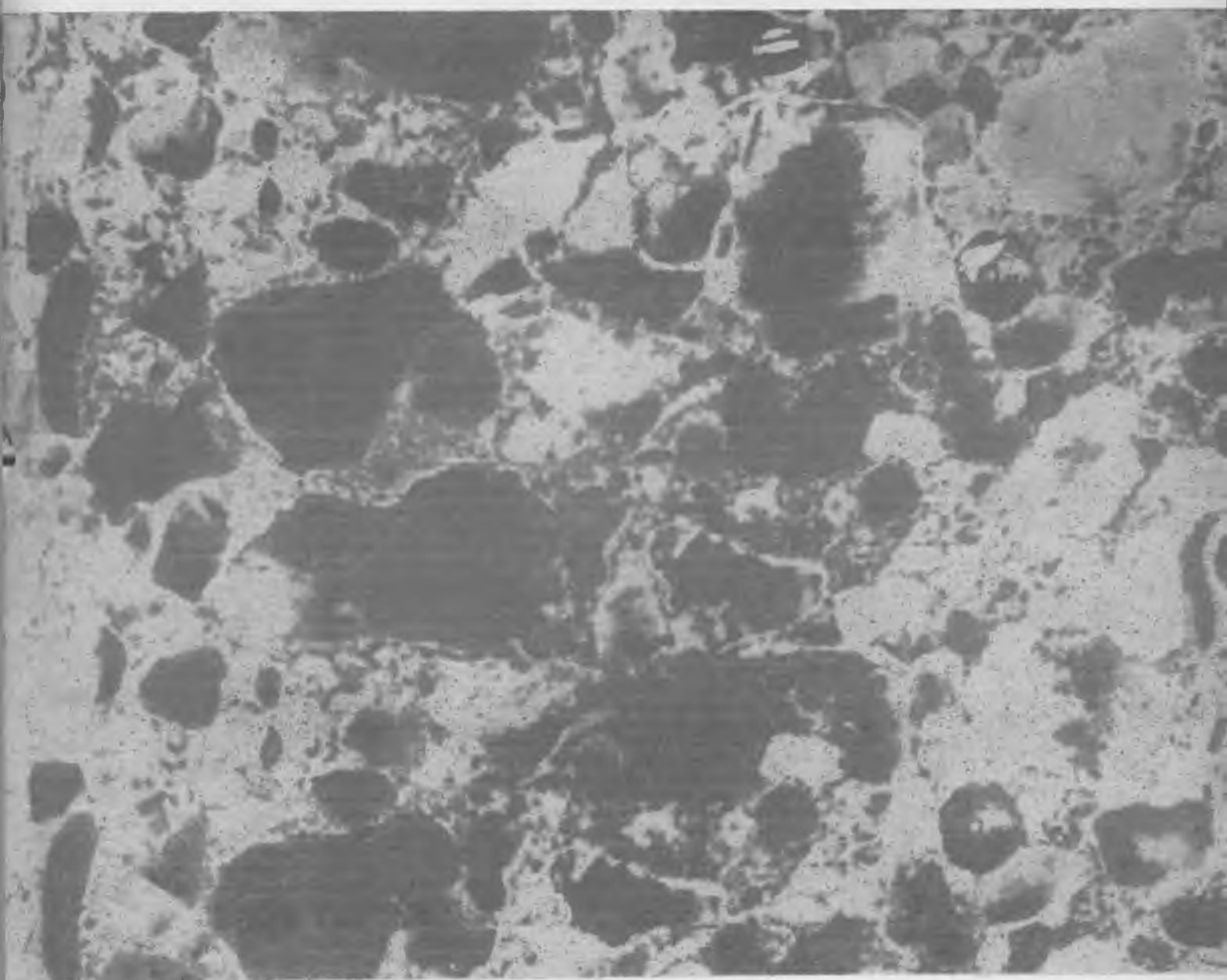
ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

8
1986



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Дорогие товарищи!

Поздравляем Вас с Днем строителя, желаем больших успехов в выполнении грандиозных задач в области капитального строительства, поставленных XXVII съездом КПСС!

Авторские свидетельства

№ 13*

№ 1222555. Макеевский инженерно-строительный ин-т. Ю. М. Назаров и Л. Н. Пицкель. **Устройство для изготовления профилированных асбестоцементных изделий.**

№ 1222556. Общественное КБ треста Мосстрой № 48. Н. И. Шувалов, Л. В. Ловецкий, О. М. Рейхель и др. **Устройство для прессования строительных элементов.**

№ 1222557. ЛенЗНИИЭП. В. П. Обухов, А. И. Обухов, М. П. Вахрушев и А. В. Крейчман. **Конвейерная линия для изготовления строительных изделий.**

№ 1222558. Горьковский инженерно-строительный ин-т. К. И. Вилков, С. Ф. Сорокин и В. М. Ежиков. **Способ изготовления строительных теплоизоляционных изделий.**

№ 1222559. Новополоцкий политехнический ин-т. Э. И. Гончаров, В. А. Полюдов, Е. М. Шестопалов и А. Г. Щерба. **Стеновое ограждение камеры для термообработки изделий.**

№ 1222560. РП ТПО Росоргтехстрой. О. М. Лунин. **Бетоноукладчик.**

№ 1222561. А. И. Семенов. **Бетоноукладчик.**

№ 1222562. Гипростроммаш. А. И. Семенов. **Бетоноукладчик.**

№ 1222563. ИСиА Госстроя БССР. Б. А. Плющ. **Метательная головка для укладки и уплотнения бетонной смеси.**

№ 1222564. НИИПИ по газоочистным сооружениям, технике безопасности и охране труда в промышленности строительных материалов. А. Е. Кистанов, В. И. Лопатин, В. А. Мельников и др. **Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1222565. Ин-т строительства и архитектуры Госстроя БССР. А. А. Чече, М. М. Боровлев, П. Г. Чесноков и др. **Центрифуга для формования тел вращения из бетонных смесей.**

№ 1222666. ВНИИ гидромеханизации, санитарно-технических и специальных строительных работ. Г. Н. Никольская и Т. Б. Давыдова. **Фибробетонная смесь.**

№ 1222772. К. М. Вертелов, А. Н. Ветров, В. Н. Кабанов и др. **Многоэтажное здание.**

№ 1222773. ЦНИИОМТП. Ш. Л. Мачабели, В. Н. Сведлов, В. И. Устимов и др. **Закладная деталь.**

№ 1222774. Херсонский филиал Украинского ин-та проектирования городов. Гипроград. А. Г. Луганов, А. Н. Могилат и В. Ф. Ярошенко. **Наружное ограждение.**

№ 1222775. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Р. О. Саакян, А. Л. Саакян, С. Х. Шахназарян и др. **Деформационный шов.**

№ 1222776. НИИСК. Л. Ф. Вознесенский, Д. Г. Маркзон, А. А. Скибинская и В. Г. Олимпиев. **Строительная конструкция.**

№ 1222777. НИИСФ. С. В. Александровский, А. Ф. Хомутов, В. Б. Максимов и др. **Наружное ограждение.**

№ 1222778. ПИ № 2 Госстроя СССР. И. А. Горобец. **Стеновое ограждение.**

№ 1222779. МИИТ. Т. А. Красовская, С. С. Давыдов и В. П. Чирков. **Железобетонная балка с полимерным покрытием.**

№ 1222781. ЛатНИИЭС. В. С. Коган, Г. С. Кобринский, М. Я. Волоцкий, Ю. К. Волкодаев и В. И. Хроленко. **Железобетонная панель.**

№ 1222782. ПО Мосспецпромпроект. А. П. Резник, А. Ф. Крутьков, В. А. Розенов и др. **Трехслойная стеновая панель.**

№ 1222783. ГПИ Днепрпроектстальконструкция. А. А. Тарнопольский, О. Ф. Иванков и А. Г. Раздольский. **Тонкостенный металлический элемент типа колонн.**

№ 1222784. Волгоградский инженерно-строительный ин-т. А. А. Калинин. **Устройство для предварительного напряжения балочных элементов с затяжками на выносных упорах.**

№ 1222785. ХИСИ. А. Л. Шагин. **Способ изготовления предварительно напряженного строительного элемента из бетона.**

№ 1222786. Криворожский горно-рудный ин-т. Л. И. Стороженко и С. Г. Потебня. **Балка.**

№ 1222787. Новокузнецкое отделение УралНИИстромпроекта. С. П. Русин. **Строительный элемент типа колонны.**

№ 1222788. Хабаровский политехнический ин-т. В. И. Кулиш, В. Е. Казаринов, В. И. Данилевский и С. Д. Стовба. **Устройство для анкеровки арматуры.**

№ 1222791. Свердловский архитектурный ин-т. А. Г. Трущев и С. В. Симкин. **Пневматическая опалубка для возведения монолитных покрытий (ее варианты).**

№ 1222794. МИСИ. А. А. Афанасьев, С. Г. Арутюнов и Г. Р. Исхакова. **Глубинный виброуплотнитель.**

№ 1222795. УкрНИИГиМ. А. С. Барчук, В. Я. Жукинский, В. Б. Резник и др. **Устройство для нанесения торкретбетона.**

№ 1222796. ЦНИИЭП жилища. Э. Л. Вайсман и Н. Б. Левонтин. **Способ усиления многоэтажного здания.**

№ 1222797. ЦНИИпромзданий. **Рамный каркас многоэтажного здания.**

№ 1222800. Донецкий ПромстройНИИпроект. Г. Р. Розенвассер и В. И. Ольмедов. **Заглубленный резервуар, возводимый на подрабатываемой территории.**

№ 1222801. Свердловский архитектурный ин-т. Г. П. Иванов, А. Г. Трущев и С. В. Симкин. **Бункер для сыпучих материалов.**

№ 14

№ 1224141. Ярославский политехнический ин-т и НИИЖБ. Б. И. Зыков, С. Н. Аполонов, С. В. Разумов и др. **Виброплощадка.**

№ 1224142. Макеевский инженерно-строительный ин-т. Е. Д. Косенков, И. В. Грибачев, В. В. Гозулов и Н. А. Слободенюк. **Устройство для герметизации пропарочной камеры.**

№ 1224241. В. А. Беликов. **Захват для изделий со сквозным отверстием.**

№ 1224384. Всесоюзный ин-т Оргэнергострой. А. П. Климов. **Складная секция здания.**

№ 1224386. Московский ин-т инженеров землеустройства и Московский государственный проектный и научно-исследовательский ин-т по сельскому строительству. Г. И. Константинов, Ф. В. Ушков, Н. Н. Цаплев и В. А. Рыгалов. **Стеновая панель.**

№ 1224389. Грозненский нефтяной ин-т. В. А. Кеворков. **Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий.**

№ 15

№ 1225787. НИИСК и НИИ интроскопии. П. С. Витюк, В. П. Глуховский, А. Н. Гуржий и др. **Устройство для контроля уплотнения бетонной смеси.**

№ 1225788. Минский НИИСМ. **Способ изготовления бетонополимерных изделий.**

---

* См.: Открытия. Изобретения, 1986.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

8 (377)
Август 1986

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

Стратегия ускорения 2

Конструкции

Жунусов Т. Ж., Беспаев А. А., Жумагулов Е. Ш., Королев А. Н. Исследование работы узлов каркасов многоэтажных зданий при действии нагрузок типа сейсмических 3

Габрусенко В. В., Бутвиловский И. И., Якушин В. А., Зикеев Л. Н., Мясников Л. Н. Преднапряженные трехгранные опоры освещения 5

Беликов В. А., Яворский И. Д. Внецентренно сжатые колонны из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением 6

Тихонов И. Н., Липецкий В. Ф., Алексеев Н. П., Будылин А. И. Скатная крыша с безрулонной кровлей 8

Бетоны

Кириллов А. П., Багрий Э. Я., Завялов В. Н. Деформации шлакопемзобетона при ступенчато изменяющихся режимах загружения 10

Соколов О. М., Евсеев Г. А., Сергеев А. Б., Курина Т. А. Пластифицирующая добавка в бетоны ЛСТ-П 11

Сакварелидзе А. В. Прочностные и деформационные свойства стелефибробетона 12

Заводское производство

Куннос Г. Я., Терентьев А. Е., Домбровский А. В., Сажнев Н. П., Новаков Ю. Я. Теория и практика ударного формования газобетонных массивов 14

Архипкин А. С., Косарев Н. И., Якк Т. Ф. Установка для формования вентиляционных блоков 15

Гусев Б. В., Аксельрод Е. З., Цыро В. В. Совершенствование изготовления плитных изделий 17

Строительное производство

Крылов Б. А., Шевченко Ю. К. Прогрев бетона в конструкциях с большой неопалубленной поверхностью 21

Данилов Н. Н., Герман С. Л., Барсук Ф. М. Термообработка стен энергией инфракрасного излучения 23

В помощь проектировщику

Касаев Д. Х. Прочность элементов кольцевого сечения при совместном действии изгибающего и крутящего моментов 25

Ильин О. Ф., Сапарбеков А. С. Сопротивление железобетонных стрежней продольному изгибу 26

Вопросы экономики

Сергеев В. И., Большаков Н. М., Пчелкин И. С. О порядке определения затрат в условиях работы подрядных бригад 29

Использование промышленных отходов

Баженов Ю. М., Высоцкая О. Б., Виноградов Б. Н. Оценка зол для использования их в вяжущих и бетонах 30

Мчедлов-Петросян О. П., Ушеров-Маршак А. В., Москаленко С. Б., Братчиков В. Г., Селиванов И. И., Выродов В. И. Перспективы использования ПГПФ в технологии сборного железобетона 32

Вопросы качества

Школьник И. Э. Ультразвуковая диагностика качества бетона по показателям нелинейности деформирования 34

Долговечность

Шнейдерова В. В., Соколова С. Е., Никитин В. И. Долговечность конструкций с лакокрасочными покрытиями в агрессивных средах 36

Викторов А. М. Предотвращение щелочной коррозии увлажняемого бетона . . . 38

Теория

Яшин А. В. Теория деформирования бетона при простом и сложном нагружениях 39

Дегтерев В. В. Деформативность бетона сжатой зоны в зависимости от ее формы и характера армирования 42

В порядке обсуждения

Аккерман И. С., Кац Ю. М. Об эффективности многослойных стеновых панелей 44

Наши консультации

Будагянц Л. И., Серых Р. Л. О взаимосвязи между классом бетона по прочности на сжатие и маркой по самонапряжению 45

Библиография

Покровский А. А. Новый справочник 46

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru
ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека

© Стройиздат, 1986

Стратегия ускорения

Пятая сессия Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва единодушно утвердила представленный Советом Министров СССР Государственный план экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы, развернутый по годам двенадцатой пятилетки, по министерствам, государственным комитетам, ведомствам СССР и союзным республикам. Этот документ разработан в соответствии с решениями XXVII съезда КПСС и Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года.

На состоявшемся накануне сессии Пленуме Центрального Комитета КПСС, в докладе Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева был дан развернутый и всеобъемлющий анализ происходящей в партии и в государстве глубокой перестройки, показана объективная картина послесъездовского развития советского общества, внешнеполитическая обстановка в мире. Пленум подтвердил, что двенадцатая пятилетка должна стать решающим этапом реализации стратегических установок партии на ускорение развития нашего общества, начало которому было положено на апрельском (1985 г.) Пленуме ЦК КПСС.

Как отмечалось в Обращении Центрального Комитета КПСС к трудящимся Советского Союза, в нынешней пятилетке мы должны переломить неблагоприятные тенденции в развитии экономики, придать ей больший динамизм, повысить темпы роста производства, получить более высокие конечные результаты на базе ускорения научно-технического прогресса, технического перевооружения и реконструкции народного хозяйства, интенсивного использования созданного потенциала. Предстоит кардинально перестроить хозяйственный механизм, создать гибкую и эффективную систему управления, позволяющую повсеместно обеспечивать четкую организацию трудового процесса, полнее использовать резервы и возможности социализма. Необходимо осуществить неотложные социальные программы, ускорить развитие социально-культурной сферы, значительно улучшить условия труда и быта советских людей, добиться дальнейшего подъема народного благосостояния.

Предусмотренные в пятилетнем плане задания в полной мере обеспечивают реализацию главной задачи двенадцатой пятилетки, суть которой состоит в повышении темпов и эффективности развития экономики, в достижении на этой основе дальнейшего подъема благосостояния советских людей. При этом необходимо одновременно поддерживать на необходимом уровне обороноспособность нашего государства.

В нынешней пятилетке предстоит повысить не только темпы, но и существенно увеличить абсолютные приросты важнейших экономических показателей.

Национальный доход намечено увеличить на 124 млрд. р. против 79 млрд. р. в прошлой пятилетке (в ценах 1983 г.). Прирост промышленной продукции планируется в размере 200 млрд. р. по сравнению со 133 млрд. р. в одиннадцатой пятилетке, среднегодового объема сельскохозяйственной продукции — 29 млрд. р. против 10 млрд. р.

С учетом необходимости реализации не только текущих задач, но и долговременной экономической политики партии взят курс на ускорение роста капитальных вложений. В новой пятилетке они возрастут на 23,6% по сравнению с 15,4% в прошлой, а их абсолютный прирост достигнет 190 млрд. р. против 107 млрд. р. в одиннадцатой пятилетке. В результате доля фонда накопления в национальном доходе повысится с 25,9% в 1985 г. до 27,6% в 1990 г.

В отличие от практики планирования прошлых лет, когда наращивание темпов прироста основных показателей перекладывалось на последние годы пятилетки, в новом пятилетнем плане предусмотрено равномерное повышение этих темпов. Фундаментом, на котором основан новый пятилетний план, являются научно-технический прогресс, реконструкция, качество, эффективность. Каждой отрасли установлены задания, характеризующие конечные результаты использования новой техники и технологии. Министерствам и ведомствам, объединениям и предприятиям придется проявлять большую самостоятельность в выборе и осуществлении конкретных путей решения поставленных перед ними задач.

В 1,5—2 раза намечено увеличить применение прогрессивных базовых технологий, значительно расширить использование новых экономичных видов материалов, вдвое повысить уровень автоматизации производства.

Согласно принятой в пятилетнем плане структурной и инвестиционной политике доля затрат на техническое перевооружение и реконструкцию действующего производства во всех капитальных вложениях на производственное строительство увеличится с 38,5% в 1985 г. до 50,5% в 1990 г. Это обусловий в двенадцатой пятилетке коренные сдвиги в качественном обновлении основных производственных фондов, позволит преодолеть сложившуюся в 70-х годах крайне негативную тенденцию нарастающего их физического и морального старения. Коэффициент выбытия основных производственных фондов повысится с 1,8% в 1985 г. до 3,1% в 1990 г., а их активной части — с 3,2% до 6,2%. Тем самым в двенадцатой пятилетке намечена и будет последовательно проводиться в жизнь новая линия на неуклонное омоложение основных производственных фондов.

На Пленуме и сессии вновь подчеркивалось, что в годы последних пятилеток было ослаблено внимание к такой важнейшей отрасли народного хозяйства, как машиностроение, которое является основной материальной гарантией ускорения научно-технического прогресса. Новый пятилетний план круто ориентирован на выправление создавшегося положения. Планом намечено обеспечить форсированный рост и глубокую техническую и структурную перестройку машиностроительной отрасли, в 1,8 раза увеличить здесь капитальные вложения. Ставится задача одновременно реконструировать само машиностроение и на этой базе технически перевооружить все сферы экономики.

Крупные изменения намечены в промышленности строительных материалов. Предусмотрено удвоить выпуск цемента с применением энергосберегающих технологических процессов, улучшить качество и расширить производство новых эффективных видов материалов и строительных изделий высокой заводской готовности.

На июньском Пленуме ЦК КПСС и сессии Верховного Совета СССР особое внимание обращалось на неблагополучное положение дел в капитальном строительстве. Эта отрасль названа тем участком народного хозяйства, где необходима кардинальная перестройка. На двенадцатую пятилетку намечена огромная строительная программа с объемом капитальных вложений 994 млрд. р. При этом 232 млрд. р. из общей суммы будет направлено на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий, что в 1,7 раза больше, чем в прошлой пятилетке. Все это предъявляет особые требования к капитальному строительству. Среди важнейших задач, которые необходимо решить в кратчайшие сроки, — резкое улучшение состояния проектного дела, сокращение длительности инвестиционного цикла, консервация части строящихся объектов, и прежде всего тех, сооружение которых не вызывается первоочередной хозяйственной необходимостью или ведется по устаревшим проектам. Начиная с 1987 г. капитальные вложения и подрядные работы на строительство объектов должны устанавливаться в полном соответствии с нормативными сроками.

Сложные и ответственные задачи стоят перед общестроительными министерствами, объем работ которых существенно возрастет. Этим министерствам поручено осуществить эффективные меры по наращиванию мощностей строительно-монтажных организаций, в первую очередь в районах сосредоточенного строительства с тем, чтобы они не сдерживали решения важнейших народнохозяйственных задач, особенно в социальной сфере.

Масштабны и предельно конкретны планы, одобренные партией, принятые Верховным Советом СССР. Являясь ключевым звеном в реализации стратегических установок XXVII съезда КПСС, они нацелены на крутой перелом во всех отраслях народного хозяйства. Как отмечено в Постановлении ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ о Всесоюзном социалистическом соревновании за успешное выполнение заданий двенадцатой пятилетки, принятый партией курс на ускорение социально-экономического развития страны получил единодушную поддержку и одобрение советских людей.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 72.011.25:691.87-427

Т. Ж. ЖУНУСОВ, д-р техн. наук, А. А. БЕСПАЕВ, канд. техн. наук (КазпромстройНИИпроект); Е. Ш. ЖУМАГУЛОВ, канд. техн. наук (Алма-Атинский архитектурно-строительный ин-т); А. Н. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук (ЦНИИпромзданий)

Исследование работы узлов каркасов многоэтажных зданий при действии нагрузок типа сейсмических

В рамках создания единой системы железобетонных конструкций для многоэтажных каркасных зданий в ЦНИИпромзданий разработан жесткий узел каркаса межвидового применения*. Данное решение (рис. 1) представляет собой жесткий узел со скрытой консолью, на которую тавровый ригель опирается железобетонным выступом, приваренным к нижней опорной пластине. Верхняя продольная арматура ригеля соединяется ванной сваркой с выпусками из колонны, а нижняя — с арматурными коротышами, охватывающими колонну и привариваемыми внахлестку к закладным деталям последней. После установки поперечной арматуры и охватывающих сеток зона узла бетонируется. Узел достаточно прост в изготовлении и позволяет надежно забетонировать сжатую зону опорных участков ригеля.

* А. с. 1049630 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. Узел соединения ригелей таврового сечения с колонной железобетонного каркаса здания / А. Н. Королев, М. Г. Костюковский, Г. В. Выжигин и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1983. — № 39. — С. 129.

Для изучения возможностей применения данного узла в зданиях, возводимых в сейсмических районах, было изготовлено две серии опытных образцов натурных размеров с различной высотой ригеля.

Образцы крестообразной формы армировали пространственными каркасами в соответствии с усилиями, определенными из расчета поперечных рам трехпролетного пятиэтажного каркасного здания с сеткой колонн 6×6 м при высоте этажа 4,8 м и расчетной сейсмичности 8 баллов. Для каркаса с высотой ригеля 600 мм временная вертикальная нагрузка принималась 15 кН/м², с высотой 450 мм — 10 кН/м². В зоне узла колонны усиливали сетками косвенного армирования в соответствии с требованиями [1].

Испытания проводили на специальном стенде, состоящем из стержневой ромбовидной системы для создания поперечной нагрузки и устройства для продольного обжатия колонны (рис. 2). Продольную силу в колонне создавали с помощью гидравлического домкрата, системы тяжей и опорных платформ.

Ригели загружали поперечной нагрузкой парой гидравлических домкратов. Ромбовидная система обеспечивала соотношение между моментами и поперечными силами в сечениях ригелей и колонн по граням узла, отвечающее особому сочетанию нагрузок с учетом сейсмического воздействия. Для ужесточения напряженного состояния узла и оценки несущей способности ригеля в обратном направлении образцы загружали кососимметричными нагрузками, при которых положительный момент в ригеле был завышен по сравнению с требуемым из статического расчета рамы каркаса.

Образцы нагружали в следующей последовательности. Прикладывали продольную сжимающую силу к колонне, а затем ступенями увеличивали поперечную нагрузку в ригелях. По одному образцу каждой серии испытывали при непрерывно возрастающей постоянного направления поперечной нагрузке на ригели, а

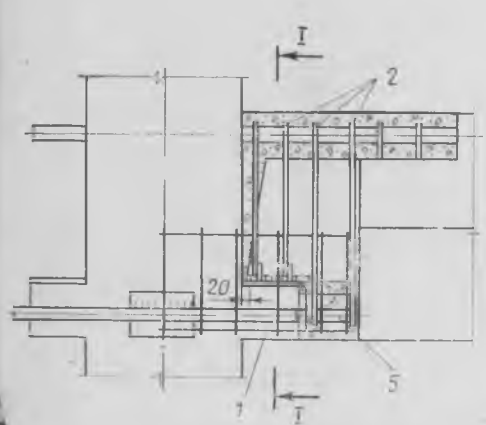


Рис. 1. Конструкция узла
1 — консоль колонны; *2* — хомуты Ø 12 А-III; *3* — верхняя арматура 2 Ø 32, 1 Ø 40 А-III; *4* — приварка выступа к консоли $h_ш$=10 мм, $l_ш$=120 мм с каждой стороны; *5* — нижняя арматура ригеля в обхват колонны Ø 28 А-III

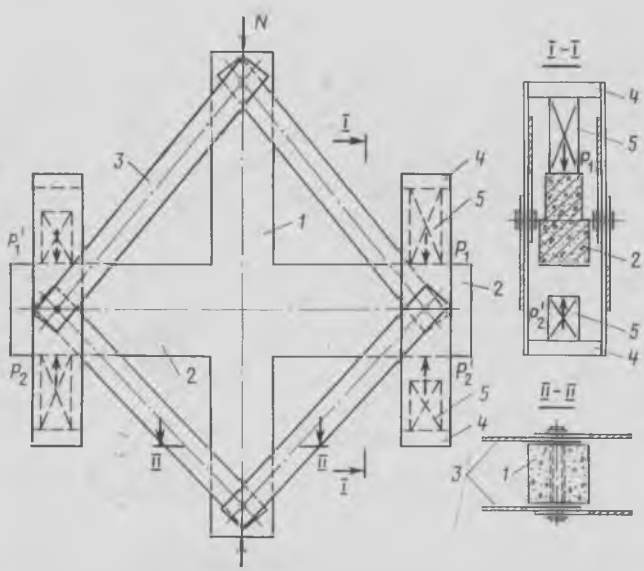
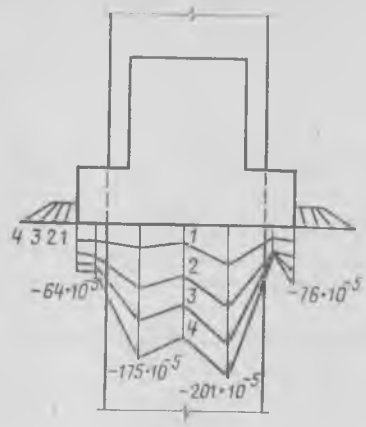


Рис. 2. Схема нагружения
1 — колонна; *2* — ригель; *3* — стержневые элементы ромбовидной системы; *4* — опорные траверсы; *5* — домкрат

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 3. **Деформации продольной арматуры ригеля в пределах узла и распределение деформаций бетона по ширине сжатой наклонной призмы по этапам нагружения (1—4)**



остальные — при знакопеременном изменении поперечной нагрузки. В последнем случае знакопеременная нагрузка создавалась попеременным включением двух пар противоположно направленных домкратов. Начальная знакопеременная кососимметричная нагрузка составляла около 60% несущей способности образцов при постоянном направлении нагружения, а ступени ее увеличения составляли около 10%.

С ростом поперечной нагрузки сначала появляются нормальные трещины по контакту бетона омоноличивания с боковыми гранями колонны, затем последовательно — нормальные трещины в ригелях, наклонные трещины в колонне в пределах узла и, наконец, нормальные трещины в колонне. Результаты испытания образцов при постоянном направлении кососимметричной нагрузки (см. таблицу) показали, что центральная зона узла в предельной стадии работает как система с сжатой наклонной призмой [2], прочность которой можно оценивать по методике [1].

Предельная стадия работы узла при кососимметричном нагружении как системы со сжатой призмой реализуется при следующих факторах:

в процессе роста нагрузки происходит смещение растягивающих напряжений в продольной арматуре ригеля к сжатой стороне колонны таким образом (рис. 3), что перед разрушением узла точка нулевых напряжений в арматуре может сместиться за пределы колонны;

распределение деформаций по ширине сжатой призмы представляет собой выпуклую кривую с максимальным значением, превышающим деформации бетона при осевом сжатии и приближающимся к предельной сжимаемости бетона с принятым в узле косвенным армированием;

при уровнях усилий, превышающих половину несущей способности узла, наблюдается рост деформаций в стержнях сеток косвенного армирования, а за этап до разрушения измеренные напряжения приближаются к пределу текучести стали;

разрушение узла сопровождается раздроблением бетона наклонной призмы.

Опытная несущая способность сечений колонн и ригелей по граням узла близка к теоретической прочности, определенной по СНиП П-21-75.

Различия в размерах образцов, соотношении и характере действия прилагаемых усилий вызвали разрушение всех изучаемых элементов в образцах: примыкающих к узлу участков ригелей в направлении отрицательного изгибающего момента, примыкающих к узлу участков колонн и центральной зоны узла.

Работа примыкающих к узлу участков ригелей при кососимметричных усилиях имеет ряд особенностей. При реализации предельного состояния центральной зоны узла напряжения в продольной арматуре сжатой зоны ригелей могут быть растягивающими, т. е. эту арматуру не следует учитывать при расчете прочности сечений ригелей по граням. Кроме того, распределение деформаций бетона по нижним граням ригелей (рис. 4) показывает, что выступы полки тавровых ригелей за пределы ширины колонны не полностью включаются в работу по восприятию сжимающих усилий. Прочность сечений ригелей по граням колонн при положительных изгибающих моментах заметно превышала теоретическую в результате включения в работу арматуры закладной детали, которая необходима для приварки выступа ригеля к скрытой консоли колонны.

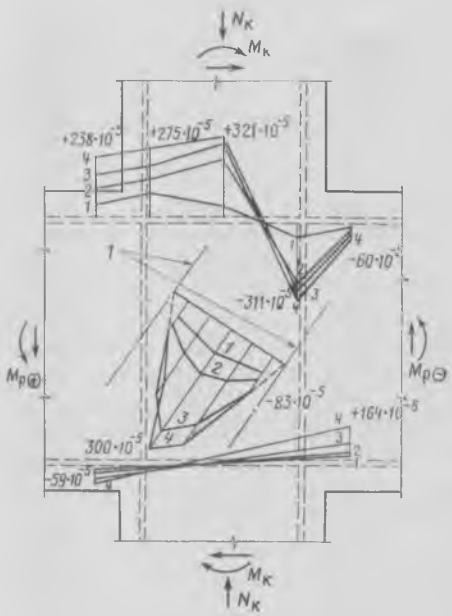


Рис. 4. **Распределение деформаций бетона по ширине полки таврового ригеля по этапам нагружения (1—4)**
1 — сжатая призма

Знакопеременный характер нагружения проявился прежде всего в увеличении прогибов ригелей, изменении эпюр распределения деформаций бетона в узле и снижении прочности элементов. Общая ширина наклонной сжатой призмы уменьшилась, а эпюра деформаций бетона принимала вид, близкий к треугольному. Снижение прочности узла и примыкающих участков ригелей и колонн оценивается коэффициентом условий работы $m_{зн} = 0{,}9$.

Марка образца	N_K, кН	$M_{pΘ}$, кН·м	$M_{pΘ}/M^T_{pΘ}$	$M_{pΘ}$, кН·м	$M_{pΘ}/M^T_{pΘ}$	M_K, кН·м	M_K/M^T_K	$N_{уз}$, кН	$N_{уз}/N^T_{уз}$	Вид нагружения	Характер разрушения
I-V-I*	1350	545,3	0,946	291,6	1,116	388,3	0,861	3420	0,917	Постоянное направление	От действия отрицательного момента $M_{pΘ}$
I-V-2з*	1636	524,4	1,007	282,5	1,203	381,6	0,792	3219	0,936	Знакопеременное	То же
I-V-3з*	1350	536,0	1,039	289,2	1,231	385,0	0,939	3219	0,942	То же	По колонне и узлу
II-V-I**	1636	433,0	0,941	233,8	1,269	327,1	0,589	3020	0,997	Постоянное направление	От действия положительного момента $M_{pΘ}$
II-V-2з**	1409	484,5	1,051	261,0	1,411	344,5	0,821	3160	1,053	Знакопеременное	То же

Примечания: * — образцы имеют высоту ригеля 600 мм, ** — 450 мм. N_K — опытное усилие в колонне; $M_{pΘ}$, $M_{pΘ}$ — опытные изгибающие моменты соответствующего знака в ригелях; $M^T_{pΘ}$, $M^T_{pΘ}$ — то же, теоретические; M_K, M^T_K — опытный и теоретический моменты в колонне на грани узла; $N_{уз}$, $N^T_{уз}$ — опытная и теоретическая силы в сжатой призме узла.

Выводы

Напряженное состояние центральной зоны узла со скрытой консолью подобно монолитным железобетонным узлам. При кососимметричных нагрузках прочность узла определяется прочностью наклон-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ной сжатой призмы, которую можно оценивать по [1] с учетом поперечных сил в ригелях.

При косоасимметричных нагрузках, близких к несущей способности узла, прочность примыкающих к узлу участков ригелей следует рассчитывать без учета сжатой арматуры. При этом в направлении положительных изгибающих моментов их расчет необходимо производить при частичном учете ширины полки таврового ригеля за пределами ширины колонны, а в направлении отрицательного изгибающего момента — с учетом горизонтальной продольной арматуры закладной детали, которая устанавливается для приварки выступа ригеля к скрытой консоли колонны.

Влияние знакопеременного изменения усилий можно учитывать при расчете прочности узла и примыкающих к нему участков ригелей и колонн введением дополнительного коэффициента условий работы $m_{зн} = 0{,}9$.

Выполненные испытания подтвердили достаточную надежность предлагаемого решения узла сопряжения ригелей с колонной железобетонного каркаса многоэтажных зданий для применения в сейсмических районах строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по проектированию каркасных промзданий для строительства в сейсмических районах. — М.: Стройиздат, 1984. — 292 с.
2. Быченков Ю. Д., Беспаев А. А. Напряженное состояние жестких узлов железобетонного каркаса многоэтажных зданий, возводимых в сейсмических районах // Тр. ин-та НИИЖБ (Стыки сборных железобетонных конструкций). — М.: Стройиздат, 1970. — С. 102—118.

УДК 624.074.6.012.45

В. В. ГАБРУСЕНКО, И. И. БУТВИЛОВСКИЙ, инженеры (Новосибирский филиал СКТБ Стройиндустрия); В. А. ЯКУШИН, Л. Н. ЗИКЕЕВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ); Л. Н. МЯСНИКОВ, инж. (Чебоксарский завод ЖБК-9)

Преднапряженные трехгранные опоры освещения

С 1977 г. введен в действие ГОСТ 21052—75 на центрифугированные опоры освещения и контактных сетей городского электрифицированного транспорта, производство которых, однако, не обеспечивается в требуемом объеме из-за нехватки технологического оборудования. Дефицит ликвидируется большей частью за счет вибрированных опор кустарной конструкции с недостаточно качественным внешним видом и повышенным расходом материалов, но доступных в изготовлении любому заводу ЖБИ.

Сложившееся положение требует создания конструкции, в наибольшей степени совмещающей эстетические достоинства центрифугированных и технологические достоинства вибрированных опор. Новосибирским филиалом СКТБ Стройиндустрия совместно с НИИЖБ разработаны чертежи опор освещения длиной 10 м, имеющих трехгранную форму с закругленными ребрами (рис.1).

Для сохранения хороших внешних пропорций наибольшие размеры поперечных сечений назначены равными соответствующим наружным диаметрам центрифугированных опор. Закругления скосов ребер имеют постоянную ширину и радиус по длине, поэтому при изготовлении форм можно использовать простые элементы из стандартных стальных труб.

Для удобства распалубки и выемки изделий из форм сопряжения закругленных и плоских поверхностей выполнены не по касательным, а под углом 30°. Ширина скосов ребер принята 100 мм и достаточна для подачи бетона при формовании изделий ребром вверх (тогда открытое ребро выполняют с плоским скосом).

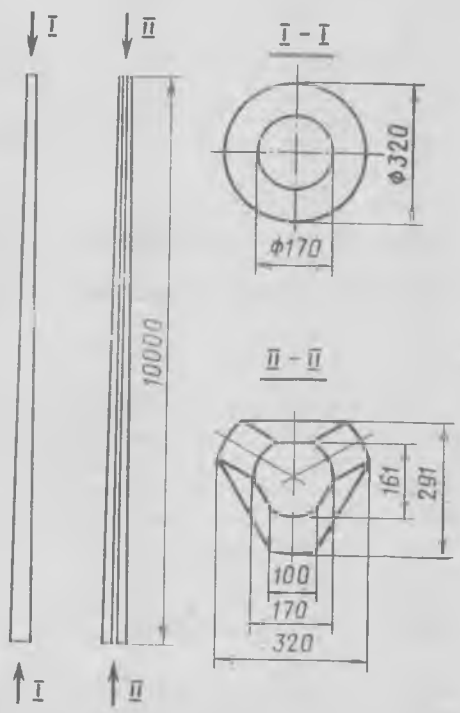


Рис. 1. Сравнительные габаритные размеры центрифугированных и трехгранных опор

На чертежах представлены опоры трех марок, имеющие одинаковые опалубочные размеры, с кабельной (СНВ 0,8—10) и воздушной подводкой питания (рядовые СНВ 1,2—10 и угловые СНВ 2,8—10).

Нагрузки на конструкции приняты по ГОСТ 21052—75. Ветровые нагрузки несколько увеличены с учетом более высокого аэродинамического сопротивления принятой формы сечения по сравнению с круглой.

Продольное армирование состоит из трех напрягаемых стержней стали классов А-IIв, А-IV или А-V. Поперечной арматурой служит спираль из обыкновенной проволоки класса Вр-1 диаметром 3 мм, а в тонком конце, где напряжения предварительного обжатия в бетоне возрастают, — отдельные хомуты из проволоки того же класса диаметром 5 мм. Для угловых опор, учитывая их небольшой выпуск и возможность изготовления в формах для рядовых опор, разработан дополнительный вариант армирования: напрягаемые стержни приняты того же диаметра, что и у рядовых опор, а вместо спирали использованы гнутые каркасы, продольные стержни которых восполняют недостающую часть несущей способности нормальных сечений.

Для пропуска проводов, питающих светильники опор СНВ 0,8-10, предусмотрены закладные пластмассовые трубки (типа ПХВ), один конец кото-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

рых выводится в верхний торец, а другой — на боковую поверхность в нижней части, где расположены закладные изделия для крепления кабельного ящика.

Эксплуатация конструкций допускается в условиях слабоагрессивной газовой среды при температуре воздуха до —40°С.

Имея сплошное сечение, трехгранные опоры обладают, естественно, повышенным расходом бетона по сравнению с центрифугированными. Однако в них используют бетон более низких марок, а расход стали (даже при арматуре класса А-IIIв) снижается в 1,5 ... 2 раза (см. таблицу).

Марка опор	Объем бетона	Марка бетона	Расход арматуры, кг
СЦ 0,8-10*	0,271	М300	42,9
СНВ 0,8-10	0,404	М250	28,4
СЦ 1,2-10*	0,296	М400	77,3
СНВ 1,2-10	0,410	М300	38,0
СНЦ 2,8-10*	0,291	М500	110,5
СНВ 2,8-10	0,410	М400	75,9

* Типовые опоры

Три образца опор марки СНВ 1,2-10 А-IIIв, изготовленных на заводе ЖБК-9 треста Чувашстройконструкция (г. Чебоксары), испытывали в горизонтальном положении с защемлением комлевой части в специальной раме. Через 2 м по длине под образцы укладывали подкладки с цилиндрическими катками. Нагрузку на вершину создавали ручной лебедкой с помощью троса с включенным в цепь динамометром грузоподъемностью 5000 Н и ценой деления 50 Н. Перемещения вершины и защемляющих упоров измеряли прогибомерами с ценой деления 0,01 мм.

Испытания дали положительные результаты по обеим группам предельных состояний. Во всех образцах трещины при контрольной нагрузке не появились, хотя допускалось их раскрытие до 0,15 мм. Прогибы вершин колебались от 1/82 до 1/93 вылета консоли, что меньше предельного значения 1/75. Начало текучести арматуры, проявившееся в интенсивном приращении прогибов и раскрытии трещин, было зафиксировано при нагрузках, в 1,5 раза превысивших расчетные. Однако довести до разрушения удалось лишь один образец (нагрузка достигла 1,74 расчетной). Испытания двух других пришлось прекратить из-за исчерпания свободной длины тягового троса при нагрузках, составивших 1,61 расчетной.

По результатам опытной проверки на заводе начато серийное производство конструкции (рис. 2) в двухместных силовых формах с групповым механическим натяжением арматуры из стали

Рис. 2. Общий вид изделий

класса А-IIIв. При формовании боковые грани, поверхности которых заглаживаются вручную, открыты. Изделия вынимают из форм за инвентарные петли с винтовыми штырями.

Расчеты, выполненные заводскими экономистами, показали, что в результате снижения расхода арматуры, упрощения технологии и экономии затрат на содержание оборудования на каждом изделии достигается экономический эффект в размере 7,3 р. На заводе параллельно существует и производство центрифугированных опор. Однако изношенное технологическое оборудование для них не обеспечивает в полной мере потребности Чувашского управления строительства.

Выводы

Преднапряженные трехгранные опоры освещения обладают удовлетворительными внешними качествами, просты в изготовлении и имеют низкий расход стали. Испытания опытных образцов дали положительные результаты по прочности, жесткости и трещиностойкости.

Конструкцию можно рекомендовать для внедрения на заводах стройиндустрии, не оснащенных оборудованием для производства центрифугированных опор или имеющих небольшой объем выпуска изделий, когда приобретение такого оборудования экономически нецелесообразно.

УДК 624.075.23:666.974:620.173

В. А. БЕЛИКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ);
И. Д. ЯВОРСКИЙ, инж. (Куйбышевский инженерно-строительный ин-т)

Внецентренно сжатые колонны из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением

В Куйбышевском инженерно-строительном институте совместно с НИИЖБ по договору с КТИ Минпромстроя СССР (Тула) исследовали возможность использования в строительстве высокопрочного мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением, на рядовых цементах и мелком песке. Применение такого бетона обусловливается отсутствием крупного качественного заполнителя в отдельных районах страны. Использование местного песка вместо дорогостоящего привозного крупного заполнителя позволит на 20 ... 30% снизить стоимость железобетонных конструкций, сократить объем перевозок. Одним из способов получения высокопрочного бетона является обработка бетонной смеси давлением во время твердения [1]. Мелкозернистый бетон, твердеющий под давлением, обладает повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью.

Однако применение его в несущих конструкциях сдерживается из-за недостаточной изученности.

В КуИСИ проводили кратковременные испытания на сжатие 20 колонн

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

размером 12×12×140 см из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением 3 МПа. Колонны армировали вязаными каркасами, используя в качестве рабочей арматуры стержни периодического профиля диаметрами 6, 8, 10 мм из стали класса А-III, в качестве поперечной — стержни из обыкновенной арматурной проволоки диаметром 5 мм из стали класса В-I. Предел текучести арматуры диаметром 6 мм равен 440 МПа, 8 мм — 436 МПа, 10 мм — 431 МПа.

Одновременно с колоннами испытывали призмы и кубы из обычного мелкозернистого бетона и мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением.

Колонны из песчаного бетона изготовляли на портландцементе активностью 48 МПа Жигулевского КСМ, волжском песке с $M_к = 0{,}97$. Расход материалов на 1 м³ бетона составил: цемента 660 кг, песка 1196 кг, воды 270 л. Бетон готовили в бетономешалке принудительного действия, уплотняли глубинным вибратором, после чего смесь подвергали всестороннему силовому обжатию в пресс-форме* в течение 8 ч. В результате действия давления прочность бетона увеличилась в 1,5 раза из-за снижения $B/Ц$ в результате удаления воды через фильтры формы и уменьшения размера пор, занятых воздухом. После извлечения из пресс-формы образцы твердели в естественных условиях под пленкой.

Призмы размером 10×10×40 см и колонны испытывали в возрасте 3 мес в соответствии с требованиями норм. Прочность кубов с ребром 10 см из обычного мелкозернистого бетона и твердеющего под давлением соответственно составила 29,9 и 50,6 МПа в возрасте 28 сут; 36,7 и 56,3 МПа в возрасте 3 мес. Призменная прочность составила соответственно 30,6 и 47,2 МПа, а коэффициент призменной прочности $R_{пр}/R$ — 0,83 и 0,84, что выше принятого в нормах на 15%. Средний начальный модуль упругости мелкозернистого бетона составил 18×$\times 10^{-3}$ МПа, а мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением, — 23,6×$\times 10^{-3}$МПа, что меньше нормативных значений для бетона на щебне на 35%.

Предельные деформации при сжатии мелкозернистого бетона равны $221 \cdot 10^{-5}$, что примерно соответствует предельным деформациям бетона на щебне; а предельные деформации мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением, равны $282 \cdot 10^{-5}$, т. е. выше на 28%. Призмы разрушались по наклонной трещине.

Таблица 1

Шифр колонн	μ, %	$e_0^{нач}$, см	f, мм	$E_б$, %	$E_а$, %	$N^{оп}$, кН
ОК-I-1,2	0,86	0,0	0,0	0,248	0,236	667
ОК-II-3,4	0,86	1,7	4,2	0,242	—0,023	438
ОК-IV-5,6	0,86	8,8	7,6	0,264	—0,289	126
ОК-V-7,8	0,86	12,0	10,1	0,330	—0,317	101
ОК-II-9,10	1,52	1,7	3,7	0,285	—0,070	496
ОК-III-11,12	1,52	4,0	6,4	0,306	—0,152	312
ОК-IV-13,14	1,52	8,8	10,3	0,279	—0,255	151
ОК-II-15,16	2,37	1,7	3,9	0,264	0,015	546
ОК-IV-17,18	2,37	8,8	7,6	0,380	—0,259	206
ОК-V-19,20	2,37	12,0	10,4	0,328	—0,310	165

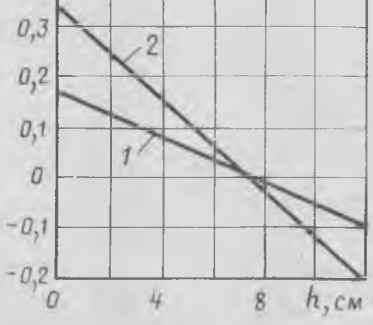
Таблица 2

Серия колонн	$e_0^{нач}$, см	$\frac{N^{оп}}{N_1^т}$	$\frac{N^{оп}}{N_2^т}$	$\frac{N^{оп}}{N_3^т}$
I	0,0	1,00	1,17	1,17
II	1,7	1,10	1,26	1,28
III	4,0	1,03	1,16	1,27
IV	8,8	0,83	0,95	0,96
V	12,0	0,75	0,88	0,87

Колонны испытывали на 200-тонном прессе ИПС-200 с помощью ножевых шарниров по методике ступенчатого нагружения НИИЖБ. Нагрузку прикладывали десятью равными ступенями с выдержкой на каждой по 15 мин. Во время испытаний измеряли деформации бетона в сжатой и растянутой зонах, деформации арматуры и прогибы колонн. Основные данные испытаний: коэффициент армирования, эксцентриситет приложения нагрузки, предельные прогибы, предельные деформации бетона и арматуры, опытная разрушающая нагрузка — приведены в табл. 1.

На рисунке построены средние эпюры деформаций бетона в сжатой зоне для колонн с эксцентриситетом 12 см, которые представляют прямую линию. Деформации растянутой арматуры находятся на продолжении этой прямой.

Расчет колонн на прочность проводили по методике СНиП II-21-75. В соответствии с опытными данными и ранее проведенными исследованиями [2, 3] при определении характеристики сжатой зоны бетона ξ_0 в формуле (31) приняли $a = 0{,}75$ в связи с пониженными неупругими свойствами данного бетона. Использовали три варианта расчета: в первых двух напряжение в растянутой или менее сжатой арматуре находили из выражения (41), а в третьем — по формуле (67). Призменную прочность в первом варианте принимали по опытным данным, а во втором и третьем — по формуле (12). При расчете учитывали влияние прогиба на несущую способность путем добавления его значения при разрушающей нагрузке к начальному эксцентриситету.



Эпюры деформаций по высоте сечения колонны серии V

1 — уровень нагрузки 80 кН; *2* — то же, 160 кН

В табл. 2 приведены средние значения отношений опытной и теоретической несущей способности образцов с различными эксцентриситетами. Расчет по первому варианту дал хорошее совпадение несущей способности образцов при эксцентриситетах 1, 7 и 4 см, при больших эксцентриситетах получено расхождение опытных и теоретических значений. Расчет по второму и третьему варианту свидетельствует о значительном превышении опытной призменной прочности при малых эксцентриситетах, при эксцентриситете 8,8 см получено удовлетворительное совпадение, при больших эксцентриситетах — большее расхождение опытных и теоретических значений, идущее не в запас прочности. При центральном сжатии расчет по первому варианту дал хорошее совпадение опытной и теоретической несущей способности, по второму и третьему варианту опытная несущая способность превышала теоретическую.

Выводы

Технология изготовления колонн для одноэтажных и многоэтажных зданий из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением, позволяет на 50 ... 60% повысить прочность бетона благодаря улучшению структуры бетона. Сжатые элементы из такого бетона можно рассчитывать по методике СНиП II-21-75 с введением при больших эксцентриситетах, превышающих 0,8 h_0, снижающего коэффициента 0,9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колонны из бетона, твердеющего под давлением / А. П. Васильев, Н. Г. Матков, Г. В. Мурашкин и др. // Бетон и железобетон. — 1983. — № 11. — С. 11—12.
2. Беликов В. А., Русанова Л. П., Пазюк Ю. В. Исследование прочностных и деформативных свойств мелкозернистого бетона и сжатых железобетонных элементов из него // Тр. ин-та / НИИЖБ. М.: Стройиздат, 1978. — Вып. 27. — С. 27—52.
3. Беликов В. А. Сжатые армированные элементы из мелкозернистого бетона // Бетон и железобетон. — 1980. — № 11. — С. 17—18.

* А. с. 799945 СССР, МКИ³ В 28 В 3/00. Пресс-форма для изготовления бетонных и железобетонных изделий / Г. В. Мурашкин (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1981. — № 4. — С. 43.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.024

И. Н. ТИХОНОВ, канд. техн. наук,
В. Ф. ЛИПЕЦКИЙ, инж. (Куйбышевский инженерно-строительный ин-т);
Н. П. АЛЕКСЕЕВ, А. И. БУДЫЛИН, инженеры (Чувашколхозстройобъединение)

Скатная крыша с безрулонной кровлей

В Куйбышевском инженерно-строительном институте разработана железобетонная скатная крыша с безрулонной кровлей, которая может быть использована при строительстве зданий различного назначения.

Конструкция такой крыши должна обеспечивать водонепроницаемость, морозостойкость и долговечность ее элементов. Повышенная степень трещиностойкости железобетона, способствующая выполнению этих требований, может быть достигнута различными конструктивными приемами, например, применением распорных конструкций в качестве водоотводящих и несущих элементов крыши.

Железобетонная скатная крыша с безрулонной кровлей состоит из железобетонных Λ-образных рам нижнего (первого) и верхнего (второго) яруса, стороны которых выполнены в виде лотка с ребрами вверх (рис. 1). В нижней части рамы предусмотрены поперечные опорные элементы и консольные участки. На ребра рам опираются железобетонные кровельные панели, имеющие на верхней лицевой поверхности ребра, образующие с нижней кромкой панели равнобедренный треугольник. Рамы нижнего яруса опираются на обвязочные балки наружных и внутренних стен. Рамы верхнего яруса уже рам нижнего яруса и опираются на их коньковые узлы. Все поперечные стыки индустриальной крыши перекрываются рамами и кровельными панелями верхнего яруса, а также коньковым элементом. Металлическая затяжка из двух стержней соединяет коньковые узлы рам нижнего яруса.

Распорная ярусная система Λ-образных рам выбрана с целью увеличения трещиностойкости водоотводящих элементов крыши, которыми служат наружные стороны рам-лотков. Для восприятия распора наружными стенами требуется сложное конструктивное решение. Поэтому для снижения горизонтальных усилий в опорных частях рам нижнего яруса предложена фиксация положения коньков рам нижнего яруса металлической затяжкой. При этом величина распорных усилий зависит от жесткости затяжки. Конструкция кровельных панелей с ребрами на лицевой поверхности, образующими с нижней кромкой панели равнобедренный треугольник, выбрана с целью увеличения их жесткости и обеспечения стока воды в лотки рам ярусной системы. Такое расположение ребер позволило дополнительно армировать крупногабаритные и тонкие элементы каркасами и бетонировать их в горизонтальных формах. Ребра заканчиваются в нижних углах панелей двумя приваренными к каркасам монтажными петлями, которые служат для распалубки, транспортировки и монтажа панелей.

Куйбышевским инженерно-строительным институтом совместно с Чувашколхозстройобъединением разработаны чертежи железобетонной скатной крыши с безрулонной кровлей для сельских жилых домов серии 17. Конструктивная схема дома —с тремя продольными несущими стенами пролетом 5250 мм. Размеры дома в плане 14400×10800 мм, высота крыши в коньке 2150 мм, ширина поперечного сечения рам-лотков нижнего яруса 1000 мм, верхнего — 800 мм, высота ребер рам — 100 мм, толщина дна лотка — 50 мм. Размер кровельных панелей 3200×2700 мм при толщине 50 мм и высоте треугольных ребер 60 мм. Проектная марка бетона М300. Для армирования рам-лотков и кровельных плит использована сталь класса А-III, конструктивно — В-1.

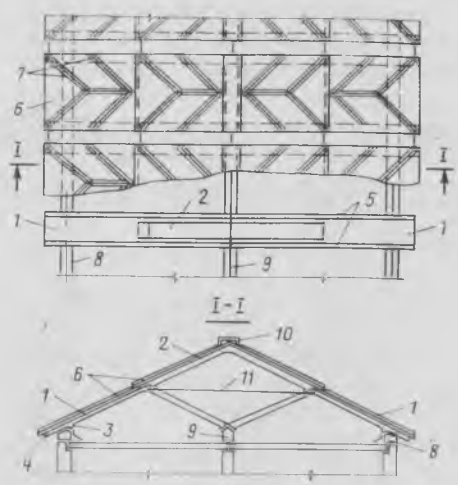


Рис. 1. Конструктивная схема скатной крыши с безрулонной кровлей

1 — рамы нижнего яруса; *2* — рамы верхнего яруса; *3* — опорный элемент рам; *4* — консольный участок рамы; *5* — ребра рам; *6* — кровельные панели; *7* — ребра панелей; *8* — обвязочные балки наружных стен; *9* — обвязочные балки внутренних стен; *10* — коньковый элемент; *11* — затяжка

В производственных условиях отработана технология выпуска железобетонных элементов и проведены стендовые испытания. С целью упрощения технологии рамы-лотки изготовляли на заводе из двух линейных частей, формуемых ребрами вниз. Рамы ярусной системы собирали на кондукторе соединением двух половинок закладными металлическими деталями, накладками и сваркой. Кровельные панели изготовляли в горизонтальных металлических формах лицевой поверхностью вниз.

Во время стендовых испытаний определяли характер работы ярусной системы рам-лотков под нагрузкой и оценивали жесткость и трещиностойкость железобетонных элементов индустриальной крыши.

Схема испытаний и методика загружения ярусной системы рам штучными грузами соответствовала реальным условиям. Для получения наиболее полной информации о характере работы отдельных элементов и участков ярусной системы рам использовали метод электротензометрирования. Показания тензодатчиков дублировали механическими тензометрами.

На рис. 2 приведены результаты испытаний ярусной системы рам-лотков. По показаниям тензодатчиков построены эпюры деформаций в характерных сечениях металлических соединительных пластин и бетона сторон рам нижнего и верхнего яруса в предельной стадии нагружения. На рис. 3 приведены графики деформирования металла стержней затяжки и двух анкерных стержней, фик-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

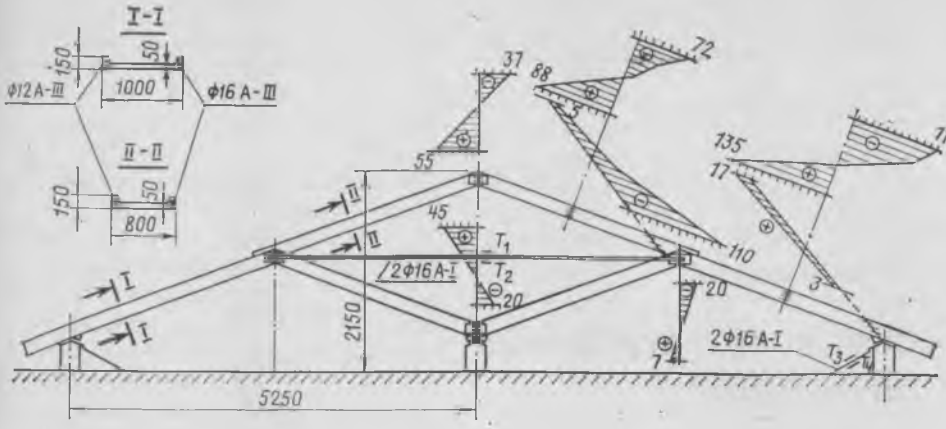


Рис. 2. Схема и результаты испытаний ярусной системы рам
Цифры на эпюрах — величины деформаций сжатия и растяжения (множитель 10^{-5} опущен)

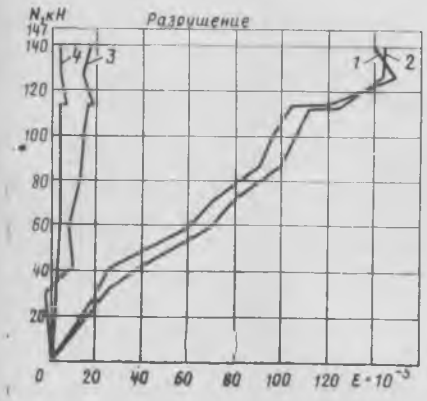


Рис. 3. Характер деформирования стержней затяжки и анкерных стержней опор в процессе нагружения
1 — T_1; 2 — T_2; 3 — T_3; 4 — T_4

сирующих местоположение крайних опорных элементов. Использование в конструкции ярусной системы рам затяжки, соединяющей коньковые узлы рам нижнего яруса, позволило значительно уменьшить распорные усилия, передаваемые на наружные стены здания (см. рис. 3). Этот вывод подтверждается также показаниями тензодатчиков (эпюры деформаций), расположенных в наклонных сечениях опорных зон рам верхнего и нижнего яруса (см. рис. 2). Результаты испытаний свидетельствуют о высокой степени трещиностойкости бетона рам-лотков. Первые трещины с шириной раскрытия 0,05 мм появились при нагрузке 0,86 разрушающей.

Испытания кровельных панелей с ребрами на лицевой поверхности свидетельствуют об их высокой надежности при всех видах нагрузок (распалубочных, транспортных, эксплуатационных).

Конструкция железобетонной скатной крыши с безрулонной кровлей проверена при строительстве и эксплуатации дома серии 17, построенного в Чувашколхозстройобъединении (рис. 4). Отработана технология массового изготовления элементов крыши на заводе. Крышу монтировали мобильным краном. При этом выбран оптимальный вариант сборки рам-лотков из отдельных половинок. Применение индустриальной безрулонной крыши вместо крыши с деревянными стропилами и шиферной кровлей позволяет сократить сроки строительства каждого дома на 12 сут. Уменьшается потребность в людских ресурсах, резко повышается производительность труда. Установлено, что построечные трудозатраты на возведение крыши жилого сельского дома серии 17 сокращаются в 5 раз.

Рис. 4. Жилой дом серии 17 с индустриальной скатной крышей

Выводы

Предложена конструкция железобетонной скатной крыши с безрулонной кровлей, которую можно использовать при строительстве зданий различного назначения.

Результаты стендовых испытаний элементов индустриальной крыши, а также строительство и эксплуатация крыши дома серии 17 для сельской местности показали ее высокую надежность.

Построечные трудозатраты на возведение индустриальной крыши по сравнению с традиционной с деревянными стропилами сокращаются в 5 раз.

На ВДНХ СССР

УДК 678.026.3:678.742.2

Монолитное полиэтиленовое гидрозащитное покрытие

На ВДНХ СССР в объединенном павильоне «Строительство» представлено монолитное полиэтиленовое гидрозащитное покрытие, предназначенное для защиты армопенобетонных труб диаметром 57...108 мм тепловых сетей в условиях бесканальной прокладки.

Такое покрытие имеет высокую температуру размягчения, длительное время сохраняет механические и гидрозащитные свойства.

Технологическая линия для получения покрытия на основе полиэтилена высокого давления состоит из приемного, подающего и выходного транспортеров, а также установки ПГИ-90 для нанесения полиэтилена. Последний в виде расплава подается на трубу через кольцевую экструзионную головку. Между трубой и полиэтиленом с помощью вентилятора создается разрежение 20... 30 мм вод. ст., что обеспечивает плотное облегание полиэтиленом изолируемой поверхности. Для снятия усадочных напряжений сразу же после нанесения покрытие подвергается водяному охлаждению. Толщина покрытия 2... 3 мм. Производительность линии 700 м в смену.

Внедрение полиэтиленового покрытия в условиях бесканальной прокладки позволило увеличить срок службы покрытия в 1,5 раза по сравнению с покрытием на основе битумных мастик. Экономический эффект составил 25 тыс. р. на 20 км труб.

Монолитное полиэтиленовое гидрозащитное покрытие можно применять в различных отраслях строительства.

Получить техническую документацию можно в Ленинградском ЦНТИ по адресу: 19011, Ленинград, Садовая ул., 2.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.973.2:539.376

А. П. КИРИЛЛОВ, д-р техн. наук, проф. (НИС Гидропроекта);
Э. Я. БАГРИЙ, канд. техн. наук,
В. Н. ЗАВЯЛОВ, инж. (Макеевский инженерно-строительный ин-т)

Деформации шлакопемзобетона при ступенчато изменяющихся режимах загружения

В практических расчетах бетонных и железобетонных конструкций с учетом длительных процессов широко используется одна из гипотез теории ползучести — принцип наложения воздействий. В подавляющем большинстве случаев этот принцип и оценку погрешностей в линейных и нелинейных областях неупругого деформирования использовали применительно к бетонам на тяжелых заполнителях [1].

Длительные деформации шлакопемзобетона при ступенчато изменяющихся напряжениях сжатия изучали в двух сериях опытов, отличавшихся составами, прочностными характеристиками, режимами загружения и относительными уровнями напряжений. Для изготовления опытных образцов (бетонных призм размером 10×10×40 см) использовали шлаковую пемзу Ждановского завода «Азовсталь». Ползучесть шлакопемзобетона при переменных режимах загружения исследовали на изолированных образцах естественного твердения. Некоторые данные об опытах серии I (шлакопемзобетон марки М 350) и результатах изучения ползучести при постоянных во времени напряжениях сжатия приведены в работе [2].

На рис. 1 для серии I и рис. 2 для серии II (шлакопемзобетон марки М 300) представлены усредненные по образцам-близнецам кривые относительных деформаций ползучести при ступенчато изменяющихся режимах загружения. Для образцов серии I были реализованы достаточно «жесткие» режимы ступенчато возрастающих и ступенчато уменьшающихся напряжений сжатия с последующим выдерживанием на достигнутом к моменту наблюдения ($t=46$ сут) уровне напряжений. С учетом старения бетона относительные уровни напряжений $\eta(\tau)=\dfrac{\sigma}{R_{пр}(\tau)}$ изменялись от 0,25 до 0,65. В образцах серии II создавали более «мягкие» режимы изменения напряжений, хотя и для некоторых из них относительные уровни напряжений сжатия на ступенях догрузки находились в традиционно нелинейной области (η достигал 0,69).

При теоретической обработке результатов длительного деформирования образцов обеих серий использовали нелинейную теорию упругоползучего тела с выражением для удельных относительных деформаций ползучести шлакопемзобетона

$$C(\sigma,t,\tau)=C_{л}(t,\tau)+\frac{F(\sigma)}{C_{н}(t,\tau)}. \quad (1)$$

Параметры и функции, входящие в выражения для линейной и нелинейной составляющих деформаций ползучести образцов, подбирали по результатам исследований ползучести бетона при постоянных во времени сжимающих напряжениях разных уровней на основе эффективных функций стареющего бетона [3].

Как видно из рис. 1, 2 (кривые *1*, *2*), для рассмотренных режимов загружения использование принципа наложения воздействий в традиционной форме даже при хорошем совпадении опытных и теоретических значений кривых удельных деформаций $C(\sigma, t, \tau)$ приводит к значительным погрешностям (до 60...70%). Особенно наглядно это проявилось для

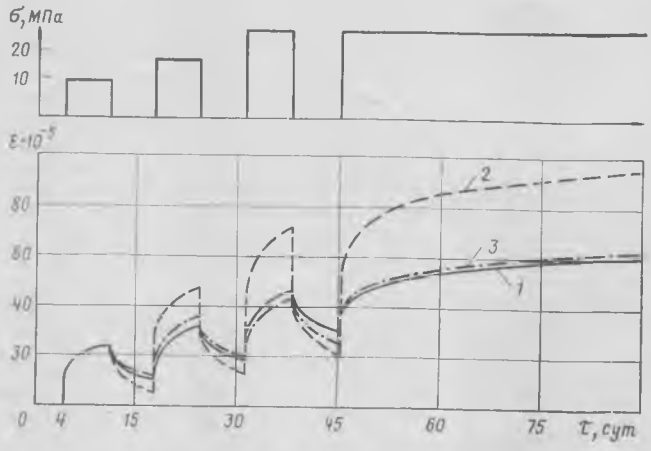


Рис. 1. Деформации шлакопемзобетона при ступенчато изменяющихся напряжениях сжатия (серия I)

1 — экспериментальная кривая деформаций; *2* — теоретическая кривая деформаций по принципу наложения воздействий; *3* — то же, не строго по принципу наложения воздействий

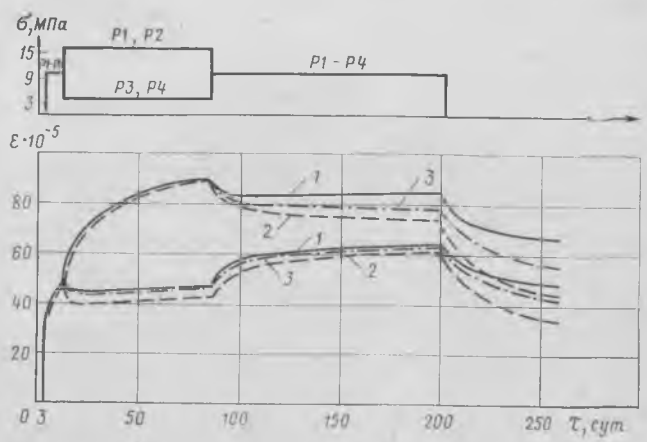


Рис. 2. Деформации шлакопемзобетона при ступенчато изменяющихся напряжениях сжатия (серия II)

Условные обозначения см. по рис. 1

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

образцов серии I, для которых принцип наложения воздействий значительно преувеличивает эффекты догрузок и разгрузок [1]. Для образцов серии II эти отклонения оказались меньше, так как были меньше и сами приращения относительных уровней напряжений на ступенях догрузок и разгрузок. Но и для них эффект окончательной разгрузки ко времени $t=202$ сут также оказался преувеличенным.

Для лучшего соответствия опытных и теоретических относительных деформаций ползучести использовали раздельный учет линейных и нелинейных составляющих удельных деформаций ползучести по выражению (1). В общем случае приращение относительных деформаций ползучести, вызванное приращением напряжений $\Delta\sigma_i=\sigma_{i+1}-\sigma_i$, определяли по формуле

$$\Delta\varepsilon_n(t,\tau_i)=\Delta\sigma_i\,[C_л(t,\tau_i)+F(\Delta\sigma_i)\,C_н(t,\tau_i)]. \qquad (2)$$

При этом линейную составляющую деформаций ползучести учитывали строго по принципу наложения воздействий, а нелинейную [второе слагаемое выражения (2)] — только на этапах догрузки ($\Delta\sigma_i>0$) и вообще не учитывали на этапах разгрузки, т. е. принимали полностью необратимой.

При таком модифицированном учете линейных и нелинейных составляющих деформаций ползучести стареющего шлакопемзобетона получено удовлетворительное совпадение опытных и теоретических значений для всех образцов (кривые *1*, *3*). Особенно наглядно это проявилось для «жестких» режимов серии I. Более точный учет особенностей процесса развития нелинейных деформаций ползучести [1, 4] позволил несколько улучшить соответствие опытных и теоретических значений относительных деформаций, однако несколько усложнил форму записи.

Выводы

Экспериментально-теоретическими исследованиями длительных деформаций шлакопемзобетона при переменных режимах загружения установлено, что использование принципа наложения воздействий существенно преувеличивает эффект догрузок и разгрузок, причем тем больше, чем больше ступени изменений относительного уровня напряжений.

При раздельном учете линейной и нелинейной составляющих деформаций ползучести получено удовлетворительное соответствие экспериментальных и теоретических значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнян Н. Х., Александровский С. В. Современное состояние развития теории ползучести бетона // Ползучесть и усадка бетона и железобетонных конструкций (по материалам Второго Всесоюзного совещания по проблемам ползучести и усадки бетона). — М.: Стройиздат, 1976. — 352 с.
2. Багрий Э. Я., Завялов В. Н., Кузьменко Ю. В. Нелинейная ползучесть бетонов на шлаковой пемзе // Бетон и железобетон. — 1984. — № 2. — С. 24—25.
3. Александровский С. В. О наследственных функциях теории ползучести стареющего бетона // Ползучесть строительных материалов и конструкций. — М.: Стройиздат, 1964. — 274 с.
4. Александровский С. В., Соломонов В. В. Ползучесть бетона при переменных во времени напряжениях сжатия, достигающих высокого уровня // Проблемы ползучести и усадки бетона: Материалы Второго Всесоюзного совещания. — М.: Стройиздат, 1974. — 327 с.

УДК 666.972:693.542

О. М. СОКОЛОВ, канд. хим. наук, Г. А. ЕВСЕЕВ, канд. техн. наук,
А. Б. СЕРГЕЕВ, Т. А. КУРИНА, инженеры

Пластифицирующая добавка в бетоны ЛСТ-П

Из пластифицирующих добавок в бетоны широко применяются лигносульфонаты технические — ЛСТ (ранее называвшаяся СДБ). Однако ее применение не всегда достаточно эффективно, по своим свойствам она уступает полимерным добавкам.

В последние годы широкое распространение получила модификация ЛСТ [1—3]. На одном из комбинатов строительных конструкций и материалов совместно с Архангельским лесотехническим институтом разработана и применена новая пластифицирующая добавка ЛСТ-П в бетоны. Изучено влияние этой добавки на физико-механические свойства бетонов.

Было проведено сравнение показателей новой добавки ЛСТ-П, ЛСТ и модифицированной добавки на основе ЛСТ, так называемой КБМ, полученной по технологии, приведенной в ТУ 69 УССР 71-82. Сырьем для ее производства является ЛСТ, фракционированная гидратом окиси кальция с последующей обработкой натриевыми солями щелочных металлов.

Целесообразность и эффективность применения добавок на комбинате изучали на составах для изготовления железобетонных изделий. Для опытов использовали быстротвердеющий портландцемент марки 400, песок кварцевый $M_{кр}=2{,}1$, щебень гранитный фракции 5...20 мм.

Рис. 1. Зависимость прочности бетона на сжатие после ТВО от количества вводимой добавки в составы одинаковой удобоукладываемости

1 — ЛСТ; *2* — ЛСТ-П

Бетонные смеси изготовляли при одинаковом составе и при постоянной удобоукладываемости. Кубиковую прочность определяли на образцах-кубах с ребром 10 см.

Введение в бетонную смесь одинаковой удобоукладываемости добавок ЛСТ и ЛСТ-П показало следующее. У бетонов с добавкой ЛСТ в количестве 0,15% массы цемента происходит быстрое снижение прочности после тепловлажностной обработки (ТВО), тогда как у бетонов с ЛСТ-П аналогичное понижение прочности после ТВО начинается только при увеличении добавки до 0,25% массы цемента (рис. 1).

Лабораторные испытания показали, что ЛСТ-П может вводиться в количе-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 2. Зависимость прочности бетона на сжатие после ТВО от количества добавки в составах одинаковой удобоукладываемости
1 — ЛСТ-П; *2* — КБМ

Рис. 3. Зависимость прочности бетонов на сжатие после твердения в нормальных условиях 28 сут от количества добавки в составах одинаковой удобоукладываемости
1 — ЛСТ-П; *2* — КБМ

стве до 0,3% массы цемента без потери прочности бетоном после пропаривания (рис. 2). Прочность бетона в возрасте 28 сут при нормальном хранении не снижается при введении добавки в количестве до 0,4% массы цемента (рис. 3).

Для составов с КБМ количество добавки может быть увеличено до 0,5% массы цемента при твердении бетона 28 сут в нормальных условиях. Прочность бетона после ТВО не снижается при введении добавки в количестве 0,4% массы цемента.

При формовании бетонов с одинаковым В/Ц было установлено, что введение повышенного количества ЛСТ-П позволяет получить смесь с подвижностью 16...18 см без потери прочности, а с ЛСТ — не более 12 см (табл. 1).

Обобщенные результаты лабораторного формования приведены в табл. 2 для составов постоянного В/Ц с добавками ЛСТ-П и КБМ.

Бетоны с добавкой КБМ имеют хороший пластифицирующий эффект при одновременном увеличении марочной прочности. При введении 0,4% КБМ была получена литая смесь с осадкой конуса 21 см, при этом прочность бетона при нормальном хранении получена на 6,4 МПа выше, чем у бетона без добавки.

Испытания бетонных смесей и бетонов с различной дозировкой ЛСТ-П показали, что этот модификатор обладает повышенным разжижающим действием,

Таблица 1

№ состава	Количество добавки, % от массы цемента и вид	Осадка конуса, см	Прочность бетона на сжатие, МПа
1	—	6	23,0/18,0
2	0,1 ЛСТ	7	25,8/20,1
3	0,2 ЛСТ	11	26,5/17,8
4	0,3 ЛСТ	18	26,9/16,1
5	0,1 ЛСТ-П	7	23,4/18,4
6	0,2 ЛСТ-П	12	25,1/20,6
7	0,3 ЛСТ-П	17	26,1/18,1

Примечание. Перед чертой — после 28 сут хранения без пропаривания; после черты — после пропаривания. В/Ц=0,45.

Таблица 2

№ состава	Количество добавки, % от массы цемента и вид	Осадка конуса, см	Прочность бетона на сжатие, МПа
1	—	6	29,3/21,9
2	0,2 КБМ	19	31,9/22,4
3	0,3 КБМ	21	35,7/22,0
4	0,4 КБМ	23	34,3/21,8
5	0,15 ЛСТ-П	9	30,8/22,7
6	0,25 ЛСТ-П	18	32,2/22,1
7	0,30 ЛСТ-П	18	31,9/21,3

Примечание. Перед чертой — после 28 сут хранения без пропаривания; после черты — после пропаривания. В/Ц=0,45.

увеличивает осадку конуса с 6 до 18 см при введении 0,25...0,3% добавки. При этом прочность пропаренного бетона не ниже прочности бетона без добавки.

На комбинате строительных конструкций и материалов были проведены производственные испытания бетонов с добавкой ЛСТ-П. В бетонную смесь, применяемую для формования свай М300, вводили ЛСТ-П в количестве 0,25% массы цемента, в результате была получена литая смесь с осадкой конуса 17 см. После пропаривания прочность бетона на сжатие составила 30,4 МПа. Испытания показали возможность уменьшения длительности виброуплотнения, ускорения укладки бетонной смеси.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что модифицированная пластифицирующая добавка ЛСТ-П хотя и уступает полученной ранее КБМ, но может быть применена в пропариваемых бетонных смесях вместо широко применяемой ЛСТ, так как эффективней последней. Кроме того, метод модификации добавки прост, сырье не дефицитно, ее производство осуществлено на Архангельском и Котласском ЦБК.

Вывод

Применение пластификатора ЛСТ-П эффективно для пропариваемых бетонов, в которых добавка дает стабильное повышение прочности бетона при сохранении подвижности смеси; или при сохранении требуемой прочности позволяет получить литые смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификация пластифицирующих добавок на эффект их действия / Ф. М. Иванов, В. Н. Батраков, В. М. Москвин и др. // Бетон и железобетон. — 1981.— № 4. — С. 33.
2. Новый суперпластификатор для бетона / И. М. Грушко, Э. В. Дегтярева, Г. Н. Соболь и др. // Бетон и железобетон. — 1983. — № 8. — С. 27—28.
3. Новые пластифицирующие добавки к цементу и бетону / Г. М. Тарнаруцкий, Ю. С. Малинин, Н. В. Грибанова и др. // Цемент. — 1980. — № 9. — С. 13—15

УДК 539.375/6

А. В. САКВАРЕЛИДЗЕ, канд. техн. наук (ИСМиС АН ГССР)

Прочностные и деформационные свойства сталефибробетона

Для установления прочности и деформационных характеристик сталефибробетона при сжатии, растяжении и кручении проведены их кратковременные и длительные испытания. Параллельно испытывали образцы из сталефибробетона и из неармированной матрицы. Все они были изготовлены из мелкозернистого бетона состава 1:2 (по массе) при В/Ц=0,45; песок кварцевый речной, крупностью до 5 мм; портландцемент марки 450.

Для фибробетонных смесей применяли стальные волокна диаметром 0,4 и длиной 40 мм с боковой профилированной поверхностью. Объем армирования — 2%, волокна вводили в готовую смесь.

Для испытаний изготовляли образцы различных форм и размеров — на сжатие — призмы 40×40×160 мм (кратковременные опыты) и 70×70×280 мм (длительные опыты); на растяжение — плоские «восьмерки» толщиной 50 мм

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

и общей длиной 530 мм, шириной рабочей части 70 мм; на кручение — сплошные цилиндры диаметром 70 и общей длиной 610 мм.

Затем образцы выдерживали 28 сут в камере нормального твердения при $T=20\pm1$°С и относительной влажности воздуха не менее 98%. Перед испытанием влажность образцов была примерно одинаковой и в среднем равнялась $W=4{,}7\%$ массы. Часть образцов перед испытанием высушивали до постоянной массы при $T=105$°С.

Кратковременные опыты проводили на универсальной установке «*Instron* — 1115» при 5 уровнях скоростей деформаций, отличающихся друг от друга на порядок.

Для каждого вида нагрузки выполняли по 4 серии экспериментов: в I и II с влажными и сухими образцами из бетона; в III и IV — с аналогичными образцами из фибробетона. При этом устанавливали показатели прочности, деформаций, модулей упругости и сдвига, вычисляли коэффициент Пуассона[1]. Результаты приведены в табл. 1.

Длительные испытания проводились на специальных установках — по 12 образцов на каждый вид нагрузки. Каждая установка имела автономную систему приложения нагрузки и камеру, обеспечивающую заданный влажностный режим.

Длительные опыты при температуре воздуха $T=20\pm1$°С и влажности среды не менее 98% проводили по следующей схеме: образцы в возрасте 28 сут изолировали и загружали в камеры, где влагообмен между образцами и средой отсутствовал. После приложения нагрузки наблюдение за длительными деформациями осуществлялось 180 сут, затем образцы разгружали и в течение 20 сут вели наблюдения за обратными деформациями.

Для выявления области линейного деформирования материала образцы испытывали при различных уровнях разрушающего напряжения, которое для бетона и фибробетона соответственно составляло: при сжатии 31,2 МПа и 42,5 МПа; при растяжении 3,55 МПа и 8,24 МПа; при кручении 4,55 МПа и 11,6 МПа.

Для каждого вида нагружения проводили по две серии экспериментов — в одной испытывали образцы из неармированной матрицы, в другой — образцы из сталефибробетона. Во всех сериях на каждом уровне приложенной нагрузки испытывали по 4 образца-близнеца. Устанавливали показатели удельных деформаций при нагрузке и разгрузке, ползучести и обратимой ползучести. Усредненные показатели приведены в табл. 2.

Таблица 1

Вид испытаний	Влажность образцов, %	Прочность образцов, МПа	Относительная деформация, 10^{-6}	Модуль упругости сдвига $(E, G)\cdot10^4$ МПа
I	4,7	31,2—37,0	1440—1390	2,48—2,92
	4,7	42,5—50,6	1660—1630	2,72—3,24
	0	32,5—38,0	1400—1360	2,5—3,0
	0	41,2—47,5	1540—1520	2,75—3,25
II	4,7	2,8—3,55	124—120	2,45—2,98
	4,7	6,5—8,24	252—246	2,7—3,26
	0	3,0—3,5	118—115	2,6—3,0
	0	6,5—8,0	250—241	2,71—3,24
III	4,7	3,86—4,55	390—373	1,03—1,22
	4,7	9,5—11,6	890—860	1,13—1,35
	0	4,0—4,75	384—374	1,06—1,26
	0	9,2—11,1	870—854	1,09—1,3

Примечание. I — сжатие, скорость деформаций $4{,}2\cdot10^{-7}$—$4{,}2\cdot10^{-3}$ 1/С; II — растяжение, скорость деформаций $2{,}13\cdot10^{-7}$—$2{,}13\cdot10^{-3}$ 1/С; III — кручение, скорость деформаций $0{,}56\cdot10^{-7}$—$0{,}56\cdot10^{-3}$ 1/С. Над чертой — бетон; под чертой — фибробетон.

Таблица 2

Вид испытаний	Вид образца	Уровень напряжения от $\sigma_{разр}$	Удельные деформации, 10^{-6} МПа$^{-1}$: нагрузка	ползучесть за 180 сут	разгрузка	обратимая ползучесть
I	Бетон	0,3—0,4	34,1	66	33,5	14,6
		0,5	35,0	71,1	35,1	14,7
		0,6	36,1	74,4	35,8	15,0
		0,7	36,5	82,8	36,6	15,3
		0,8	40,0	91,7	41,0	15,8
		0,9	41,1	110,4	42,0	18,0
	Фибробетон	0,3—0,4	31,5	40,0	30,0	9,2
		0,5	32,5	44,0	32,0	9,2
		0,6	33,5	46,0	33,0	9,3
		0,7	33,8	51,0	34,0	9,4
		0,8	37,0	57,4	36,0	9,5
		0,9	38,0	72,0	37,0	11,0
II	Бетон	0,3; 0,5; 0,8	33,5	70,5	33,2	19,2
	Фибробетон	0,3; 0,5; 0,8	31,5	43,0	30,1	9,5
III	Бетон	0,3; 0,5; 0,8	82,0	162,0	80,0	49,8
	Фибробетон	0,3; 0,5; 0,8	74,1	96,0	63,9	20,8

Примечание. I — сжатие; II — растяжение; III — кручение.

Таблица 3

Вид испытаний	Удельная ползучесть, 10^{-6}, за время наблюдения, сут: 2	5	10	20	30	40	60	90	120	180
I	11,0	22,0	30,0	38,0	44,0	48,0	52,0	57,0	61,0	66,0
	5,5	13,5	18,0	23,0	26,0	28,5	31,5	34,5	36,5	40,0
II	11,0	22,9	32,5	41,5	48,5	51,5	56,5	61,5	64,5	70,5
	6,0	14,0	20,0	25,0	28,0	30,5	34,0	37,0	39,5	43,0
III	32,0	60,0	80,0	100,0	110,0	118,0	130,0	142,0	150,0	162,0
	8,0	22,0	38,0	53,4	59,6	66,4	74,0	82,5	89,0	96,0

Примечание. I — сжатие; II — растяжение; III — кручение. Над чертой — бетон; под чертой — фибробетон.

Из табл. 2 видно, что при сжатии ползучесть линейна до напряжения $\sigma\leqslant0{,}4\sigma_{разр}$. При растяжении и кручении ползучесть линейна на всем диапазоне изменения σ. Показатели линейной ползучести образцов в зависимости от времени наблюдения даны в табл. 3.

Величины ползучести и обратимой ползучести в табл. 2 и 3 даны без учета мгновенных деформаций.

Выводы

Дисперсное армирование (2% объема) увеличивает прочность бетона при сжатии, растяжении и кручении соответственно в 1,37; 2,32 и 2,55 раза.

При испытаниях с увеличением скоростей деформаций на 4 порядка прочность фибробетона при сжатии, растяжении и кручении возрастает соответственно на 19, 27 и 22%.

Величины модулей упругости и сдвига фибробетона увеличиваются по сравнению с неармированной матрицей в среднем при сжатии — растяжении на 20%, а при кручении на 11%. Для сталефибробетона $E=3{,}25\cdot10^4$ МПа; $G=1{,}35\cdot10^4$ МПа. Коэффициент Пуассона бетона $\nu=0{,}22$, а фибробетона $\nu=0{,}21$.

Эксперименты на сжатие показали, что при напряжениях $\sigma\leqslant0{,}4\sigma_{разр}$ ползучесть линейна. После $\sigma>0{,}4\sigma_{разр}$ проявляется нелинейность. При растяжении и кручении ползучесть линейна. По сравнению с обычным бетоном удельная ползучесть сталефибробетона меньше в среднем в 1,65 раза.

[1] Ильюшин А. А., Ленский В. С. Сопротивление материалов. — М.: Физматгиз, 1959. — 371 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:666.973.6:693.546.5

Г. Я. КУННОС, д-р техн. наук, проф., А. Е. ТЕРЕНТЬЕВ, канд. техн. наук (Рижский политехнический ин-т); А. В. ДОМБРОВСКИЙ, Н. П. САЖНЕВ, кандидаты техн. наук, Ю. Я. НОВАКОВ, инж. (НИПИсиликатобетон, Таллин)

Теория и практика ударного формования газобетонных массивов

Около четверти века тому назад коллективом сотрудников ВНИИСТРОМа, ВНИИЖелезобетона, МИСИ, ВЗИСИ и РПИ было предложено использовать свойство тиксотропии, присущее ячеистобетонным смесям на стадиях их приготовления и вспучивания. Была разработана вибрационная технология изготовления ячеистобетонных изделий, по которой до последнего времени выпускали примерно 25% всей продукции.

Однако отставание в разработке эффективного и экономичного оборудования, особенно вибросмесителей, явилось препятствием для дальнейшего расширения производства изделий по вибрационной технологии и использования ее преимуществ — возможности применения смесей на смешанном цементно-известковом вяжущем с водотвердым отношением В/Т=0,32...0,34. Поэтому усилия исследователей и производственников были направлены на изыскание других динамических способов формования изделий.

В последнее время разработаны и внедрены ударный и ударно-колебательный способы формования ячеистобетонных массивов. Первый осуществляется на установках с вертикально направленными периодическими ударами[1], второй — на установках с горизонтальным перемещением форм [1]. Основным их преимуществом является экономия электроэнергии при формовании изделий, которая составляет соответственно 0,074 и 0,04 кВт/м³ газобетона, тогда как при вибровспучивании — 0,61 кВт/м³ [2]. Ударный способ внедрен на 8 заводах, их общая производительность 0,65 млн. м³/год, т. е. более 10% всего объема ячеистого бетона. По ударно-колебательному способу производятся армированные изделия на заводе ПО «Вагажи» ЛатвССР, где в 1984 г. изготовлено 55,5 тыс. м³ стеновых панелей. Эти способы начинают вытеснять вибрационное производство ячеистых бетонов.

В таблице приведены результаты сравнительных испытаний газобетонных массивов, изготовленных тремя способами формования. Данные показывают преимущества ударного способа перед вибрационным и литьевым в отношении прочности и однородности, плотности и прочности материала в массиве. По сравнению с литьевым можно на 25% уменьшить расход цемента и на 1,0...1,5 ч сократить время набора сырцом пластической прочности, необходимой для транспортирования массива на стол резательной машины. Результаты завода ПО Сморгоньсиликатобетон превышают результаты опытного завода НИПИсиликатобетон: коэффициент конструктивного качества в первом случае достигает 17,0 [3]. Оценка качества ячеистой структуры бетона, полученного по ударной технологии, показывает, что оно находится на одном уровне со структурой бетона фирмы «Сипорекс». Получаемая структура равномерна, без расслоений и трещин. Например, относительное число ячеек с дефектными стенками межпорового материала в бетоне «Сипорекс» равно 7,0, в бетоне, полученном по ударной технолгии — 6,0, а в изготовленном по вибротехнологии — 14,2 [4]. Показатель изотропности и бездефектности ячеистой структуры бетона (K_6), изготовленного по ударной технологии, равен 0,66, а средняя величина K_6 испытанного нами бетона «Сипорекс» — 0,64.

Промышленное внедрение ударной технологии на ряде заводов показало ее технико-экономические преимущества. Экономический эффект составляет 1,2...1,7 р/м³.

Однако для получения столь высоких показателей, приведенных в таблице, необходимо выполнить многочисленные трудоемкие опыты, требующие для выявления оптимальных режимных параметров (частот ударов и высоты падения стола) длительного времени. Поэтому возникла насущная необходимость в разработке инженерного метода расчета технологических параметров, основывающегося на закономерностях волновых процессов во вспучивающейся упруговязкой (ВУВ) среде, обладающей тиксотропией. Эта среда (газобетонная смесь) аппроксимировалась новой реологической моделью, содержащей элемент давления газа. Реологические характеристики во время вспучивания и начального структурообразования определены по методу объемного одноосного (компрессионного) напряженно-деформируемого состояния, соответствующего технологическим условиям (вертикальным ударам).

В результате аналитического решения задачи распространения волн при вертикальном ударном формовании в ВУВ тиксотропной среде получены формулы для определения напряжений, деформаций, перемещений, скорости и ускорения частиц среды. При этом оценен вклад вспучивания и тиксотропного разжижения; коэффициент разжижения определялся по измерению коэффициента затухания собственных колебаний смеси, возникающих и затухающих в период времени между ударами. Для практического использования аналитического решения и проведения численных экспериментов составлен комплекс программ для ЭВМ системы ЕС на языке FORTPAN-IV [5, 6]. На рис. 1 видно, что при колебаниях смесь подвергается растяжению с полной компенсацией гидростатического сжатия (прямая), причем при малых амплитудах удара максимальные растягивающие напряжения

[1] А. с. 669588 СССР, MKI. B28 B 1/50. Способ изготовления изделий ячеистобетонной смеси / К. Э. Горяйнов, А. В. Домбровский, Н. П. Сажнев и др. (СССР) // Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. — 1979. — № 23. — С. 189.

Показатель и единица измерения	Ударное формование*	Ударное формование**	Вибрационное формование**	Литьевое формование**
Расход цемента, %	15	15	16	20
Расход известково-песчаной смеси, %	85	85	84	80
В/Т	0,37...0,39	0,38...0,40	0,38...0,40	0,46...0,47
Подвижность по Суттарду, см	11...13	12,5...14,0	12...14	23...25
Плотность, кг/м³	630...650	540...570	570...680	615...638
Прочность на сжатие, МПа	6,6...7,2	4,0...4,9	4,4...5,1	4,3...5,1
Коэффициенты вариации в массиве:				
по плотности	0,02...0,03	0,08...0,04	0,04...0,06	0,03...0,04
по прочности	0,11...0,13	0,10...0,13	0,12...0,17	0,15...0,18
Пластическая прочность сырца на 60 мин от затворения, кПа	—	29,0...39,0	26,0...37,5	16,0...18,5
Коэффициент конструктивного качества, Па·м⁶/кг²	16,7...17,0	13,7...15,3	11,5...13,6	11,0...13,5

* Данные ПО Сморгоньсиликатобетон, размеры массивов 6,0×2,75×0,5 м и 6,4×1,2×0,6 м.
** Данные опытного завода НИПИсиликатобетон, размеры массивов 6,0×1,2×0,6 м.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

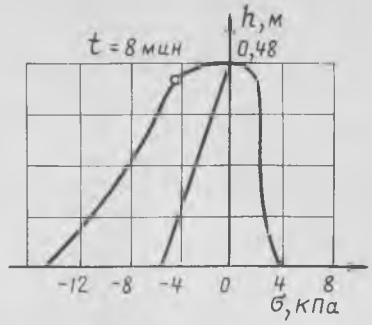
Рис. 1. Эпюры максимальных сжимающих ($\sigma<0$) и растягивающих ($\sigma>0$) напряжений по высоте (h) слоя массива

испытывают верхние слои, при значительных амплитудах — нижние.

На рис. 2 показано изменение во времени при формовании максимальных сжимающих напряжений на уровне точки «1» вблизи поверхности, отмеченной на эпюре напряжений (см. рис. 1), для разных высот падения формы A ($A_1 < A_2 < ... < A_6$).

При расчете режима ударного формования газобетона основывались на следующих технологических концепциях. Потеря несущей способности смеси при нагружении сжатием происходит у поверхности, при этом газовые поры разрушаются, газ выходит наружу. В глубине массива при прохождении волн напряжений поры испытывают всестороннее сжатие, при котором разрушение и выход газа наружу маловероятны. Поэтому можно предполагать, что ударный режим не приведет к разрушению материала, если сжимающие напряжения у поверхности смеси (на уровне точки, отмеченной на рис. 1) не превышают предела ее несущей способности в течение всего времени формования.

Амплитудный режим формования A (рис. 3) определен из графика (см. рис. 2), на котором кривая несущей способности смеси P ограничивает допустимую высоту падения формы для всего процесса формования [6]. Период между ударными циклами определяется временем затухания колебаний и временем заданного частичного восстановления вязкости после тиксотропного разжижения. Пауза между ударами необходима, чтобы восстанавливающаяся после тиксотропного разжижения вязкость смеси блокировала всплытие пузырьков, приводящее к газовыделению с поверхности, а также затормозила их объемное расширение, что при непрерывном увеличении внутреннего давления газа в пузырьках ведет к уплотнению межпоровых стенок.



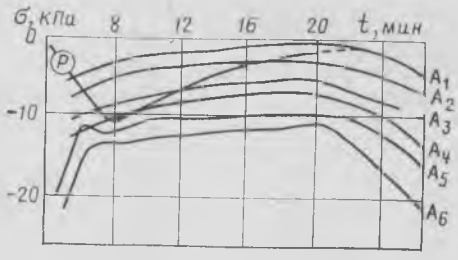


Рис. 2. Максимальные сжимающие напряжения у поверхности массива

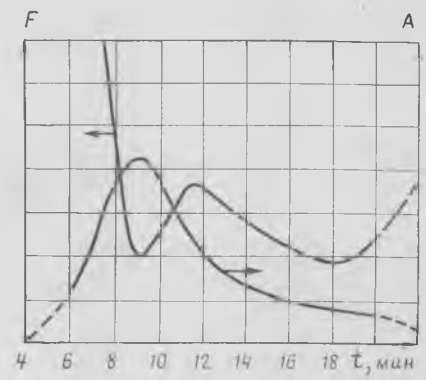


Рис. 3. Амплитудно-частотный режим ударного формования

Установлено, что между высотой падения формы и частотой ударных воздействий существует взаимное соответствие во время формования, что позволило по выбранному амплитудному режиму формования A найти соответствующий частотный режим формования F массивов газобетона высотой 0,6 м состава, характерного для ударной технологии формования.

Теоретически рассчитанные режимы ударного формования газобетонных массивов обеспечили существенное повышение качества готового материала. Его плотность понижается в среднем на 8...12% при одновременном повышении прочности в среднем на 10...15%, что означает увеличение коэффициента конструктивного качества примерно в 1,4 раза (по сравнению с величинами, полученными экспериментально при заводских режимах). Это можно объяснить улучшением качества макроструктуры и уплотнением упаковок пор в материале.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курносов Э. А., Дубин Е. М. Ударно-колебательная технология и оборудование для изготовления газобетонных изделий: Информ. листок ОНТД. — Рига: Латинформ, 1983. — 3 с.
2. Козлов Н. П., Курносов Э. А., Дубин Е. М. Производство газобетонных изделий // Бетон и железобетон. — 1986. — № 4. — С. 14.
3. Сборник материалов и информаций постоянной комиссии СЭВ по сотрудничеству в области строительства. — М., 1983. — № 2 (73). — С. 15.
4. Исследование макро- и микроструктуры ячеистого бетона, полученного по ударной технологии / К. Э. Горяйнов, А. В. Домбровский, Г. Ф. Грюнер, Н. П. Сажнев // Производство и применение силикатных бетонов. — Таллин: НИПИсиликатобетон, 1981. — С. 31—41.
5. Терентьев А. Е. Исследование волновых процессов ударной технологии формования газобетона // Реология бетонных смесей и ее технологические задачи: Тез. докл. IV Всесоюзного симпозиума. — Юрмала, 1982. — С. 375—378.
6. Терентьев А. Е. Волновые процессы во вспучивающейся упруговязкой среде при вертикальных ударных воздействиях: Автореф. дис... канд. техн. наук. — Рига, 1984. — 20 с.

УДК 624.012.45:691-4:697.9

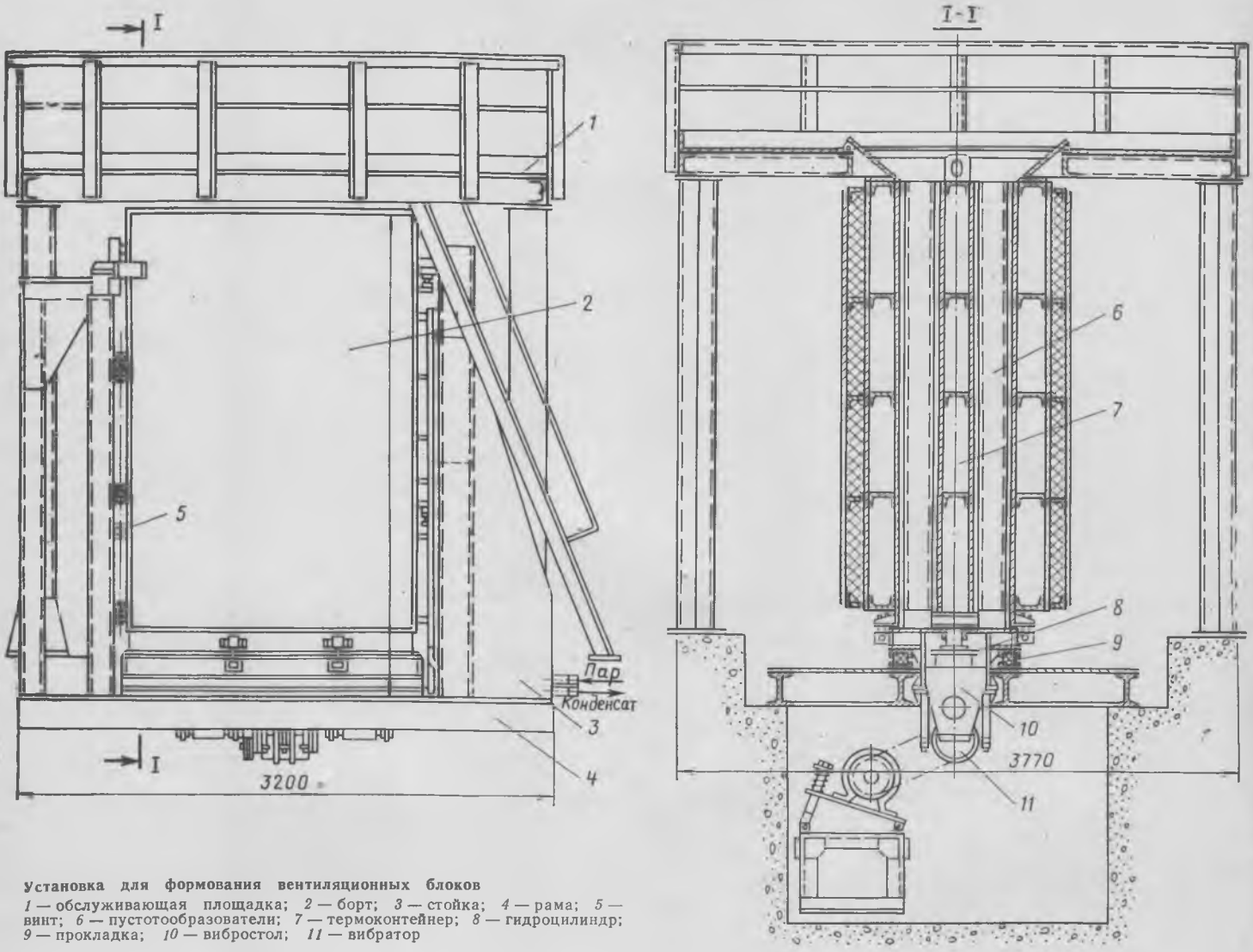
Установка для формования вентиляционных блоков

Существующая технология изготовления вентиляционных блоков в горизонтально расположенной опалубке не обеспечивала необходимое качество поверхности, требовала значительных затрат ручного труда и большой производственной площади.

В тресте Оргтехстрой разработана установка для вертикального формования вентиляционных блоков серии III-121, которая ликвидировала указанные недостатки. При разработке были использованы рабочие чертежи аналогичной установки СКТБ Стройиндустрии для вентиляционных блоков серии III-97 и опыт работы на ней Новосибирского завода КПД-6.

Формование блоков в вертикальном положении с промежуточной термообработкой в самой установке и последующей на специальном стенде или в ямных

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru



Установка для формования вентиляционных блоков

1 — обслуживающая площадка; *2* — борт; *3* — стойка; *4* — рама; *5* — винт; *6* — пустотообразователи; *7* — термоконтейнер; *8* — гидроцилиндр; *9* — прокладка; *10* — вибростол; *11* — вибратор

камерах обеспечивает высокое качество поверхности, ликвидирует ручной труд и дает значительный экономический эффект.

Установка состоит (см. рисунок) из рамы, на которой жестко закреплены стойки. На последних с помощью шарниров навешены борта с паровой рубашкой. На раме смонтирован вибростол, на площадке которого жестко закреплены пустотообразователи. Механический вибратор установлен внизу площадки вибростола, там же закреплены два гидроцилиндра. Штоки гидроцилиндров проходят через площадки вибратора и упираются в опорные подушки термоконтейнера, надетого на пустотообразователи.

Термоконтейнер рассчитан на два изделия. Он имеет посередине паровую рубашку, основание выполнено с отверстиями под пустотообразователи. Один борт термоконтейнера закреплен жестко, другой — на шарнирах и удерживается распорными винтами. После установки термоконтейнера борта закрываются и стягиваются винтом. Обслуживающая площадка устроена вокруг установки на 300 мм выше бортов.

Формование осуществляется в вертикальном положении по два изделия одновременно.

После 40 мин предварительной термообработки термоконтейнер поднимается гидроцилиндрами вверх. Происходит отрыв изделий от пустотообразователей. Термоконтейнер с изделиями краном подается на пост окончательной термообработки и доводки, где бетон легко подвергается отделке.

Техническая характеристика

Число формуемых изделий, шт.	2
Возмущающая сила вибратора, тс	3...6,3
Мощность электродвигателя привода вибратора, кВт	17
Число оборотов в мин	2500
Число гидроцилиндров подъема термоконтейнера, шт.	2
Диаметр поршня гидроцилиндра, мм	160
Усилие на штоке при давлении в гидросистеме 50 кгс/см², тс	10

Установка изготовлена и внедрена на Барнаульском комбинате ЖБИ № 2 треста Алтайстройиндустрия. Рабочие чертежи установки можно получить в тресте Оргтехстроя Главалтайстроя по адресу: 656038, Барнаул, Комсомольский пр., 118.

А. С. АРХИПКИН, Н. И. КОСАРЕВ, Т. Ф. ЯКК,
инженеры (трест Оргтехстрой Главалтайстроя)

Новые книги Стройиздата

Нагинская В. С. **Автоматизация строительного проектирования:** Учеб. пособие для вузов. — 2-е изд., доп., перераб. — М.: Стройиздат, 1986.—248 с.

Попов Л. Н. **Строительные материалы и детали:** Учеб. для техникумов. — М.: Стройиздат, 1986.—336 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.073.002.237

Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук, Е. З. АКСЕЛЬРОД (НИИЖБ);
В. В. ЦЫРО, канд. техн. наук (СКТБ Стройиндустрия)

Совершенствование изготовления плитных изделий

В настоящее время в стране действуют более 400 предприятий крупнопанельного домостроения общей мощностью около 50 млн. м² площади в год . Из них 70% составляют предприятия с кассетной технологией изготовления панелей перекрытий и внутренних стен. Широкое распространение кассетной технологии объясняется простотой оборудования и сравнительно высокими ее технико-экономическими показателями. Удельные капиталовложения, трудоемкость, себестоимость и приведенные затраты кассетных линий примерно одинаковы с аналогичными показателями поточно-агрегатных и лишь незначительно уступают конвейерным линиям по удельной металлоемкости и съему изделий с 1 м² производственной площади.

Однако кассетной технологии присущи и существенные недостатки: необходимость использования подвижных бетонных смесей с повышенным расходом цемента, неоднородность прочностных показателей по площади изделий, сложность получения изделий из высокопрочных бетонов (марок М300 и выше), вредное воздействие шума, вибрации и температуры на рабочих местах.

Указанные недостатки в значительной мере объясняются несовершенством конструктивной схемы кассетных установок, которые за последние два десятилетия не подвергались существенной модернизации. В то же время широкое распространение стендовых кассетных установок, а также эффективность их использования на заводах малой мощности, когда применение дорогостоящих конвейерных линий не оправдано, делает актуальной проблему совершенствования этой технологии.

Технико-экономическое сопоставление и анализ действующих производств позволили установить, что совершенствование кассетной технологии целесообразно осуществлять в следующих направлениях:

модернизация существующих стендовых установок на действующих заводах для повышения качества продукции, интенсификации, сокращения материалоемкости и трудоемкости производства;

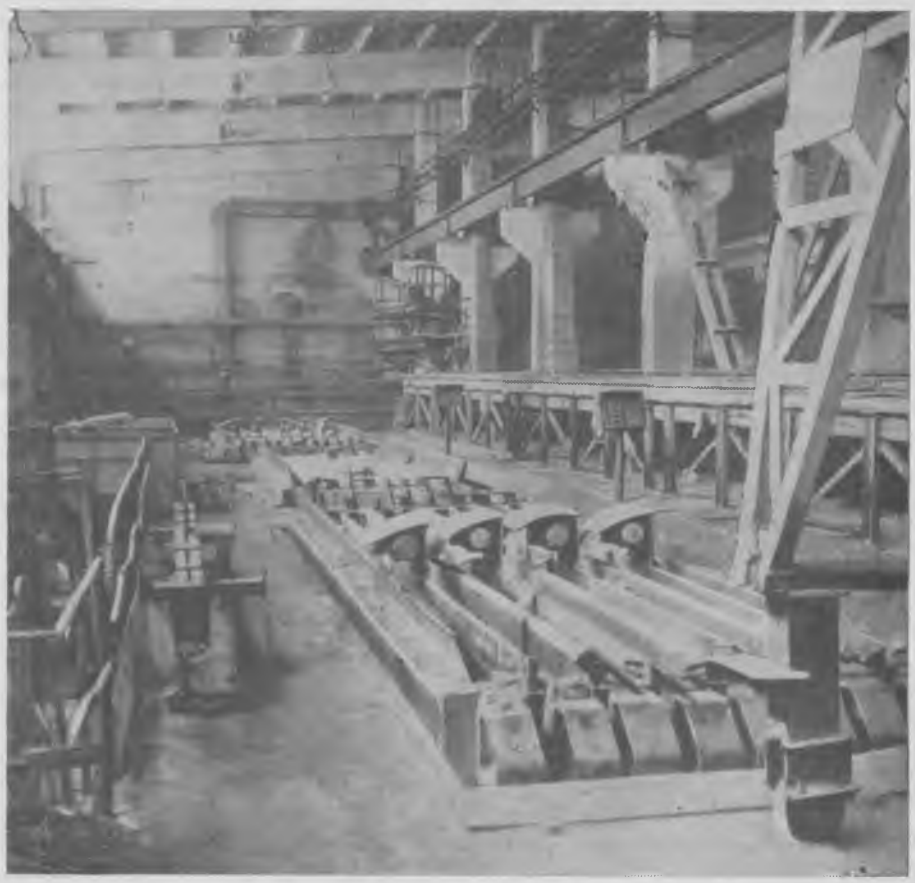
создание новых конструкций стендовых кассетных установок для осуществления технической реконструкции цехов и строительства новых предприятий малой мощности (до 30 тыс. м³ в год), а также для изготовления мелкосерийных изделий;

создание высокомеханизированных линий вертикального формования с двухстадийной термообработкой для предприятий производительностью выше 30 тыс. м³ в год.

Основное внимание при этом должно быть обращено на совершенствование процессов формования путем повышения эффективности виброуплотнения, а также использования пластифицирующих добавок, сокращения энергоемкости производства и повышения качества изделий при термообработке, на комплексную механизацию всех технологических переделов для сокращения трудоемкости производства и улучшения условий труда.

За последние годы в НИИЖБ выполнен ряд работ, направленных на совершенствование кассетных установок. При этом рассматривался вопрос интенсификации режимов виброуплот-

Рис. 1. Кассетная установка с дополнительными вибраторами на верхней части разделительных листов



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

нения, что обеспечивает возможность использования более жестких бетонных смесей с меньшим расходом цемента, повышения однородности прочностных показателей бетона по высоте изделий, получения изделий из бетонов марок М300 и выше, необходимость в которых вызвана переходом к строительству зданий повышенной этажности.

Одним из решений, с помощью которого можно интенсифицировать режимы вибрирования, является установка дополнительного вибратора в центре верхней незащемленной части каждого из разделительных листов (рис. 1). Эффективность этого способа проверена на Ростокинском заводе ЖБИ ДСК № 1 Главмосстроя. В результате стало возможным качественное уплотнение бетонных смесей с осадкой стандартного конуса 7...8 см вместо применяемых ранее 12...14 см. Это обеспечивает экономию до 10% цемента либо сокращает цикл термообработки на 2 ч, а также существенно повышает однородность уплотнения бетона по высоте изделий [1, 2].

Другое конструктивное решение модернизации существующих кассетных установок, разработанное совместно с Тушинским заводом ЖБК, предусматривает ликвидацию защемления разделительных листов в нижней их части.

Для этого нижняя часть листа обрезается так, чтобы он весь находился внутри формовочной полости (рис. 2). Образовавшийся зазор перекрывается путем приварки к одному из элементов бортоснастки полосы сечения 24×24 мм. В результате значительно улучшаются условия вибрирования и обеспечивается более высокое качество изделий.

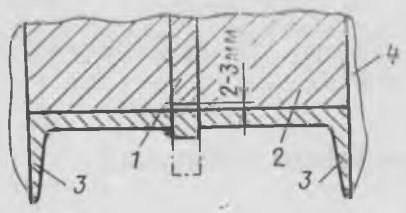


Рис. 2 Схема ликвидации защемления разделительных листов
1 — разделительный лист; *2* — формуемые изделия; *3* — поддоны; *4* — тепловой отсек

Реализация этих предложений не требует капитальных затрат и может быть осуществлена силами заводов ЖБК в рамках планово-предупредительных ремонтов оборудования.

Для технического перевооружения существующих и строительства новых цехов крупнопанельного домостроения НИИЖБ совместно с СКТБ Кассетдеталь разработали стендовую кассетную установку (рис. 3) на упругом основании с централизованным виброприводом. Установка[1] выполнена в виде пакета термощитов, объединенного распорной рамой, установленной на упругих резинометаллических опорах.

Установка снабжена двумя виброблоками с вертикальными валами, закрепленными на продольной балке распорной рамы. При встречном вращении виброблоков обеспечиваются колебания всего пакета в горизонтальной плоскости, перпендикулярной плоскости изделий, с частотой 25 Гц и амплитудой 0,5...0,6 мм.

[1] А. с. 1147570 СССР, В 28 В 7/24. Кассетная установка для изготовления железобетонных изделий / Е. З. Аксельрод, В. М. Бузинов, Б. В. Гусев и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 12. — С. 53.

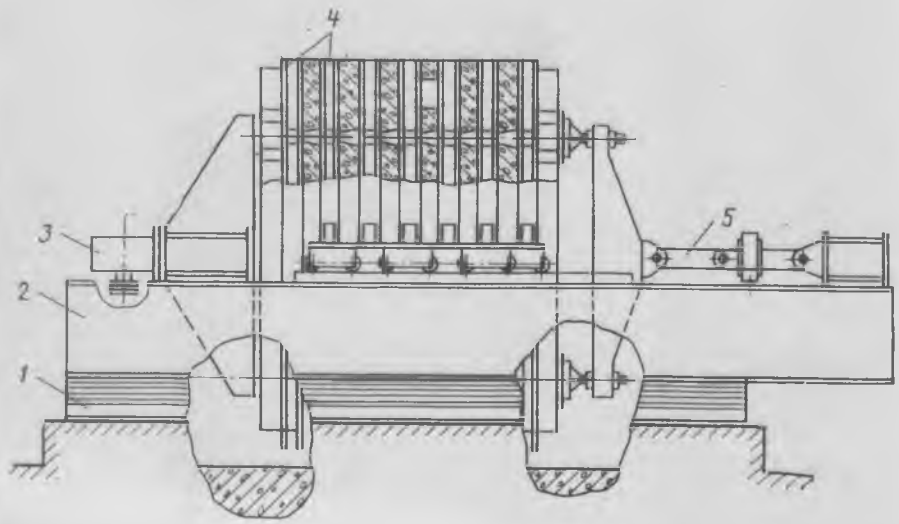


Рис. 3. Кассетная установка с централизованным виброприводом
1 — упругое основание; *2* — распорная рама; *3* — вибропривод; *4* — термощиты; *5* — механизм распалубки

Для обеспечения равномерности прогрева по площади изделий термощиты снабжены системой инжектирования пара. Установка предусматривает одновременное изготовление 8 изделий, ее установленная мощность — 44 кВт. За счет интенсивных режимов вибрирования обеспечивается уплотнение смесей с осадкой стандартного конуса 2...3 см, что в свою очередь предопределяет не только значительную (до 15%) экономию цемента, но и возможность изготовления изделий из бетонов повышенных марок (М350 и М400). Двухсторонний прогрев (в конструкции установки отсутствуют раздельные листы) позволяет сократить продолжительность термообработки изделий до 6 ч.

Для технического перевооружения цехов производительностью свыше 30 тыс. м^3 в год, специализирующихся на выпуске ограниченной номенклатуры изделий, могут быть рекомендованы высокомеханизированные кассетно-конвейерные линии.

В настоящее время кассетно-конвейерные линии разрабатывают и внедряют в ряде организаций. Наряду с вибрационными способами уплотнения бетонной смеси (линии Гипростроммаш, ЦНИИЭП жилища, СКТБ Стройиндустрия Минстроя СССР) предусматривается безвибрационное уплотнение (прессвакуумбетон в линии ИСиА Госстроя БССР, комплексное вакуумирование в линиях ЛенЗНИИЭП, вибровакуумирование в линиях киевского Гипрогражданспецпромстроя). Большинство из указанных разработок находится в стадии экспериментального освоения. Линии СКТБ Стройиндустрия Минстроя СССР в настоящее время действуют в г. Калинине, Новгороде, Риге, Томске. Опыт эксплуатации позволяет сделать вывод о необходимости их дальнейшего распространения.

При создании кассетно-конвейерных линий ставилась задача существенно снизить трудоемкость, металлоемкость и энергоемкость производства, улучшить условия труда и повысить качество изделий. В значительной мере это достигается за счет применения предварительно разогретой бетонной смеси и двухстадийной термообработки изделий.

Принцип работы технологической линии таков. Два формовочных отсека, образуемые горячей матрицей и гладкими прогреваемыми щитами формовочной установки, заполняются разогретой бетонной смесью. После достижения бетоном необходимой распалубочной прочности щиты формовочной установки раздвигаются, матрица с двумя изделиями извлекается из нее и направляется на вторичную термообработку в

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

специальную камеру. Затем изделия распалубливают, а матрицу чистят, смазывают на механизированных постах и после оснащения арматурным каркасом снова устанавливают в формовочную машину.

Кассетно-конвейерная линия (рис. 4) представляет собой горизонтально-замкнутый конвейер с рядом ростов, по которым в горизонтальном положении на колесах перемещаются матрицы. Предварительно разогретая смесь подается на пост формования. Специальная формовочная установка[2] (рис. 5) представляет собой два тепловых отсека: один подвижный, другой неподвижный, с распалубочной машиной. В формовочную установку закатывают матрицу, то есть тепловой отсек с бортоснасткой, установленный на двух колесных парах. На матрице имеется необходимая в соответствии с номенклатурой изделий оснастка, арматура, закладные детали и т. п. Число формовочных установок зависит от мощности линии.

После установки матрицы в формовочную установку распалубочной машиной прижимается подвижный крайний щит и начинается бетонирование панелей.

Бетонную смесь укладывают с помощью бетоноукладчика, разработанного на базе бетоноукладчика СМЖ-166А, который перемещается над формовочными установками, Кроме того, в состав формовочной установки входит специальная машина с приводными щетками для чистки щитов и валиками для смазки. Чистка и смазка поверхностей формующей установки производится в принудительном порядке после каждого цикла формования. Пройдя формующую установку, очистив и смазав щиты, машина остается за ее пределами.

Бетонная смесь уплотняется с помощью навесных вибраторов, укрепленных непосредственно на щитах формующей установки (в окнах паровой рубашки).

Процесс термообработки изделий осуществляется паром, подаваемым через инжекционную систему в отсеки формовочного блока и в отсек матрицы. Время термообработки в блоке составляет 60...80 мин при температуре +80°С, что обеспечивает достаточную прочность изделия для частичной распалубки.

После предварительной термообработки отформованные изделия (2 шт.) на матрице выкатываются на передаточную двухпостовую тележку и подаются толкателем на ней в вертикальную щелевую камеру, состоящую из нескольких отсеков. Объем вторичной камеры термообработки определяется проектом в зависимости от производительности. В результате термообработки «глухим» паром изделие набирает требуемую прочность.

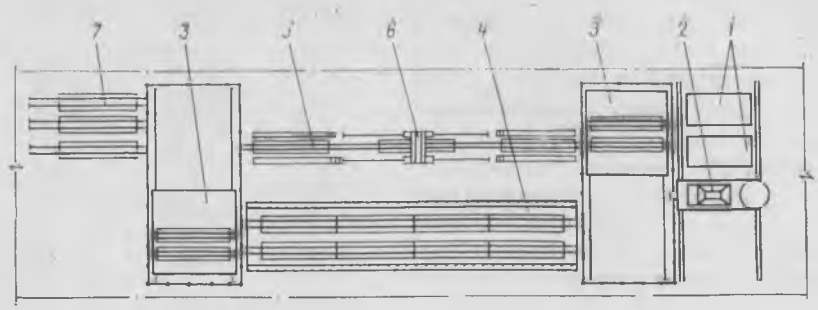


Рис. 4. Технологическая схема кассетно-конвейерной линии производства панелей внутренних стен крупнопанельных домов (ДСК в Новгороде)

1 — формовочная установка; *2* — бетоноукладчик; *3* — тележка передаточная; *4* — камера тупельная; *5* — конвейер подготовки матриц; *6* — машина чистки и смазки матриц; *7* — магазин матриц

Из камеры термообработки матрица с готовыми изделиями подается на вторую передаточную тележку и с ее помощью — на пост распалубки. Здесь осуществляется съем изделий. Далее матрица передвигается на пост переналадки или двигается на пост чистки и смазки, что осуществляется специальными машинами. Затем она передвигается на пост армирования. Готовая к формованию матрица с помощью передаточной тележки подается в формующую установку, на этом цикл основного производства заканчивается.

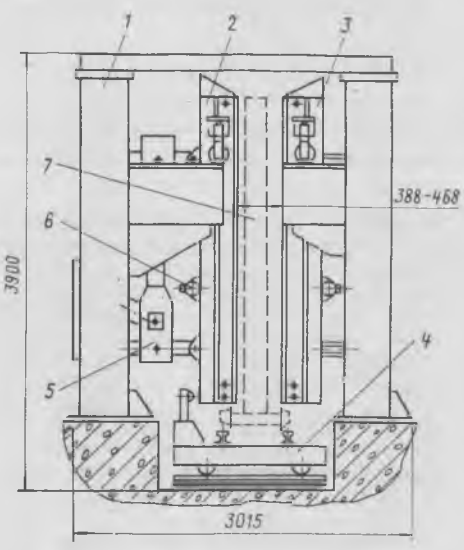


Рис. 5. Поперечный разрез формовочной установки (тип 851)

1 — рама; *2* — стенка подвижная; *3* — стенка неподвижная; *4* — тележка; *5* — привод; *6* — вибратор; *7* — матрица

Отформованные панели подают краном на акустический стенд для определения прочности, а затем — на участки доводки и на склад готовой продукции.

Основные технические характеристики экспериментальной кассетно-конвейерной линии на Калининском ДСК: производительность — 30 тыс м³ в год (или 150 тыс. м² общей площади), съем с 1 м² площади — 21,4 м³, установленная мощность оборудования — 250 кВт, металлоемкость оборудования — 493 т (в том числе матриц 188,4 т).

Кассетно-конвейерная линия обеспечивает экономический эффект в размере 2,36 р/м³ изделий. При этом достигается: снижение металлоемкости оборудования на 36%; снижение энергоемкости на 30%; снижение трудозатрат на 30%; сокращение капитальных вложений на 20...25%.

В действующих, строящихся и запроектированных линиях технико-экономические показатели различны и зависят от конкретных условий и мощности, но сроки окупаемости не превышают 1,5...2 лет, что подтверждает их эффективность [3].

Приведенные показатели свидетельствуют о рациональности предлагаемой технологии производства плоских изделий, в частности, панелей внутренних стен крупнопанельных домов. Кроме того, наряду со значительным сокращением числа работающих резко улучшаются условия труда, прежде всего, за счет снижения шума и вибрации. Появляется возможность автоматизации всех технологических процессов с использованием ЭВМ. Улучшается комплектация выпускаемых изделий за счет матриц, оборудованных под выпуск их разной номенклатуры, что также сводит к минимуму переналадку.

Узловыми вопросами дальнейшего совершенствования кассетно-конвейерной технологии является разработка систем и способов формования, обеспечивающих использование умеренно жестких

[2] А. с. 1077795 СССР, В 28 В 7/24 В 28 В 5/00. Установка для изготовления изделий на кассетно-конвейерных линиях / М. Н. Доброхвалов, В. В. Цыро (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1984. — № 9. — С. 42.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

бетонных смесей. Это создает возможность сокращения расхода цемента, цикла 1-й стадии термообработки и получения изделий из бетонов высоких марок. Одновременно ставится задача интенсификации термообработки при одновременном снижении ее энергоемкости и обеспечении равномерного прогрева изделий по площади, механизации арматурных работ для сокращения трудоемкости и материалоемкости этого передела.

Разработана конструкция формовочной машины[3] с системой вывешивания матриц в вертикальной плоскости (рис. 6). При этом значительно уменьшена ширина машины, что позволило разместить 6 формовочных машин в пролете шириной 18 м и увеличить производительность линии. Благодаря вывешиванию матриц существенно улучшились условия виброуплотнения при сохранении прежней схемы размещения вибраторов на наружных щитах. Обеспечивается уплотнение бетонной смеси подвижностью 8...9 см и достаточно высокое качество поверхности изделий. Машина успешно прошла государственные производственные испытания на Томском ДСК.

Совместно с НИИЖБ разработаны формующая установка с централизованным виброприводом и установка для механизированной непрерывной намотки проволочной арматуры на упоры форм. Установка позволит осуществлять укладку и уплотнение бетонных смесей с осадкой конуса 2...3 см, что кроме значительной экономии цемента

[3] А. с. 1169818 СССР, В 28 В 7/24. Установка для вертикального формования бетонных и железобетонных изделий / Н. М. Доброхвалов, В. В. Цыро, Ю. М. Мухин (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 28. — С. 56.

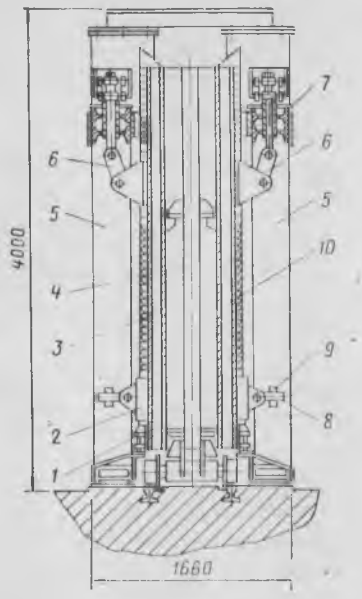


Рис. 6. Поперечный разрез новой формовочной установки типа 885 (ДСК в Томске)
1 — опора; *2* — амортизатор; *3* — стенка левая; *4* — форма вертикальная; *5* — рама; *6* — серьга; *7* — винт-рычаг; *8* — гайка; *9* — штанга; *10* — стенка правая

обеспечит существенное повышение прочности бетона после первой стадии термообработки и исключит возможность деструктивных явлений при распалубке и транспортировании изделий.

В перспективном варианте линии предусматривается замена традиционного армирования сварными арматурными каркасами непрерывной навивкой проволочной арматуры на упоры матриц. Для этого линия снабжена специальным технологическим постом и установкой для непрерывного армирования.

Особенно эффективно использование указанных установок при изготовлении панелей перекрытий, поскольку они позволяют изготовлять предварительно напряженные конструкции. В целом применение непрерывного армирования позволит сократить трудоемкость арматурных работ при изготовлении панелей внутренних стен в 2...2,5 раза, расход стали на 15..20%.

Использование в существующих линиях в качестве теплоносителя пара не обеспечивает равномерности прогрева бетона по площади изделий на первой стадии термообработки, что в свою очередь ведет к увеличению ее продолжительности. В перспективной линии предусматривается применение высокотемпературного масляного прогрева, который не только обеспечит равномерность процесса, но и позволит сократить энергозатраты при термообработке в 1,5...2 раза:

Широкое внедрение кассетно-конвейерной технологии на реконструируемых и вновь строящихся домостроительных комбинатах позволит повысить качество изделий, снизить металлоемкость и энергоемкость технологического оборудования при значительном повышении производительности труда в целом. Это в значительной мере увеличит эффективность крупнопанельного домостроения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интенсификация производства при изготовлении железобетонных изделий в кассетах / Е. З. Аксельрод, В. Ф. Афанасьева, В. И. Ферштер, Б. Н. Кандауров // Бетон и железобетон.— 1978.— № 2.— С. 19—20.
2. Афанасьева В. Ф., Гребеник А. А., Аксельрод Е. З. Повышение однородности бетона в изделиях кассетного производства //.Бетон и железобетон. — 1981. — № 2. — С. 14—15.
3. Кассетно-конвейерная линия для крупнопанельного домостроения / И. Л. Живстовский, Ю. М. Мухин, В. В. Цыро, Ю. И. Подсыпанин // Бетон и железобетон. — 1983. — № 8. — С. 30—31.

На ВДНХ СССР

УДК 69.057.3

Беспетлевые сборные конструкции

Трест Оргтехстрой Минстроя ЛитССР представил в объединенном павильоне «Строительство» на ВДНХ СССР технологию производства и монтажа беспетлевых сборных железобетонных колец смотровых колодцев и лотков тепловых трасс. Строповка беспетлевых конструкций осуществлена за отверстия и выемки в бетоне. Грузозахватные устройства имеют ограниченную зону действия и предназначены для участков формования, складирования и монтажа конструкций. Шарнирно-рычажные захваты для распалубочных работ снабжены автоматическим механизмом управления, работающим в четырехтактном режиме. Вилочные и крюкообразные захваты для погрузочно-разгрузочных работ обеспечивают высокий темп работ и рациональное использование габаритов транспортных средств. Для монтажных работ применены легкие универсальные крюкообразные захваты, обладающие хорошей эксплуатационной надежностью. При значительных объемах монтажных работ предусмотрены легкие полуавтоматические захваты, обеспечивающие высокую производительность труда.

Беспетлевые сборные железобетонные конструкции изготовляют из металлопроката и предназначают для строительства подземных коммуникаций. Диаметр колец — 700...2000, длина лотков — 2970, ширина — 760, 1060 и 1400 мм.

По сравнению с конструкциями, имеющими строповочные петли, экономический эффект (на 1 м³) от внедрения колец составил 1,04, лотков — 2,85 р., экономия стали соответственно — 6,2 и 17,0 кг, трудоемкость снизилась соответственно на 0,25 и 0,60 чел.-ч.

Производство беспетлевых колец и лотков впервые освоено на Клайпедском заводе ЖБК-2 Минстроя ЛитССР.

Рабочие чертежи грузозахватных устройств можно получить в тресте Оргтехстрой Минстроя ЛитССР по адресу: 232605, Вильнюс, ул. Пшеваяьского, 7.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.012.45:693.547.32

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, Ю. К. ШЕВЧЕНКО, инж.

Прогрев бетона в конструкциях с большой неопалубленной поверхностью

Среди монолитных конструкций из цементного бетона значительную часть составляют горизонтальные конструкции с большой неопалубленной поверхностью. Это дорожные и аэродромные покрытия, полы промышленных зданий, подготовки под полы, перекрытия или их части, выравнивающие стяжки под полы и кровельные покрытия и пр. Общим характерным признаком всех конструкций такого типа является высокий модуль поверхности и малая массивность, способствующие их быстрому замерзанию при бетонировании в зимнее время и последующему разрушению. Создать условия для нормального или ускоренного твердения бетона в таких конструкциях можно путем их контактного обогрева.

Существуют плоские контактные нагреватели с элементами в виде металлических сеток, греющих кабелей, электропроводящих графитовых тканей, пленок из углеродных дисперсных материалов в сочетании с полимерными связующими и др. Для изготовления этих нагревателей необходимы производственная база, дорогие и дефицитные материалы, дополнительные трудовые затраты. В настоящее время выпуск плоских термоактивных устройств базируется, как правило, на возможностях строительных организаций и явно не удовлетворяет спрос как по количественным, так и по качественным показателям.

Минмонтажспецстроем СССР совместно с НИИЖБ проведены исследования технологии контактного обогрева плоских монолитных конструкций с помощью гранулированного углеродного материала — отхода углеграфитового производства, прокаленной коксовой мелочи.

Гранулированный обогреватель представляет собой слой прокаленной коксовой мелочи с диаметром зерен 0,5...25 мм, насыпанной на свежеуложенный бетон или по подстилающей электроизолирующей пленке. На обогреваемом участке параллельно друг другу с определенным шагом укладывают стальные токоподводящие электроды в виде полос или прокатных уголков. Электроды размещают в толще коксового слоя и подключают к электрической сети низкого напряжения. Теплота, выделяющаяся при прохождении электрического тока по прокаленному коксу, передается бетону, создавая благоприятные условия для его ускоренного твердения.

Конструкция гранулированного электрообогревателя проста, его можно многократно использовать и применять при обогреве площадей любой конфигурации и размера без значительных материальных и трудовых затрат.

Используемый углеродный материал является побочным продуктом при производстве изделий из искусственного графита. Для обжига изделий из сырого графита используют так называемую пересыпку графитировочных электропечей (нефтяной кокс), заполняющую объем печи. Пересыпка служит для создания сплошной электротермоактивной и теплоизолирующей среды и при пропускании через нее электрического тока разогревается сама и разогревает графитируемые изделия до требуемых температур вплоть до 2800°С. При этом она приобретает свойства графита, в частности, электропроводимость и в основном повторно не используется. Большие количества отработавшего материала идут в отвал из-за малого спроса на него.

Этот малоценный продукт промышленного производства исследовали в качестве нагревателя при термообработке бетона.

Изучали степень неоднородности температурного поля на поверхности обогреваемых конструкций, оптимальную толщину слоя насыпки, влияние увлажнения и температуры на электропроводность материала и др. Комплексные исследования проводили на образцах-моделях и в производственных условиях на натурных конструкциях.

Неоднородность материала по электросопротивлению обусловлена спецификой технологии углеграфитового производства. В процессе обжига пересыпка подвергается воздействию неодинаковых температур. Имеет также значение грануляция и состав исходного материала, режим обжига изделий, поэтому каждую получаемую с завода партию необходимо проверять на данное удельное электросопротивление.

Градиент температур по площади обогрева определяли испытанием материала, отобранного в разное время из разных отвалов Московского электродного завода. Испытания проводили на квадратном стенде площадью 9 м², разбитом на малые квадраты размером 50×50 см, в центре которых с помощью датчиков-термопар измеряли температуры гранулированного греющего слоя толщиной 6 см. Подачу энергии осуществляли от серийного масляного трансформатора ТМОБ-63. Переменный ток напряжением 85 В подавали на четыре полосовых электрода, уложенных на стенде в толще насыпного слоя параллельно друг другу на расстоянии 1 м. Результаты испытаний представлены на рис. 1. Очевидна некоторая неравномерность температурного поля с максимальной разницей температур 13°С. Последующие исследования показали, что такие температурные градиенты не влияют на физико-механические свойства обогреваемого бетона.

При определении оптимальной толщины насыпного слоя исходили из условий получения устойчивой проводимости нагревателя. Испытания проводили при послойном увеличении толщины слоя насыпки через 2 см с помощью резистометра. Загруженный на платформу насыпной материал приобретал свойства активного электросопротивления в электрической цепи. По значению прошедшего через испытуемый материал тока определяли его удельное электросопротивление. Входное напряжение составляло 220 В, рабочее на токоподводящих электродах — 12 В. Изменение

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

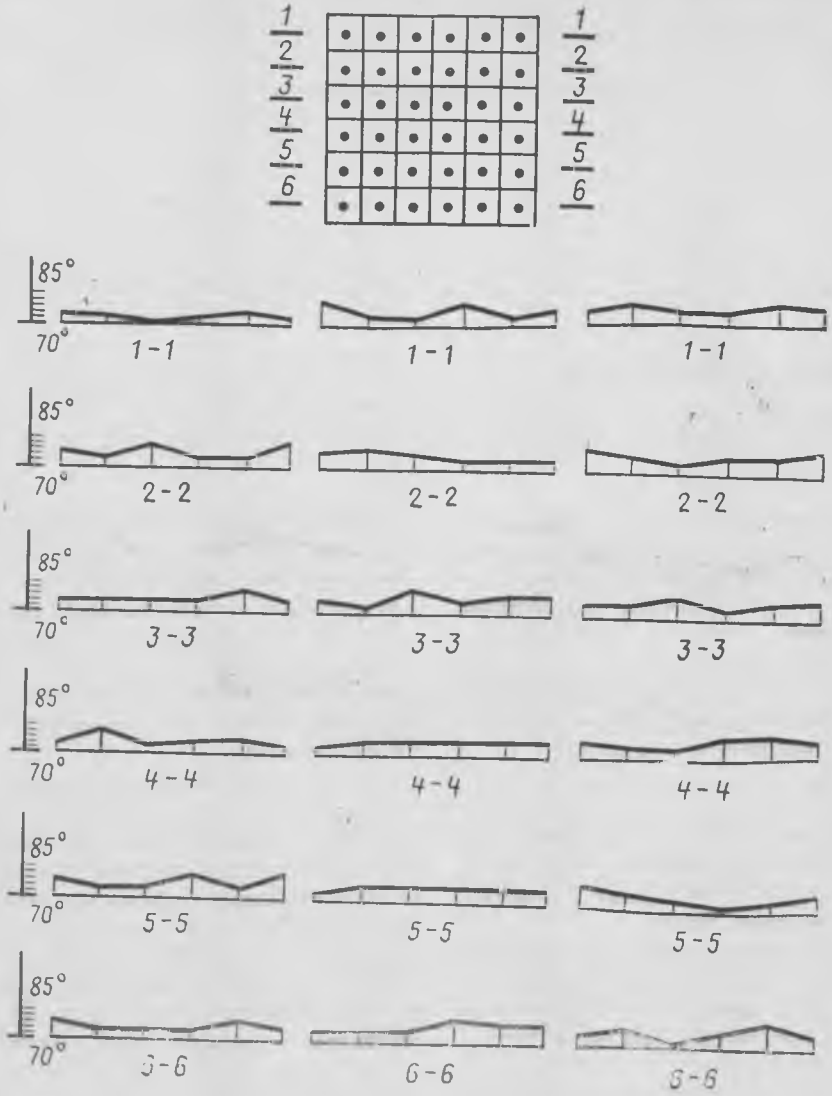


Рис. 1. Термограммы распределения температур
1...6 — сечения по полю обогрева

удельного электросопротивления в зависимости от толщины слоя коксовой насыпки происходит в диапазоне толщин 0...6 см (рис. 2). Дальнейшее увеличение толщины слоя почти не влияет на значение ρ. Условия использования и хранения не исключают возможности увлажнения материала. Изменение электрической проводимости при увлажнении влияет на термоактивность системы и должно учитываться при расчете ее электрической мощности.

При исследовании зависимости удельного электросопротивления от увлажнения материала нагревателя резистометр совмещали с приставным увлажнителем, состоящим из водяного рассеивателя, мерного сосуда и водоподающего шланга. С помощью увлажнителя материал, загруженный на платформу резистометра, равномерно пропитывали водой, после чего измеряли его удельное электросопротивление.

Проведенные испытания показали, что максимальная проводимость кокса достигается при его увлажнении, составляющем 50% по отношению к высушенному до постоянной массы материалу. Электросопротивление при этом уменьшается почти на 50%, а затем на 100% увеличивается. Это, по-видимому, объясняется тем, что вода, обладающая собственной электропроводимостью, на первой стадии проникания в углеродный материал образует дополнительные электропроводящие цепочки, работающие совместно с цепочками углеродного материала. Постепенно с увеличением массы воды под действием гидростатического напора она обильно проникает в толщу материала, при этом отдельные гранулы, смачиваясь водой, приобретают водную оболочку. Так как сопротивление воды на несколько порядков выше сопротивления прокаленного кокса (10^4 против 2... 20 Ом·см), то эту оболочку можно рассматривать как электроизолирующую.

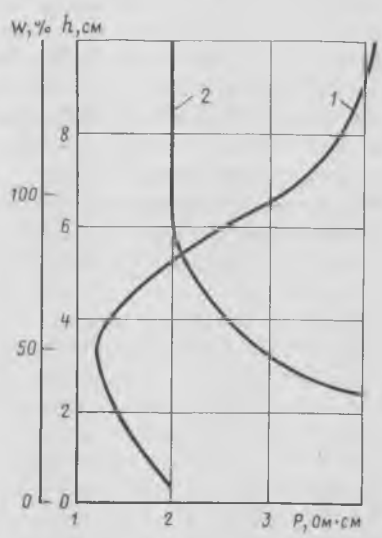


Рис. 2. Зависимость удельного электросопротивления ρ гранулированного материала от толщины слоя насыпки *h* (*2*) и от увлажнения *W* (*1*)

Для выяснения степени изменяемости электрической мощности греющей системы в процессе обогрева бетонной конструкции исследовали зависимость электросопротивления греющего материала от его температуры. При испытании использовали резистометр с добавлением переносного потенциометра. В качестве датчиков температур применяли хромель-копелевые термопары и ртутные термометры. Испытания проводили при температуре материала от —20 до +150°С. Всего было испытано 32 пробы, взятые из отвалов Московского электродного завода в течение года. Известно, что по характеру электропроводимости углеродные материалы являются полупроводниками — нагревание уменьшает их электросопротивление в отличие от проводников-металлов. Удалось установить, что исследуемый материал при градиенте температур 170°С имеет температурный коэффициент сопротивления, равный —0,00213 $град^{-1}$. Это значит, что 1 градус приращения температуры увеличивает проводимость на 0,2%.

При размещении коксовой мелочи на свежеуложенном бетоне без защитных электроизолирующих пленок, разделяющих бетон и нагреватель, исследовали влияние стальной арматуры на общую проводимость системы электропроводящий кокс — армированный водонасыщенный бетон.

Испытания проводили на стенде, позволяющем в образцах с различной степенью армирования одновременно определять удельные электросопротивления в течение 24 ч термовоздействий на бетон по режиму 4+20 ч при 80°С. Сопоставляли удельные электросопротивления армированных образцов, неармированных и образцов без непосредственного контакта с нагревателем. Всего было проведено 6 серий испытаний с различной подвижностью бетонной смеси (рис. 3).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Обогрев всех бетонных смесей без разделительных пленок сопровождался значительным падением электросопротивления в первые часы термообработки, составившим 38...78% сопротивления коксовой мелочи, не контактирующей с твердеющей бетонной смесью. Это свидетельствует о существовании дополнительных каналов проводимости в виде водосодержащей бетонной смеси и стальной арматуры, объединенных проводящей водной средой с основным токопроводником — коксовой насыпкой. По мере уменьшения общей водонасыщенности бетона снижается и влагосодержание кокса в приконтактной с бетоном зоне, нарушается электрический контакт кокса с арматурой, проводимость уменьшается и постепенно приближается к проводимости сухого кокса.

При обогреве неармированных конструкций стабилизация электросопротивления наступает значительно быстрее, чем при обогреве армированных. Суммарная проводимость системы в начальный период при обогреве армированных конструкций на 50...60% выше проводимости сухой коксовой насыпки; проводимость при обогреве неармированных конструкций на 20...25% выше проводимости насыпки, не контактирующей с бетоном. Исследования показали, что коксовую мелочь можно применять для термообработки горизонтальных бетонных и железобетонных конструкций с большой открытой поверхностью с разделяющими пленками и без них. В качестве утеплителя можно использовать ту же коксовую мелочь с увеличенной толщиной насыпки. При расчете мощности греющей системы с насыпным нагревателем необходимо корректировать значения исходного удельного сопротивления материала с учетом действительного его увлажнения и температуры обогрева, а при отсутствии разделительных пленок также и наличия стальной арматуры в обогреваемой конструкции.

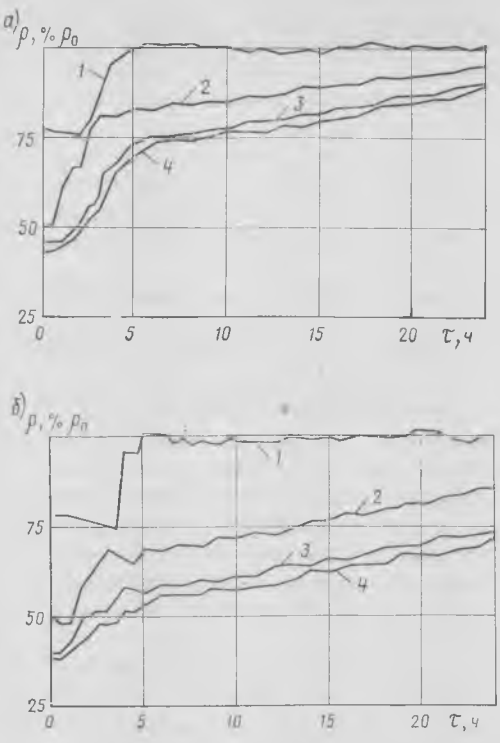


Рис. 3. Изменение во времени удельного электросопротивления системы «кокс — армированный бетон» в зависимости от процента армирования плиты при подвижности бетонной смеси 2 см (*а*) и 16 см (*б*)

1 — для неармированной конструкции; *2* — для конструкции с армированием 3,2%; *3* — то же, 4,5%; *4* — то же, 6,6%

Как показали результаты внедрения метода на объектах Минмонтажспецстроя СССР, для прогрева различных конструкций из монолитного бетона и раствора стоимость 1 м² греющего слоя в зависимости от наличия разделительных пленок и видов утеплителя составляет 1,7...2,7 р., расход электроэнергии при обогреве бетона, уложенного на неотогретое основание, в зависимости от эффективности утеплителя, температуры окружающего воздуха и массивности конструкции составляет 80...170 (кВт·ч)/м³. Экономический эффект от применения гранулированных нагревателей составляет как минимум 0,3 р/м². Применение разделительных и покровных пленок сохраняет электропроводность нагревателя неизменной, изолируя кокс от увлажнения со стороны бетона и арматуры, а также от атмосферных осадков. В этом случае при расчете мощности необходимо вводить коррективы только на температурные изменения электросопротивления. Среди конструкций, обогретых данным методом,— монолитные перекрытия реконструируемого шестиэтажного здания в Москве, бетонные полы автобазы, монолитные участки перекрытий из сборных настилов, монолитная фундаментная плита под лабораторно-производственным корпусом. Метод получил высокую оценку непосредственных исполнителей работ.

УДК 69.022:66.04

Н. Н. ДАНИЛОВ, д-р техн. наук, проф., С. Л. ГЕРМАН, инж. (МИСИ);
Ф. М. БАРСУК, инж. (СУ-68 МС-14 Главмосстроя)

Термообработка стен энергией инфракрасного излучения

В современном строительстве монолитные стеновые конструкции возводят в крупнощитовой стальной или деревянной опалубках. При модуле поверхности стены 5...15 термообработку бетона можно осуществлять кондуктивным нагревом с применением стальной опалубки или электропрогревом с применением комбинированной (деревянной и стальной) опалубки.

Кондуктивный нагрев требует переоборудования опалубки в термоактивную, что приводит к дополнительным материальным и трудовым затратам, резко усложняет конструкцию опалубки. Электродный прогрев характеризуется значительной трудоемкостью, а также влечет за собой безвозвратную потерю металла (арматурных стержней).

Кроме того, оба метода не обеспечивают в должной мере выполнения необходимых в зимних условиях определенных технологических переделов: удаления снега и наледи в заопалубленном пространстве и др.

Для устранения отмеченных несовершенств МИСИ предложено при возведении монолитных стеновых конструкций в зимних условиях использовать энергию инфракрасного излучения.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

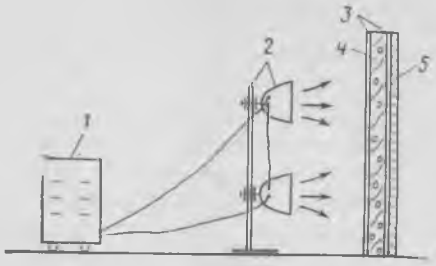


Рис. 1. Принципиальная схема термообработки монолитных стеновых конструкций энергией инфракрасного излучения

1 — понижающий трансформатор; *2* — инфракрасная прожекторная установка; *3* — стальная опалубка; *4* — железобетонная конструкция; *5* — утеплитель

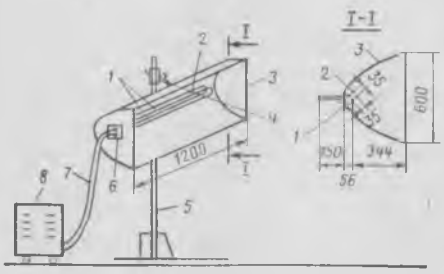
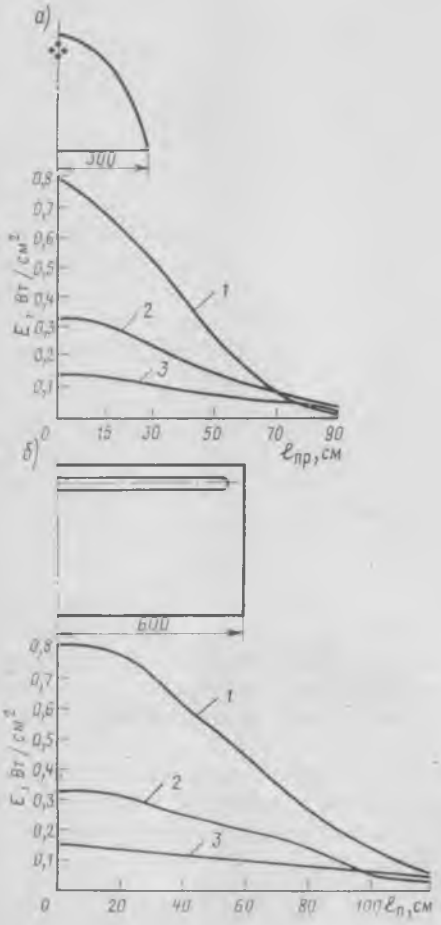


Рис. 2. Схема инфракрасной прожекторной установки

1 — трубчатый инфракрасный излучатель; *2* — узел крепления излучателя; *3* — параболический отражатель (уравнение параболы $y^2 = 2{,}25x$); *4* — крепежные элементы; *5* — металлическая стойка; *6* — контактные выводы; *7* — кабель; *8* — понижающий трансформатор



Физическая сущность предложенного метода состоит в передаче энергии инфракрасного излучