. 2. Зависимость суммарного объема клеток в фильтрате $V_к$ от величины объема открытых капиллярных пор в образце W

Таблица 2

Вид бактерий	Форма клетки	Средние размеры клетки, мкм	Средний объем клетки, мкм³	Число клеток в 50 мл суспензии × $\times 10^9$	Оптическая плотность суспензии
Micrococcus varians	Кокк	0,95	0,43	9,4	0,36/0,07
Pseudomonas fluorescens	Палочка	0,9×4,6	2,89	8,6	0,45/0,10
Mycobacterium sp.	»	0,6×10,1	2,85	2,7	0,49/0,21

Примечание. Перед чертой — до фильтрации, после черты — после фильтрации через образец с В/Ц=0,4.

Фильтрационные характеристики образцов сравнивали с помощью коэффициента относительной проницаемости

$$K_{\text{о.п}} = \frac{K_{\Phi}}{K_{\Phi.э}},$$

где K_{Φ} — коэффициент фильтрации опытного образца, м/с; $K_{\Phi.э}$ — то же, образца-эталона, в качестве которого принят состав 1:1,5 с В/Ц=0,3 без добавки: $K_{\Phi.э}=5{,}9\cdot10^{-10}$ м/с.

Значения $K_{\text{о.п}}$ испытуемых цементных растворов для воды и бактериальных суспензий приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, все изученные составы опытных образцов проницаемы для бактерий, кроме плотного состава 1. Прослеживается также зависимость проницаемости цементных растворов от размеров бактериальной клетки. Наибольшие значения проницаемости характерны для кокковых форм, наименьшее — для палочек с максимальной длиной клетки.

Установлена также математическая зависимость проницаемости цементно-песчаных растворв для бактерий от объема открытых капиллярных пор в образце $v_к=(1{,}24\ W)^2$ (рис. 2). Высокие значения суммарного объема клеток в фильтрате для образцов с В/Ц=0,8 свидетельствуют о недопустимости применения цементных растворов и бетонов с такими В/Ц в условиях фильтрации и капиллярного подсоса, если есть опасность инфицирования конструкций микроорганизмами.

Использованный авторами метод позволяет также получить данные о влиянии различных химических добавок на проницаемость цементных растворов для бактериальных клеток. Рис. 3 иллюстрирует изменение $\lg K_{\text{о.п}}$ образцов в зависимости от вида добавок. Введение в цементный раствор катионных ПАВ (катамина АБ и катапина КБ) в указанных количествах вызывает поризацию раствора и замедляет гидратацию цемента в возрасте 28 сут. Это сказывается на повышении проницаемости структуры материала для микроорганизмов, которая существенно превышает контрольную при использовании катамина АБ и практически не отличается от контрольного уровня при введении катапина КБ. Полидим способствовал максимальному уплотнению структуры строительного раствора.

Таблица 3

Состав	Стерильная водопроводная вода	Бактериальные суспензии		
		M. varians	*P. fluoresens*	*Mycobacterium sp.*
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,94	1,64	1,31	1,12
3	3,01	2,86	2,72	2,31
4	4,64	3,64	3,40	3,33

Примечание. Составы цементных растворов соответствуют указанным в табл. 1.

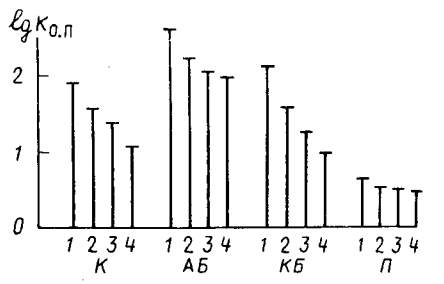


Рис. 3. Изменение проницаемости строительных растворов $\lg K_{\text{о.п}}$ в зависимости от вида добавок при В/Ц=0,4

К — контрольный (без добавки); АБ — катамин АБ; КБ — катапин КБ; П — полидим; *1* — для стерильной водопроводной воды; *2* — M. varians; *3* — P. fluorescens; *4* — Mycobacterium sp.

Выводы

Проницаемость строительных растворов для микроорганизмов зависит от плотности цементного раствора, связанной с количеством воды затворения. Плотные растворы при В/Ц=0,3 ... 0,4, обладающие малой проницаемостью, задерживают бактерии различных размеров.

Строительные растворы с большим объемом открытых капиллярных пор (В/Ц=0,8) пропускают через структуру максимальное число клеток микроорганизмов, которые при ограничении скорости диффузии в местах скопления способствуют ускорению коррозии.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Химические добавки, вводимые в структуру капиллярно-пористых материалов, по-разному влияют на их проницаемость для бактерий. Необходимо расширить номенклатуру таких соединений с целью выявления наиболее перспективных из них, препятствующих прониканию микроорганизмов в тело конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биоповреждения в строительстве / Под ред. Ф. М. Иванова, С. Н. Горшина. — М.: Стройиздат, 1984. — 320 с.
2. Bock E. Biologische Korrosion // TIS.— 1984.—5, n.11(1).—S.240—250.
3. Thornton H. T. Acid attack of concrete saused by sulphur bacteria actiou// J. Amer. concrete Inst.—1978.—75, n.11.—P. 577—584.
4. Дрозд Г. Я. Жизнедеятельность микроорганизмов в порах бетона // Прикладная биохимия и микробиология. — 1986. Т. XXII, вып. 6. — С. 844—849.
5. Баженов Ю. М., Иванов Ф. М. Современные проблемы бетоноведения // Бетон и железобетон. — 1988. — № 1. — С. 4—6.

На ВДНХ СССР

Рамно-панельные конструкции

На проходившей на ВДНХ СССР ярмарке научно-технических достижений КТБ НИИЖБ и Владимирский политехнический институт демонстрировали рамно-панельные железобетонные конструкции для сельскохозяйственных производственных зданий пролетами 18 и 21 м.

Такие конструкции состоят из стенового элемента размером 6000×3700 мм, элемента покрытия размером 3000×9100 мм для зданий пролетом 18 м и 3000×10600 мм—пролетом 21 м. Стеновой элемент представляет собой трехслойную панель с несущими ребрами-стойками переменного сечения. Элемент покрытия состоит из ребристой плиты с продольными несущими ребрами переменной высоты. Стеновые панели, соединенные с помощью сварки закладных деталей и накладок или выпусков арматуры с ребрами панели покрытия, образуют несущие пространственные двухшарнирные рамы.

Рамно-панельные конструкции изготовляют из тяжелого бетона класса В25 и армируют стержнями из стали классов А-III, А-I, Вр-I. Стеновые элементы выполняют в металлических формах с паровым поддоном по стендовой технологии. Транспортируют и складируют их отдельными элементами. Элементы покрытия изготовляют в металлических формах по стендовой технологии, транспортируют в горизонтальном положении, складируют штабелями через деревянные прокладки.

Конструкции предназначены для строительства сельскохозяйственных производственных зданий со средней агрессивностью и относительной влажностью воздуха до 85%.

Дополнительные сведения можно получить в КТБ НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская, д. 6.

Вопросы экономики

УДК 69.003:658.02.003

Н. М. БОЛЬШАКОВ, засл. деятель науки и техники Коми АССР, канд. техн. наук (Коми отдел ЦНИИЭУС Госстроя СССР)

Экономическая эффективность внедрения коллективного подряда

Одной из оценок результативности внедрения коллективного подряда является обоснование его экономической эффективности. Методические разработки недостаточно полно учитывают составляющие хозрасчетного эффекта от применения коллективного подряда на уровне предприятия. Решить поставленную проблему необходимо для повышения уровня рентабельности предприятия, материального стимулирования за достижение высоких результатов в передовых подрядных коллективах за счет фонда материального поощрения, подведения итогов социалистического соревнования и определения коллективов, добивающихся лучших производственных результатов, и их материального и морального стимулирования.

Учитывая, что коллективный подряд предусматривает действие основополагающего условия бригадного подряда — стимулирует экономию плановых затрат на изготовление продукции, предлагается определять по формуле общую величину годового хозрасчетного эффекта на уровне предприятия Э

$$Э = Э_р + Э_у + Э_к + Э_о + Э_{п.о}, \quad (1)$$

где $Э_р$ — экономия плановых затрат по выпуску изделий по бригадному подряду, за вычетом премии, тыс. р.; $Э_у$ — эффект от сокращения условно-постоянных расходов в себестоимости изделий, обеспечиваемый внедрением бригадного подряда, тыс. р.; $Э_к$ — экономия капитальных вложений в производственные фонды предприятия, тыс. р.; $Э_о$ — эффект от высвобождения оборотных средств при экономии подрядной бригадой плановых затрат по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты», тыс. р.; $Э_{п.о}$ — эффект от уменьшения платы за оборотные средства в результате экономии плановых затрат подрядной бригадой по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты», тыс. р.

Эффект от досрочного ввода объектов (основных фондов) промышленного назначения и связанного с ним досрочного выпуска продукции в настоящей работе не рассматривается, поскольку он реализуется не на предприятии. В свою очередь экономический эффект от экономии плановых затрат $Э_р$ определяется по формуле

$$Э_р = С_п - С_ф - П_о, \quad (2)$$

где $С_п$ — плановые затраты на производство изделий, относимые на подрядную бригаду, тыс. р.; $С_ф$ — фактические (отчетные) затраты подрядной бригады на производство этих изделий, тыс. р.; $П_о$ — сумма премии, выплаченная хозрасчетной бригаде за экономию плановых затрат в отчетном году, тыс. р.

Сумма экономии условно-постоянных расходов $Э_у$ от перевыполнения планового объема выпуска продукции рассчитывается по формуле

$$Э_у = ПЗ \cdot \Delta q \cdot К_у / 100, \quad (3)$$

где ПЗ — плановые затраты хозрасчетной бригады на изготовление 1 м³ деталей в базисном году (средневзвешенная величина), р.; Δq — дополнительный объем деталей, изготовленный хозрасчетными бригадами, м³, определяемый по формуле

$$\Delta q = (В_{отч} - В_п) \cdot Ч_{б.п},$$

где $В_{отч}$, $В_п$ — выработка на одного рабочего в условиях бригадного подряда соответственно фактическая (отчетная) и по плану, тыс. р.; $Ч_{б.п}$ — среднесписочная численность рабочих, переведенных на бригадный подряд в отчетный период, чел.; $К_у$ — коэффициент, учитывающий долю условно-постоянных расходов в составе плановых затрат базисного года, %. Удельный вес условно-постоянных затрат предприятия определяется, исходя из их уровня по статьям затрат, %: сырье и материалы — до 2, основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с начислениями — до 53, пар технологический—до 40, электроэнергия силовая—до 40, расходы по содержанию и эксплуатации оборудования — до 90,4, цеховые расходы — до 90,2, общехозяйственные расходы — до 97, расходы по реализации (внепроизводственные) — до 94; 100 — переводной коэффициент.

Экономия капитальных вложений в

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Наименование показателя	Численное значение	Источник исходных данных
Фактическая сумма оборотных средств в производственные запасы, на сырье, основные материалы и полуфабрикаты по предприятию $О_{смп}$, тыс. р.	612,5	Форма 1 (годовой баланс)
Плановые затраты в составе плановой себестоимости выпуска изделий по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» $С_{мат}$, тыс. р.	4562,3	Форма 2 с, строка 202
Плановые затраты на производство изделий, относимые на подрядные бригады $С_{п}$, тыс. р.	5622,5	Форма 3-Т*, бригадный хозрасчет
В том числе по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» $С_{пм}$, тыс. р.	3092,4	То же, строка 081
Фактические (отчетные) затраты подрядных бригад на производство этих изделий $С_{ф}$, тыс. р.	5585,1	То же, строка 080
В том числе по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» $С_{фм}$, тыс. р.	3072,9	То же, строка 081
Сумма премии, выплаченная хозрасчетной бригаде за экономию плановых затрат в отчетном году $П_{о}$, тыс. р.	14,96	Форма 3-Т**, бригадный хозрасчет, строка 112
Среднесписочная численность рабочих в подрядных бригадах Ч, чел.	357	То же, строка 030
Выработка одного рабочего подрядных бригад по плану $В_{п}$ м³	210	Строка 050
То же, фактическая $В_{отч}$, м³	224	То же

* Данные по ведомости 10-БП.

производственные фонды (Эк) определяется с учетом роста объема выпуска изделий за счет повышения производительности труда в хозрасчетных бригадах и норматива удельных капитальных вложений по отрасли «строительство»

$$Э_к = Е_н У_н \Delta q, \quad (4)$$

где $Е_н$ — коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15; $У_н$ — норматив удельных капитальных вложений для строительства заводов сборного железобетона.

Эффект от высвобождения оборотных средств $Э_о$ при экономии подрядными бригадами плановых затрат по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» предлагается определять по формуле

$$Э_о = У \cdot П_м = У \cdot (С_{пм} - С_{фм}), \quad (5)$$

где У — уровень оборотных средств в производственные запасы в части их, связанной с сырьем, основными материалами и полуфабрикатами, %. Определяется отношением общей среднегодовой величины этой части оборотных средств по предприятию в целом в предшествующем отчетном периоде к плановым затратам в составе плановой себестоимости по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» по предприятию в целом в этом же отчетном периоде, %; $П_п$ — экономия затрат на изготовление изделий в системе бригадного подряда по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты», %.

Уровень оборотных средств в производственные запасы, связанные с сырьем, основными материалами и полуфабрикатами, определяется по формуле

$$У = \frac{О_{смп}}{С_{мат}}, \quad (6)$$

где $О_{смп}$ — фактическая (в пределах норматива) сумма оборотных средств в производственные запасы на сырье, основные материалы и полуфабрикаты по предприятию, тыс. р.; $С_{мат}$ — плановые затраты в составе плановой себестоимости выпуска изделий по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты», тыс. р.

Эффект от уменьшения оборотных средств предприятия $Э_{по}$ в результате их высвобождения в производственных запасах в части, связанной с сырьем, основными материалами и полуфабрикатами, в условиях экономии подрядными бригадами плановых затрат по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты» определяется по формуле

$$Э_{по} = Э_о \cdot Р, \quad (7)$$

где Р — плата предприятия за нормируемые оборотные средства и основные производственные фонды, принимаемая в размере 2 ... 8%.

По последнему слагаемому $Э_{по}$ по формуле (1) эффект определяется в основном по системе бригадного подряда в целом по предприятию.

Рассмотрим расчет годового экономического эффекта от внедрения коллективного подряда на примере Сыктывкарского завода КПД (см. таблицу).

На основе исходных данных и разработанной методики рассчитаем экономический эффект.

Экономия плановых затрат, относимых на подрядные бригады, за вычетом премии составит

$$Э_р = 5622,5 - 5585,1 - 14,96 = 22,44 \text{ тыс. р.}$$

Сумма экономии условно-постоянных расходов от перевыполнения планового объема выпуска продукции. Для этого определим $К_у$. В структуре плановых затрат по изготовленным изделиям сырье и материалы составили 50,4%, основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с начислениями, % — 13,6, пар технологический — 4,1, электроэнергия силовая — 1,5, расходы: по содержанию и эксплуатации обрудования — 16,7, цеховые — 7,2, общехозяйственные — 4,9, по реализации (внепроизводственные) — 1,6. Таким образом

$$К_у = \frac{50,4 \cdot 2 + 13,6 \cdot 53 + 4,1 \cdot 40 + 1,5 \cdot 40 + 16,7 \cdot 90,4 + 7,2 \cdot 90,2 + 4,9 \cdot 97 + 1,6 \cdot 94}{100} = 38,36\ \%$$

Средневзвешенная величина плановых затрат хозрасчетных бригад на изготовление 1 м³ деталей в базисном году составляет 80 р. Дополнительный объем деталей, изготовленный подрядными бригадами,

$$\Delta q = (224 - 210) \cdot 357 = 4898 \text{ м}^3,$$

тогда $Э_у = 80 \times 4898 \times 38,36/100 = 153,4$ тыс. р.

Эффект в результате экономии капитальных вложений в производственные фонды предприятия стройиндустрии от улучшения использования оборудования подрядными бригадами составит

$$Э_к = 0,15 \cdot 0,18 \cdot 4898 = 134,95 \text{ тыс. р.}$$

Эффект от высвобождения оборотных средств при экономии подрядной бригадой плановых затрат по статье «Материалы, сырье и полуфабрикаты»

$$Э_о = \frac{612,5}{4562,3} \cdot (3092,4 - 3072,9) = 2,61 \text{ тыс. р.}$$

Эффект от уменьшения платы за оборотные средства

$$Э_{по} = 2,61 \cdot 0,06 = 0,16 \text{ тыс. р.}$$

Общий годовой экономический эффект предприятия от применения коллективного подряда составит

$$Э = 22,4 + 153,4 + 134,95 + 2,61 + 0,16 = 313,52 \text{ тыс. р.}$$

Полученный хозрасчетный эффект от внедрения коллективного подряда вместе с экономическим эффектом от других мероприятий в современном хозяйственном механизме может служить основой для расчета результатов по выходу на уровень рентабельности, позволяющий работать в условиях самофинансирования.

Описанная методика внедрена на предприятиях стройиндустрии Главкомистроя Минсевзапстроя СССР. По ней производится расчет экономической эффективности коллективного подряда, а также эффективности мероприятий организационного, технического и экономического характера, позволяющих устойчиво работать с постоянным улучшением экономических результатов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Подбор состава бетона, являясь одной из важнейших технологических операций, непосредственно влияет на технико-экономические показатели бетона, и в том числе на расход цемента. Поэтому не случайно, что этот вопрос постоянно привлекает внимание технологов-бетонщиков всех категорий — научных работников, проектировщиков, педагогов и практиков.

Введенный в 1987 г. ГОСТ 27006—86 на правила подбора состава бетона четко определил цели подбора — установление таких соотношений между его компонентами, которые обеспечивают получение бетона со всеми нормируемыми показателями качества при минимальном расходе цемента. Для достижения этой цели стандарт предусматривает необходимость оптимизации состава бетона и рекомендует основные пути решения задачи.

С учетом общепринятого сегодня положения о том, что состав бетона, рассчитанный по любому методу, должен быть проверен и скорректирован по результатам экспериментальной проверки, вопрос о выборе конкретной методики подбора не имеет принципиального значения, если эта методика не противоречит основам технологии бетона.

Расход цемента в начальном составе, полученный как результат расчета, должен быть уточнен сначала по показателю удобоукладываемости бетонной смеси, а затем по полученной прочности и другим показателям бетона в заданные сроки твердения, по базовым зависимостям, построенным экспериментально на данных материалах и по принятой технологии.

При таком способе подбора и оптимизации состава бетона применение различных методов приводит лишь к различной трудоемкости работ по подбору, так как очевидно, что на одних и тех же материалах оптимальный состав должен быть единственным, и выполнение всех требований ГОСТ 27006—86 должно привести к этому составу. С учетом того, что В/Ц отношение (для данных материалов и технологии) практически однозначно определяет прочность бетона, задача оптимизации состава выливается в определение такого соотношения между заполнителями, при котором расход цементного теста заданного качества (В/Ц) для получения бетонной смеси заданной удобоукладываемости будет минимальным. В этом направлении должны быть проанализированы и доработаны многочисленные методики подбора состава бетона, которые в настоящее время применяются в стране. Публикуемая в данном номере журнала статья канд. техн. наук В. П. Сизова посвящена критическому анализу одной из таких методик.

Открывая очередную дискуссию по этой проблеме, редакция предлагает авторам обратить внимание на вопросы оптимизации состава бетона и высказать мнение по основным путям минимизации расхода в нем цемента.

УДК 691.327:002.611

В. П. СИЗОВ, канд. техн. наук (ЦНИИОМТП)

О рекомендациях по подбору составов тяжелого и облегченного бетонов

В технологии бетона установлен ряд весьма важных законов, закономерностей, правил. Основными из них являются: закон водоцементного отношения В/Ц, постоянной водопотребности, оптимального содержания песка в бетоне и т. д. На основании этих законов разработаны надежные формулы для определения прочности бетона $R_б$, таблицы и графики для назначения расхода воды на 1 м³ бетона, номограммы и графики для установления α (коэффициента заполнения пустот и раздвижки зерен щебня раствором) и r (доля песка в смеси заполнителей). Эти законы легли в основу общепринятых методов, позволяющих устанавливать составы бетонов с заданной прочностью и бетонные смеси с требуемой осадкой конуса.

Как известно, общепринятым методам присущи отдельные недостатки. В частности, их использование не исключает пробных затворений, а заданная прочность не всегда обеспечивается. Но это обусловлено не столько методами подбора, сколько незнанием марки цемента. Вот этими недостатками и обусловлено появление большого числа методов.

Вузы и научно-исследовательские институты издают рекомендации, методические пособия, руководства по подбору состава бетона. К сожалению, многие из них имеют существенные недостатки. Например, руководство ВНИИСТа, ТашНИИМСХа, рекомендации Фрунзенского политехнического института (ФПИ), МИИТ и др. Проанализировать все опубликованные материалы в одной статье трудно, поэтому рассмотрим только рекомендации ФПИ [1].

Согласно [1], до расчета состава бетона изучается степень обогащения крупного заполнителя, а затем крупного заполнителя с мелким (песком) после предварительного перемешивания их в бетоносмесителях. Расход заполнителя задают в соответствии с составами, приведенными в табл. 1 [1]. Однако составы бетонов приведены весьма неудачно.

Например, при расходе цемента 200, 300, 400 кг/м³ расход песка занижен, а щебня — завышен (1620, 1530, 1440 кг на 1 м³ бетона). Из таблицы не ясно, для какой О. К. (Ж), на песке какой крупности и НГЦТ приведены составы бетонов. Для расчета состава бетона нет необходимости изучать обогащение заполнителей при перемешивании в бетоносмесителе. Можно вполне обходиться стандартными характеристиками заполнителей, предусмотренными ГОСТами. Дополнительное их измельчение можно учесть при подборе состава бетона. Однако при перемешивании в бетоносмесителе щебня гранитного, прочного известнякового (при $R_{кп} \geqslant 1{,}5\ R_б$) их измельчения практически не происходит, гранулометрический состав не изменяется.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В основу расчета состава бетона положена его плотность в абсолютно сухом состоянии $m_б$. Она определяется с учетом химически связанной воды по формуле

$$m_б = m_з + m_ц + 0,2\,m_ц = m_з + 1,2\,m_ц, \quad (1)$$

где $m_з$, $m_ц$ — соответственно расход заполнителя и цемента на 1 м³ бетона, кг.

В формуле (1) коэффициент химически связанной воды принят равным 0,2. Однако по данным [2] этот коэффициент в зависимости от химического и минералогического состава цемента колеблется в широких пределах — от 9 до 21%. Поэтому принимая $\alpha = 0,2$, $m_б$ будет определена не точно.

Как известно, при подборах состава бетона определяется не $m_б$, а объемная масса бетонной смеси ($\gamma_{бс}$); $m_б$ не равна $\gamma_{бс}$, она меньше $\gamma_{бс}$ на количество химически не связанной воды.

Расход цемента определяется по формуле

$$Ц = R_б / K_{рц},$$

где $R_б$ — прочность бетона; $K_{рц}$ — коэффициент расхода цемента.

Значение его определяется по формуле

$$K_{рц} = R_б / Ц.$$

До расчета состава бетона его значение не известно, поэтому при расчете состава бетона $K_{рц}$ рекомендуется принимать равным 0,9. Однако в составах бетона $K_{рц}$ изменяется в широком диапазоне — от 0,7 до 1,4. Принимая $K_{рц} = 0,9$, расход цемента будет установлен сугубо ориентировочно.

При определении массы заполнителя $m_з$ плотность бетона $m_б$ рекомендуется принимать равной 2400, а насыпную плотность (крупного+мелкого) заполнителя — 1450 кг/м³. Как известно, $m_б$ колеблется в очень широком диапазоне 2150...2400, поэтому, принимая $m_б = 2400$, $m_з$ будет резко завышена. Например, 2400—1,2·311=2027, тогда как $m_з$, определенная по табл. 7 [1] (633+1316)=1943, а по общепринятому методу $m_з(\gamma_{бс} - (Ц+В) = 2400 - (311+218)] = 1871$ кг, где 633 и 1316 кг соответственно расход песка и крупного заполнителя (по табл. 7); 311 и 218 — расход цемента и воды (по табл. 9) [1]. Такая разница в расходе заполнителя $m_з$ обусловлена тем, что $m_б$ принято очень высоким, близким к $\gamma_{бс}$, и неточностью данных, приведенных в табл. 7. Четких разъяснений, какое значение $m_з$ следует принимать при расчете состава бетона, в рекомендациях нет. Однако по расходу заполнителя по объему $v_з$, приведенного в табл. 9 (серия 1), можно предположить, что $m_з$ принято равным 1871 кг (1,3·1450=1871) на 1 м³ бетона.

Из табл. 7 не ясно, при какой крупности песка и НГЦТ и для какой осадки конуса и жесткости (О. К и Ж) получены составы бетонов. При расходе цемента 200 и 300 кг на 1 м³ бетона и при НКЩ=20 мм расход песка занижен, а щебня завышен. Доля песка в смеси заполнителей r в табл. 7 принята равной 0,325, тогда как в табл. 1 — 0,25. Нет и пояснения, какими данными следует пользоваться при применении заполнителей, отличающихся по качеству от тех, для которых были составлены табл. 1, 7, 9. Практически табличными данными воспользоваться нельзя.

Учитывая, что в одной таблице трудно привести составы для всего многообразия применяемых материалов, отличающихся по качеству, и для каждой О. К., надежнее $m_з$ определять расчетом. Как известно, ранее для определения составов бетона были разработаны таблицы (И. М. Френкелем, М. З. Симоновым), но широкого применения они не нашли. Подбор состава бетона — процесс творческий, и начальники строительных лабораторий и технологи по бетону предпочитают подбирать его состав расчетом с использованием проверенных данных для назначения А, В/Ц, r, α, П/Щ, где А — коэффициент в формуле прочности, учитывающий качество материалов.

В рекомендациях приведены формулы для определения по заданному составу составляющих по объему. Формулы хорошо известны, однако до расчета состава бетона $v_з$, $v_ц$, $v_п$, $v_{кз}$ в литрах на 1 м³ бетона неизвестны. Они определяются на основе подобранных составов путем деления массы материала на насыпную объемную массу m_v. Правда, в [1] допускается определять $v_п$ и расчетом по формуле

$$v_п = K_р^п \cdot v_з,$$

где $K_р^п$ — коэффициент расхода песка.

Но чтобы определить $v_п$, нужно знать $m_з$, $v_з$, $K_р^п$. Точных данных для назначения этих характеристик нет. Рекомендуется $K_р^п$ задавать равным 0,1; 0,2; 0,25 соответственно при перемешивании в бетоносмесителях турбулентного, принудительного и гравитационного действия. По табл. 7 или расчетом по формуле $m_з = m_б - 1,2\,m_ц$ определяется $m_з$, а $v_з$ по формуле $v_з = m_з / m_v^з$, где $m_v^з$ — объемная насыпная масса заполнителя. Однако приведенные данные для назначения $K_р^п$ неточны, поэтому содержание песка будет определено весьма приближенно.

Расход воды вначале определяется расчетом по формуле $B = 2400 - (m_з + Ц)$, а затем после определения $m_з$ и Ц уточняется на основе пробных замесов путем добавления (или уменьшения) воды для обеспечения заданной О.К. или Ж. При подборах состава бетона В/Ц не учитывается. При таком способе определения расхода воды без учета В/Ц и марки цемента заданная прочность бетона обеспечена не будет. Игнорирование В/Ц и $R_ц$ при подборах состава является грубейшим недостатком метода, изложенного в [1].

В табл. 9 приведены составы бетонов, подобранные по рекомендациям для О.К. 1...3 см. В тексте и табл. 9 не оговорены марка цемента, НГЦТ и характеристики заполнителей. Расход воды для состава 1 серии явно завышен (218 л).

Расход заполнителя $v_з = 1,3$ приведен по объему. Пояснения, как он установлен, не даются. Прочность бетона, равная 402 кгс/см² при В/Ц=0,7, резко завышена. Чтобы получить такую прочность, нужен цемент марки 800, а такой цемент промышленность не выпускает. Сказанное ниже подтверждается расчетом

$$R_б = A\,R_ц\,(Ц/В - 0,5),$$

отсюда

$$R_ц = \frac{R_б}{A\,(Ц/В - 0,5)} = \frac{402}{0,55\,(1/0,7 - 0,5)} \approx 800.$$

Все сказанное выше позволяет утверждать, что составы бетонов, приведенные в табл. 9 и подобранные по [1], являются нерациональными и не выдерживают никакой критики.

В [1] много ошибочных утверждений, нечетких выражений. Многие термины и условные обозначения не соответствуют названиям, установившимся в технологии бетона. Например, «Использование В/Ц только усложняет расчет и подбор состава бетона ... и на основании этого В/Ц в расчет состава бетона не принимается». Имеются и другие необоснованные высказывания, но на них не останавливаюсь (все приведенные выше обозначения и названия приняты по [1]).

Расчет состава бетона не проиллюстрирован на примерах. Экспериментальная проверка расчетного состава бетона на пробных замесах не показана. Но если бы это было сделано, авторы [1] сами убедились бы в несовершенстве предложенной методики подбора состава бетона.

Недостатки метода обусловлены тем, что авторы не изучили тщательно состояние вопроса, а практически игнорировали общепринятый метод подбора состава бетона, изложенный в [3, 4] и в других источниках.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Расчет состава бетона по методике [3, 4] занимает всего 20...30 мин, а с уточнением на пробных затворениях — 1 ч. Общепринятый метод имеет отдельные недостатки, в частности, не исключаются пробные затворения, но их количество резко сокращается — до 2...3, тогда как метод, изложенный в [1], является методом пробных попыток, надуман, ошибочен, не совершенен и не исключает также пробных затворений, а поэтому все введенные усложнения не оправдываются необходимостью.

Измельчение заполнителей возможно только при применении щебня очень слабых пород. При использовании щебня гранитного и прочного известнякового (когда $R_{кп} \geqslant 1{,}5R_б$) измельчения не происходит, а поэтому нет необходимости такой щебень перемешивать в бетоносмесителе и определять степень его измельчения. На известняковом щебне часто бывает пылевидная рубашка. Для ее устранения можно допустить обогащение. Опыт обогащения известнякового щебня путем предварительного перемешивания его в смесителе с водой и песком описан в [5].

Однако в настоящее время нужно ориентироваться на применение чистых и фракционированных заполнителей, удовлетворяющих ГОСТам. Например, в США щебень поставляется чистый и фракционированный 5...6 фракций, а песок классифицированный, разделенный на 2...3 фракции. Поэтому в США расход цемента на 50...80 кг меньше, чем в нашей стране. Для получения качественных заполнителей у нас имеется все необходимое — каменные породы, залежи песка, оборудование, кадры. Отсутствие в отдельных районах качественных заполнителей свидетельствует только о том, что уровень нерудной промышленности этого региона не соответствует лучшему отечественному и мировому. При сложившихся обстоятельствах строители вынуждены иногда применять заполнители низкого качества, нарушать ГОСТы, перерасходовать цемент.

Вывод

Рекомендации [1] в части расчета и подбора состава бетона несовершенны, и, по нашему мнению, они должны быть отменены как ошибочные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по подбору тяжелого и облегченного и легкого бетона. — Фрунзе: Фрунзенский политехн. ин-т, 1981. — 37 с.
2. Бутт Ю. М. Исследование скорости гидратации портландцемента и составляющих их соединений // Прикладная химия. — 1949. — № 3. — Т. 22.
3. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979. — 104 с.
4. Сизов В. П. Проектирование составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979. — 144 с.
5. Сизов В. П. Применение заполнителей с повышенным содержанием пылевидных примесей // Бетон и железобетон. — 1951. — № 10. — С. 404—406.

Зарубежный опыт

УДК 624.012.45(100)

Е. Н. БОГДАНОВА, инж. (ВНИИИС)

Сооружения из сборно-монолитного преднапряженного железобетона

В зарубежном строительстве успешно применяются железобетонные преднапряженные конструкции, собираемые из отдельных элементов (секций, блоков), соединяемых в единое целое продольной напрягаемой арматурой. При этом швы между секциями заполняют цементным раствором или клеевым составом. В нашей стране этот конструктивный принцип используют преимущественно в области мостостроения. Таким образом сооружены стадион *Parc de Princes* в Париже, Олимпийский стадион и велотрек в Монреале и многие другие объекты.

Интересным примером использования конструкций этого типа является покрытие Олимпийского ледового стадиона «Olimpic Oval» в Калгари, построенного к Зимним Олимпийским играм 1988 г. Покрытие этого сооружения овальной формы в плане, размером 87,5×198,5 м, высотой 23,8 м над уровнем ледового поля, решено с несущей конструкцией в виде железобетонной преднапряженной пространственной решетки, представляющей собой систему взаимно пересекающихся под углом 60° к продольной оси здания сборных арок полигонального очертания, образующих при пересечении ячейки ромбовидной формы (рис. 1). Каждая арка собрана из четырех (в крайних зонах из трех) прямолинейных элементов длиной до 22 м, замоноличиваемых в местах соединения. Элементы имеют коробчатое сечение трепециевидного очертания высотой 180 см с основаниями длиной 80 и 132 см, толщина стенок 15 ... 20 см.

В углах сечения каждого элемента предусмотрены каналы для пропуска напрягаемой арматуры, состоящей в каждом канале из 7 стальных канатов диаметром 16 мм. Сжимающее усилие, передаваемое на бетон напрягаемой арматурой каждого канала, составляет 4110 кН, максимальное суммарное сжимающее усилие в единичном элементе при наиболее неблагоприятном сочетании нагрузок не превышает 7700 кН. Максимальный изгибающий момент в арке (+860) ... (—890) кН·м. Достаточно податливая конструкция из пересекающихся арок воспринимает благодаря изменению стрелы подъема арок воздействия от эксплуатационной нагрузки, усадки и ползучести бетона, а также перепада температур.

Перекрестно-арочная решетка связана по периметру контурной балкой, уложенной на опорные конструкции (колонны и контрфорсы). Контурная балка также сборная из отдельных прямолинейных секций коробчатого сечения размером 80×180 см со стенками толщиной 20 см. Вертикальная ось сечения балки ориентирована под углом 28° к горизонту. В конструкции контурной балки предусмотрено устройство деформационных швов над каждой второй или третьей колонной. Для компенсации колебаний осевых усилий в элементах арки (в зависимости от условий нагружения) и вследствие изменения направления действия этих усилий при передаче на контрфорсы в отдельных секциях установлены стальные затяжки (см. рис. 1), позволяющие перераспределять усилия между колоннами. Они представляют собой стальные коробчатые профили сечением 203×304 мм, расположенные внутри сечения балки. Затяжки заанкерены в оголовки контрфорсов высокопрочными стальными стержнями.

Опорные конструкции покрытия включают монолитные железобетонные колонны круглого сечения диаметром 150 см и наклонные контрфорсы прямоугольного сечения размером 100×180 см. Колонны и контрфорсы размещены попарно по контуру покрытия с шагом 18,5 м. Усилие распора от опорного узла арки передается на оголовок контрфорса через круглую дисковую опорную подушку, рассчитанную на восприятие максимального сжимающего усилия 8453 кН и максимального сдвигающего усилия 1495 кН.

Нагрузка с контрфорсов передается на конструкцию фундаментов из буронабивных свай длиной 18 м, диаметром 600, 800 и 1200 мм, рассчитанных на боковую нагрузку 500, 750 и 1000 кН.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Оголовки свай объединены железобетонным кольцевым ростверком, расположенном ниже игрового поля сооружения. Распор покрытия воспринимается при этом без устройства традиционных затяжек. Нагрузка, приходящаяся на один контрфорс, может достигать 8000 кН.

Для возведения арочной решетки покрытия в стальных формах изготовили 84 элемента арок массой приблизительно 50 т каждый. При монтаже элемента арки применяли временные решетчатые стальные опоры, установленные на деревянный свайный фундамент. Эти опоры размещались в местах расположения монолитных узлов пересечения арок. Опалубкой для бетонирования узлов служили выступающие с торцов грани сборных элементов (боковые стенки и нижние полки). Внутри опалубки укладывали каналообразователи для пропуска канатов напрягаемой арматуры и обычную стержневую арматуру. После этого бетонировали сначала внутренние, а затем внешние узлы решетки.

После набора бетоном необходимой прочности производили сначала частичное, а затем полное натяжение арматуры на бетон. При достижении бетоном прочности 75% расчетной удаляли временные опоры под внешними и внутренними узлами. Прогиб арки при этом увеличивался на 10 мм от каждого освобождаемого узла. В общей сложности прогиб конструкции составил 30...40 мм.

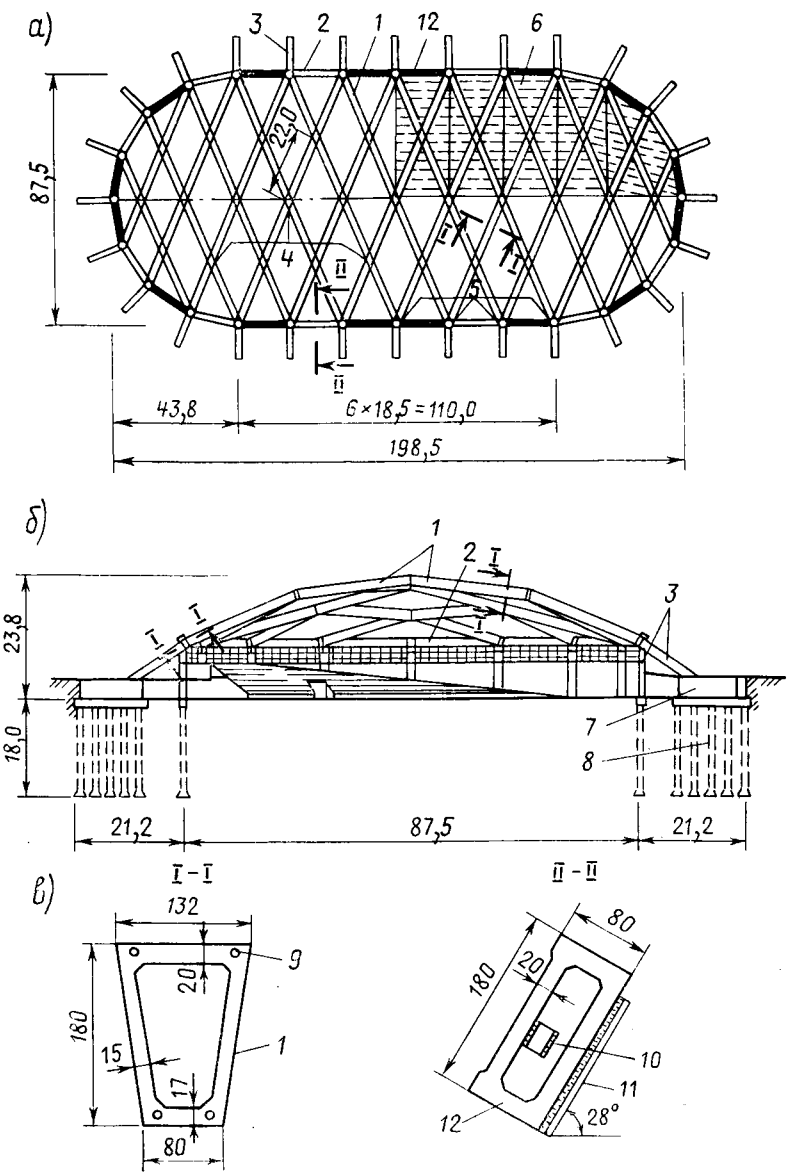


Рис. 1. Олимпийский Ледовый стадион в Калгари

а — план; *б* — поперечный разрез; *в* — сечения элементов перекрестно-арочной решетки покрытия; *1* — перекрестные арки; *2* — контурная балка; *3* — контрфорсы; *4* — монолитные узлы решетки; *5* — колонны; *6* — прогоны; *7* — диафрагмы жесткости; *8* — сваи; *9* — каналы для напрягаемой арматуры; *10* — стальная затяжка; *11* — панель облицовки; *12* — элементы контурной балки со стальной затяжкой

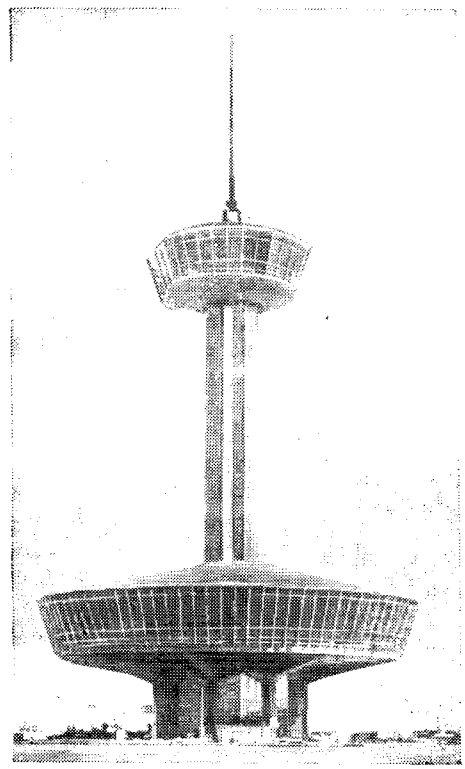


Рис. 2. Башня-ресторан

Для изготовления элементов сборной решетки покрытия и замоноличивания ее узлов использовали высокопрочный легкий бетон (прочность на сжатие в возрасте 28 сут 40 МПа, максимальная плотность в воздушно-сухом состоянии 1770 кг/м³).

Ромбовидные ячейки решетки покрытия перекрыты стальными решетчатыми прогонами различного пролета (максимальный 18,5 м) прямолинейного или ломаного очертания. Прогоны ломаного очертания позволяют создать в пределах ячеек четырехгранную вогнутую поверхность покрытия, способствуя удалению снега. По прогонам уложен настил из стальных профилированных листов с защитно-декоративным эмалевым покрытием. Покрытие сооружения рассчитывали, кроме обычных нагрузок, на воздействие ветрового отсоса — 0,91 кПа, максимальной снеговой нагрузки 2,5 кПа и наиболее неблагоприятного сочетания этих нагрузок. Стоимость сооружения 27,2 млн. дол. Канады (19 млн. дол. США). Проект разработан фирмой «*Goodzish Engineering Partnership*».

Интересен также опыт строительства в таможенной зоне на границе Саудовской Аравии и Бахрейна, включающего две башни ресторана и две башни пограничной охраны. Сооружения воздвигнуты на искусственных островах, расположенных в Персидском заливе и связанных между собой системой дамб и мостов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Конструкция башни-ресторана (рис. 2) включает лестнично-лифтовой ствол высотой 65 м с круговыми обстройками в верхней и нижней его частях. В нижней обстройке диаметром 40 м находятся вестибюль, главный зал ресторана и служебные помещения, в верхней диаметром 21,6 м расположены малый зал ресторана и смотровая площадка.

Башня пограничной охраны имеет лестнично-лифтовой ствол высотой 29 м со смотровой площадкой на вершине.

Конструктивное решение всех четырех башен одинаковое — ствол собран из отдельных железобетонных блоков, соединенных в вертикальном направлении общей напрягаемой арматурой. Блок представляет собой пространственную конструкцию, включающую боковые стенки и внутренние диафрагмы. Конфигурация блоков различна по высоте сооружения. Сечение типового блока зубчатое восьмиугольное, образованное пересечением под углом 45° двух квадратов со стороной 4,6 м; толщина стенки блока 30 см. Блоки связаны по высоте канатной напрягаемой арматурой, пропущенной в каналах. Каждый канат состоит из 19 проволок диаметром 7 мм с анкеровкой по системе *BBRV*. Горизонтальные швы между блоками заполнены клеевым раствором *Sicadur* 31 *SBA;* толщина швов в среднем 1...2 мм. Блоки выполнены из бетона плотностью 2650 кг/м³; масса одного блока до 50 т.

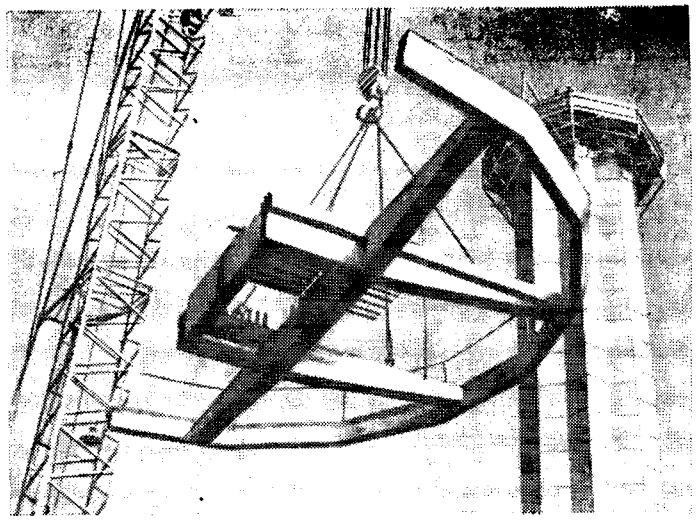


Рис. 3. Монтаж укрупненного блока балочного ростверка перекрытия обстройки башни-ресторана

Железобетонные конструкции перекрытия нижней обстройки монолитные, верхней обстройки — сборно-монолитные. В перекрытии верхней обстройки применяли укрупненные сборные конструкции балочного ростверка (рис. 3).

Конструкции сооружения рассчитывали кроме статических и динамических ветровых нагрузок на сейсмические воздействия, температурные колебания и наиболее неблагоприятные сочетания этих нагрузок.

Общий расход бетона на конструкцию башни-ресторана 4900 м³, из которых 2150 м³ (44%) приходится на долю сборного железобетона. Расход арматуры 615 т, количество сборных элементов 594. На конструкцию башни пограничной охраны расход бетона составил 850 м³, из которых 710 м³ (84%) приходится на долю сборного железобетона. Расход арматуры 105 т. Количество сборных элементов 176.

Приведенные примеры свидетельствуют о широких возможностях описанного метода строительства.

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

объявляет открытый конкурс на замещение вакантных должностей

- заведующего лабораторией теории железобетона;
- заведующего лабораторией железобетонных конструкций для машиностроения;
- заведующего лабораторией коррозии;
- заведующего лабораторией полимербетонов и спецбетонов;
- заведующего сектором специальных конструкций (лаборатории железобетонных конструкций для машиностроения);
- заведующего сектором долговечности конструкций лаборатории коррозии;
- двух старших научных сотрудников лаборатории теории железобетона;
- старшего научного сотрудника лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества;
- старшего научного сотрудника лаборатории железобетонных конструкций для машиностроения;
- двух старших научных сотрудников лаборатории автоматизированной технологии железобетона;
- старшего научного сотрудника лаборатории методов ускорения твердения бетонов;
- старшего научного сотрудника лаборатории коррозии;
- двух старших научных сотрудников лаборатории непрерывно армированных и самонапряженных конструкций;
- двух старших научных сотрудников лаборатории полимербетонов и спецбетонов.

Срок подачи заявлений — месяц со дня публикации объявления.

В конкурсе могут принимать участие лица, имеющие ученые степени доктора и кандидата технических наук.

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Библиография

Нужная книга

А. А. Кугушин, И. Г. Узлов, В. В. Калмыков, С. А. Мадатян, А. В. Ивченко. **Высокопрочная арматурная сталь.** — М.: Металлургия, 1986. — 272 с.

Выпущенная в свет книга отражает накопленный более чем за два десятилетия опыт производства и применения термоупрочненных арматурных сталей повышенной и высокой прочности.

В вводных главах книги сжато, но достаточно информативно приведены сведения о классах и видах арматурных сталей отечественного и зарубежного производства, обосновываются технические требования к их характеристикам в свете современных научных воззрений на работу железобетонных конструкций и ее расчетную оценку.

Большая часть материалов посвящена различным аспектам технологии термического упрочнения с прокатным нагревом углеродистых и низколегированных сталей. Этот эффективный промышленный способ получения высокопрочной арматуры является основным в СССР и получает все большее распространение в других индустриально развитых странах.

Рассмотрен физический процесс термоупрочнения стали в потоке стана, в частности, подробно освещен эффект высокотемпературной термомеханической обработки. Изложены основные принципы установления параметров процесса, выбора и разработки марок стали для термоупрочненной арматуры с заданными характеристиками, анализируются структура и свойства арматурных сталей как массового производства (классов Ат-IIIC, Ат-V), так и выпускаемых промышленностью пока в ограниченных объемах (Ат-IVC, Ат-VCK, Ат-VI, Ат-VIK).

Значительное место отведено описанию результатов научных исследований, проведенных в процессе разработки арматурных сталей различных классов. Положительно то, что наряду с чисто металловедческим подходом к оценке приведенных данных о свойствах сталей широко используются эксплуатационные критерии, отражающие фактические условия работы стержней в железобетоне. В исследованиях используются натурные образцы, изучается влияние повреждений, вероятных при переработке стали у потребителя, с позиций специфики стройиндустрии рассматривается свариваемость сталей.

Книга аналитически обобщает значительный комплекс научно-исследовательских данных, частично опубликованных ранее в сборниках и материалах конференций, носящих подчас узко ведомственный характер и поэтому труднодоступных широкому читателю. Большая заслуга авторов в том, что стиль изложения большинства материалов понятен не только специалистам металлургического профиля, но и инженерам-строителям, владеющим начальными понятиями металловедения и технологии металлов.

К числу слабых мест книги следует отнести последнюю главу об экономической эффективности использования термоупрочненной стали в строительстве. Содержащиеся в ней данные довольно поверхностны и зачастую носят формальный характер.

Приведенные во второй (обзорной) главе сведения об отечественной и зарубежной высокопрочной проволочной арматуре, пожалуй, чужеродны по отношению к основному содержанию книги.

В целом книга очень интересна и полезна для инженерно-технических и научных работников, имеющих отношение к производству и применению арматурных сталей.

А. Л. ЦЕЙТЛИН, д-р техн. наук,
В. З. МЕШКОВ, канд. техн. наук

Нам пишут

УДК 699.853.2.004.67

Способ ремонта производственного подвального помещения

Стены, колонны и другие строительные конструкции часто подвергаются воздействию фильтрующихся грунтовых вод, что разрушает защитный бетонный слой, приводит к развитию на поверхности плесневых грибков. Такие объекты требуют частых ремонтов, что однако не обеспечивает их надежной эксплуатации. Кроме того, их внешний вид не отвечает требованиям эстетики.

На Запорожском титано-магниевом комбинате строительные конструкции в подвальном помещении цеха интенсивно разрушались от подсоса грунтовых вод. Через 5...6 мес эксплуатации на поверхности стен, колонн образовывалась плесень. Лакокрасочное покрытие коробилось, шелушилось, бетонный слой пропитывался влагой, штукатурка размягчалась, отслаивалась и осыпалась. Объект ремонтировали каждые полгода.

Для увеличения срока службы строительных конструкций в условиях подсоса грунтовых вод в тресте Укрцветметремонт разработана технология их восстановления. Разрушенный и увлажнившийся бетонный слой, штукатурку удаляют молотками, зубилами. Поверхность обеспыливают, грунтуют 10%-ным водным раствором поливинилацетатной дисперсии ПВАД. Затем укладывают цементно-песчаный раствор с добавкой 1% азотнокислого кальция $Ca(NO_3)_2$ к массе цемента. Лакокрасочный материал для защиты строительных конструкций выбирают в зависимости от условий эксплуатации и в первый слой покрытия вводят 0,25...0,5% ПАВ к массе сухого остатка материала.

Подвальное помещение отремонтировано по этой технологии в сентябре 1974 г. В качестве поверхностно активного вещества использовали алкилбензилдиметиламмонийхлорид (АБДМ-С1). Защиту строительных конструкций выполняли масляной краской в 3 слоя.

В настоящее время после 13 лет эксплуатации конструкции находятся в хорошем состоянии: бетонный слой сухой, плотный, плесени нет, адгезия лакокрасочного покрытия к бетону сохраняется.

Внедрение данной технологии дало экономический эффект 12 р. на 1 м² отремонтированной поверхности.

М. С. ФИШМАН, Н. М. ИСАКОВА,
Е. В. КОРИНЬ,
инженеры (трест Укрцветметремонт)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 624.012:691.328:666.991
Нетреба М. П. **Фактические потери преднапряжения армоцементных конструкций** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 6—7.
Изложены результаты исследования потерь напряжения в канатах преднапряженных армоцементных комплексных оболочках в условиях заводского производства с учетом атмосферного влияния. Даны соответствующие рекомендации по изменению нормативного показателя потерь напряжения от усадки и повышения прочности бетона при передаче усилий напряжения с упоров на бетон. — Ил. 3.

УДК 624.012.4
Барашиков А. Я., Климов Ю. А., Яковец А. В. **Работа трехшарнирных рам при переменных длительных нагрузках эксплуатационного уровня** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 8—10.
Приведены результаты исследования влияния эксплуатационного режима нагружения на прочность, деформативность и трещиностойкость трехшарнирных железобетонных рам. Разработан практический способ построения деформированной схемы для данного вида конструкций. — Ил. 3. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 725.4:624.012.45.003.13
Редько Ю. М., Кузнецов С. М., Рогатин Ю. А. **Автоматизация технико-экономической оценки эффективности конструкций промышленных зданий** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 12—14.
Изложена универсальная методика технико-экономической оценки эффективности конструктивных решений для промышленных зданий и сооружений из сборного железобетона с использованием ЭВМ. Приводятся коэффициенты уравнений регрессии для расчета конструкций массового применения. — Ил. 2, табл. — 1. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.327.33
Физико-механические свойства неавтоклавных ячеистых бетонов / О. П. Винокуров, Б. П. Филиппов, Р. Л. Серых и др. // Бетон и железобетон. — 1989 — № 1. — С. 14—16.
Приведены результаты исследований физико-механических свойств неавтоклавных ячеистых бетонов при кратковременном и длительном нагружении. Получены новые данные о прочности и деформативности таких бетонов и приведены рекомендации по расчету конструкций из них. — Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 6 назв.

УДК 666.972.16:625.7/.8
Применение суперпластификаторов в бетоне для дорожного строительства / Е. С. Силина, Л. И. Кошелева, Е. А. Пранайтис, Ю. А. Ярушавичюс // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 16—17
Излагается зарубежный и отечественный опыт использования суперпластификаторов при устройстве дорог. Приводятся составы бетонов и практика строительства дорог с добавкой на основе С-3.

УДК 691.81
Роботизированный технологический комплекс для изготовления штампованных закладных деталей / М. М. Айдаров, В. Н. Колосков, И. В. Кузнецов, Г. Ю. Френкель // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 17—18.
Приведены результаты анализа технологического процесса изготовления штампованных закладных деталей. Показана целесообразность использования робототехнических комплексов, сформулированы основные требования, предъявляемые к промышленным роботам и технологической оснастке комплексов. Приведены результаты внедрения РТК на отдельных заводах стройиндустрии. — Ил. 2.

УДК 621.929.003
Резервы повышения производительности смесителей роторного типа / К. М. Королев, Э. Х. Кушу, Г. Л. Полякова и др. // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 21—22.
Современные отечественные бетоносмесители обеспечивают приготовление качественных бетонных смесей на плотных и пористых заполнителях и цементно-песчаных смесей за время чистого смешивания в зависимости от вида смеси по удобоукладываемости и класса тяжелого бетона 30...80 с при числе циклов 30 для тяжелых бетонов класса В45, 40...45 циклов для бетонов класса В30, для легких бетонов плотностью 1500 кг/м³ — 17—20 циклов, а плотностью 1000 кг/м³ — 30...32 цикла. Необходимо учесть полученные результаты при пересмотре нормативных документов. — Ил. 1, табл. 3.

УДК 666.97.033(088.8)
Артым И. Т. **Потери напряжения в арматуре от температурного перепада** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 23—24.
Приведены результаты исследования потерь напряжения в арматуре от температурного перепада при стендовом изготовлении преднапряженных конструкций. Описан способ определения величины данных потерь напряжения и уточнен их физический смысл. Обоснована формула для аналитического расчета величины потерь с учетом влияния технологических и конструктивных факторов. Предложено применение регулирования напряжения в арматуре в ходе термообработки изделий. Табл. 1. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 692.2:691.328-419
Стеновая ребристая панель для производственных сельскохозяйственных зданий / С. М. Ицкович, К. К. Ильгинис, П. В. Шведовский, Т. В. Гуторова // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 26—27.
Описана конструкция стеновой панели для зданий с конструктивной схемой трехшарнирной рамы, собираемой из панелей стен и покрытий с жестким замоноличенным узлом их сопряжения. Трехслойная ограждающая конструкция с теплоизоляционным слоем из крупнопористого керамзитобетона включена в совместную с рамой работу. Проведены испытания опытных образцов. Достигается снижение материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительства. — Ил. 2.

УДК 624.075.23.012.45
Лукша Л. К., Мацкевич А. С., Мордич А. И. **Сжатые элементы с косвенной листовой арматурой** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 28—30.
Испытаны железобетонные сжатые элементы с косвенным (поперечным) листовым армированием и продольной высокопрочной арматурой. Приведены предложения по расчету их несущей способности на основе нелинейных зависимостей коэффициентов эффективности и неравномерности поперечного листового армирования. Показано, что поперечное листовое армирование повышает предельную деформативность и трещиностойкость элементов. — Ил. 3, табл. 3. — Библиогр.: 7 назв.

УДК 666.982.24
Пирадов А. Б., Габуния Г. Ш., Джакели Л. А. **Расчет армирования зон бетонных сооружений, ослабленных отверстием.** — Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 31—32.
Разработана методика расчета армирования в зонах концентрации растягивающих напряжений у отверстий в бетонном массиве из условия допустимого раскрытия трещины при одноосном и двухосном напряженном состоянии. Она позволяет определять длину и ширину раскрытия трещин при заданном армировании в зоне отверстия. — Ил. 2, табл. 2. — Библиогр.: 7 назв.

УДК 624.012.45.006
Васильев П. И., Залесов А. С. **Об объединении норм проектирования железобетонных конструкций различного назначения** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 33—34.
Рассматривается вопрос об объединении норм проектирования бетонных и железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий, с одной стороны, и гидротехнических сооружений, с другой. Показано, что такое объединение возможно, отмечены позиции, по которым должны быть приняты требования норм для промышленных и гражданских зданий и требования норм для гидротехнических сооружений.

УДК 624.012.45
Пепанян А. А. **Практический метод расчета элементов по деформациям** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 34—35.
Предложена методика расчета железобетонных элементов по деформациям, разработанная на основании статистической обработки многочисленных экспериментальных данных различных исследователей. Методика апробирована в научно-исследовательских и проектных организациях. По результатам апробации (наибольшие отклонения по сравнению с методикой СНиП 2.03.01—84 составляли 7...8%) ее рекомендуется использовать в проектно-конструкторских и исследовательских работах. — Ил. 1. — Библиогр.: 6 назв.

УДК 691.327:620.193.8
Гончаров В. В., Рожанский А. М., Теплицкая Т. В. **Проницаемость цементных растворов для бактерий** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 37—39.
Изложены результаты исследований влияния коэффициента фильтрации цементных растворов на их проницаемость для бактерий. — Ил. 3, табл. 3. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327.002.611
Сизов В. П. **О рекомендациях по подбору составов тяжелого и облегченного бетонов** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 39—40.
Дается анализ подбора состава тяжелого бетона, изложенного в «Рекомендации по подбору тяжелого и облегченного и легкого бетонов» (Фрунзе: Фрунзенский политехнический ин-т, 1981). — Библиогр.: 5 назв.

УДК 69.003:658.02.003
Большаков Н. М. **Экономическая эффективность внедрения коллективного подряда** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 41—43.
Изложена методика расчета хозрасчетной экономической эффективности внедрения коллективного подряда, наиболее полно учитывающая ее слагаемые и прежде всего экономию условно-постоянных расходов от перевыполнения планового объема выпуска продукции. Приводится пример ее практического применения на заводе крупнопанельного домостроения. Рекомендуется для обоснования мероприятий повышения уровня рентабельности предприятий. — Табл. 1.

УДК 624.012.45(100)
Богданова Е. Н. **Сооружения из сборно-монолитного преднапряженного железобетона** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 43—45.
Описан зарубежный опыт строительства сооружений с железобетонными преднапряженными конструкциями, собираемыми, из отдельных элементов (секций, блоков), соединяемых в единое целое общей для всех элементов продольной напрягаемой арматурой. — Ил. 3.

УДК 699.853.2.004.67
Фишман М. С., Исакова Н. М., Коринь Е. В. **Способ ремонта производственного подвального помещения** // Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — С. 46.
Разработана новая технология защиты строительных конструкций, работающих в условиях воздействия грунтовых вод и требующих частых ремонтов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Fonov V. M., Ludkovsky I. G., Nesterovitch A. P. Resistance and deformability of concrete pipes elements under axle compression

Netreba M. P. On real losses of prestressed armo-cement structures

Barashikov A. Ya., Klimov Yu. A., Yakovets A. V. Work of three-hinged frames under variable long loadings of exploitation level

Kolakov M. I., Kazaradze M. A. Fire tests of keramsite-concrete volumetrical blocks

Redko Yu. M.. Kuznetsov S. M., Rogatin Yu. A. Automation of technico-economical estimation of efficiency of industrial building structures

Vinokurov O. P., Filippov B. P., Serykh R. L., Perfiljev A. D., Krokhin A. M. Physico-mechanical properties of non-autoclave cellular concretes

Silina E. S., Kosheleva L. I., Pranajtis E., Yarushavitchus Yu. Application of superplastifizers in concretes for road construction

Ajdarov M. M., Koloskov V. N., Kuznetsov I. V., Frenkel G. Yu. Roboted technological complex for fabrication of stamped internal elements

Tsyro V. V. New possibilities of casette-conveyor technology

Koroleuv K. M., Kushu E. Kh., Poljakova T. L., Shutov V. K., Kuznetsov A. A. Reserves for increase productivity of mixers of rotor type

Artym I. T. Losses of stress in reinforcement as a result of temperature overfall

Gendin V. Ya. Calculation of moisture losses of concretes under electro-thermic treatment

Itskovitch S. M., Ilginis K. K., Shvedovsky P. V., Gutorova T. V. Wall rib panel for industrial agricultural buildings

Kuzmenko E. G. Application of non-autoclave gas-ashes-concrete in rural construction

Luksha L. K., Matskevitch A. S., Mordytch A. I. Compressed elements with indirect sheet reinforcement

Piradov A. B.. Gabunija G. Sh., Dzhakeli L. A. Calculation of reinforcement of concrete buildings zones weakened by opening

Pepanjan A. A. Practical method of elements calculation according to deformations

CONTENU

Phonov V. M., Ludkovsky I. G., Nesterovitch A. P. La résistance et la déformabilité des éléments des conduites en béton sous la compression axiale

Netreba M. P. Sur les pertes réélles des structures précontraintes en armo-ciment

Barachikov A. Ya., Klimov Yu. A., Yakovets A. V. Le service des portiques à trois articulations sous les charges variables de longue durée de niveau de fonctionnement

Kolakov M. I., Khazaradzé M. A. Les essais de tenue au feu des unités volumétriques en béton de kéramsite

Redko Yu. M.. Kouznetsov S. M., Rogatine Yu. A. L'automatisation de l'évaluation technico-économique de l'efficacité des structures des bâtiments industriels

Vinokourov O. P., Philippov B. P., Serykh R. L., Perfiljev A. D., Krokhine A. M. Les propriétés physico-mécaniques des bétons cellulaires non-autoclaves

Silina E. S., Kocheleva L. I., Pranajtis E., Yarouchavitchus Yu. L'application des superplastifiants dans le béton pour la construction routière

Ajdarov M. M., Koloskov V. N., Kouznetsov I. V., Phrenkel G. Yu. L'ensemble robotisé technologique pour la production des éléments interns estampés

Tsyro V. V. Les nouvelles possibilités de la technologie de châssisconvoyeur

Koroleuv K. M., Kouchou E. Kh., Polakova T. L., Choutov V. K.. Kouznetsov A. A. Les reserves pour l'accroissement de productivité des malaxeurs du type «rotor»

Artym I. T. Les pertes des contraintes dans les armatures conditionnées par la difference des températures

Chendine V. Ya. Le calcul des pertes en humidité des bétons pendant le traitement éléctro-thermique

Itskovitch S. N., Ilghinis K. K., Chvedovsky P. V., Goutorova T. V. Le panneau mural nervuré pour les bâtiments de l'industrie agricole

Kouzmenko E. G. L'application du gaz-cendres-béton non-autoclave dans la construction rurale

Loukcha L. K., Matskevitch A. S., Morditch A. I. Les éléments comprimes avec des armatures plates indirectes

Piradov A. B., Gabounja G. Ch., Dzhakely L. A. Le calcul de renforcement des zones des ouvrages en béton affaiblies par l'ouverture

Pepanjan A. A. La méthode pratique de calcul des éléments d'après les déformations

INHALTSVERZEICHNIS

Fonow W. M., Ljudkowskij I. G., Nesterovitsch A. P. Festigkeit und Verformbarkeit von Rohrbetonbauelementen unter axialem Druck

Netreba M. P. Tatsächliche Verluste von vorgespannten Armozementkonstruktionen

Baraschikow A. Ja., Klimow Ju. A., Jakowez A. W. Verhalten von Dreigelenkrahmen unter veränderlichen Dauerbelastungen von Gebrauchsniveau

Koljakow M. I., Chasaradse M. A. Brandversuche von Raumblöcken aus Keramsitbeton

Redjko Ju. M., Kusnezow S. M., Rogatin Ju. A. Automatisierung der technisch-ökonomischen Bewertung durch Wirksamkeit von Konstruktionen für Produktionsgebäude

Winokurow O. P., Filippow B. P., Serych R. L., Perfiljew A. D., Krochin A. M. Physikalisch-mechanische Eigenschaften von nichtautoklav behandelten Zellenbetonen

Silina Je. S.. Koschelewa L. I., Pranajtis J., Jaruschawitschjus Ju. Anwendung von Betonsuperplastifikatoren für Strassenbau

Ajdarow M. M., Koloskow W. N., Kuznezow I. W., Frenkelj G. Ju. Technologischer Robotkomplex für Erzeugung von gestanzten Einlegeteilen

Zyro W. W. Neue Möglichkeiten der Batteriefliessbandtechnologie

Koroljow K. M., Kuschu E. Ch., Poljakowa T. L., Schutow W. K., Kusnezow A. A. Reserven der Leistungssteigerung der Mischer von Läufertyp

Artym I. T. Spannungsverluste in Bewehrung durch Temperaturgefälle Berechnung der Betonfeuchtigkeitsverluste bei elektrischer Behandlung

Izkowitsch S. M., Iljginis K. K., Schwedowskij P. W., Gutorowa T. W. Gerippte Wandplatte für landwirtschaftliche Industriegebäude

Kusjmenko Je. G. Anwendung des nichtautoklav behandelten Gas-Aschen—Betons im ländlichen Bauwesen

Lukscha L. K., Mazkewitsch A. S., Morditsch A. I. Druckglieder mit Spiralblechbewehrung

Piradow A. B., Gabunija G. Sch., Dshakeli L. A. Bewehrungsberechnung der durch Öffnungen abgeschwächten Abschnitte in Betonbauwerken

Pepanjan A. A. Praktische Berechnungsmethode von Bauelementen nach Deformationen

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

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

Сдано в набор 14.11.88. Подписано в печать 22.12.88. Т-20454 Формат 60×90¹/₈.
Печать высокая. Бумага книжно-журнальная. Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,75 Уч.-изд. л. 8,31
Тираж 13513 экз Зак. 397 Цена 60 коп.

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВНИМАНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ

ЦНИИОМТП Госстроя СССР разработал универсальную установку по приготовлению эффективных пластифицирующих добавок на основе модифицированных лигносульфонатов ЛТМ, НИЛ-21, МТС-1 и др. В установке предусмотрены полная механизация основных технологических процессов и автоматизация управления ими. Компактность установки, ее небольшие габариты обеспечивают возможность быстрого монтажа и демонтажа, а также перебазировки и привязки ее к технологической линии ДСК, заводов ЖБИ, КПД, товарного бетона и раствора.

Установка внедрена и эффективно используется на предприятиях стройиндустрии и в строительных организациях различных регионов страны.

Институт проводит на хоздоговорных началах работы по внедрению технологии приготовления и применения добавок.

Проводимые по договору работы включают:

- изготовление установки и нестандартного оборудования;
- монтажные и пусконаладочные работы;
- отработку технологии приготовления и применения добавки;
- разработку необходимой нормативно-технической документации.

Заявки на выполнение договорных работ направлять по адресу:
127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9, ЦНИИОМТП.

Телефон для справок: 216-44-45.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

НОВОСИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ ЭКБ МИНУРАЛСИБСТРОЯ СССР

предлагает предприятиям стройиндустрии разработки эффективных преднапряженных конструкций, выполненные в техническом содружестве с НИИЖБом Госстроя СССР

АРОЧНЫЕ РЕШЕТЧАТЫЕ БАЛКИ ПРОЛЕТАМИ 12 и 18 м

По сравнению с двускатными балками серии 1.462.1-3/80 экономия бетона составляет 13..25%, арматурной стали — 15...34%. Арочные балки выполняют из бетона более низких классов, в них намного меньше арматурных изделий. Почти полностью исключены трудоемкие вязальные работы.

ТРЕХГРАННЫЕ ОПОРЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Совмещают изящность центрифугированных опор с простотой вибрационной технологии. Еще одно достоинство — вдвое меньший расход стали и возможность применения бетона более низких классов. Все армирование — это три напрягаемых стержня, обвитых проволочной спиралью. Опоры могут использоваться как с кабельной, так и с воздушной подводкой питания.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕТЧАТЫЕ БАЛКИ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПОЯСАМИ ПРОЛЕТОМ 12 м

Многие заводы стройиндустрии испытывают трудности, когда изготовляют разнотипные балки — двускатные решетчатые и двутавровые для плоской кровли. Предлагаемые балки позволяют избежать этого недостатка. Их габариты, собственная масса, расход арматуры и область применения аналогичны показателям двутавровых балок серии 1.462.1-1/81, однако они изготовляются из бетона более низких классов в более дешевых формах и по простой технологии.

Филиал оказывает предприятиям оперативную техническую помощь в самом широком диапазоне — от передачи технической документации до проведения испытаний и отработки технологии. Его услугами пользуются заводы сборного железобетона во многих регионах страны.

Адрес: 630076, Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 2а.
Телефоны: 21-88-09, 21-88-48

Индекс 70050
60 к.
ISSN 0005—9889 Бетон и железобетон. — 1989. — № 1. — 1—48

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru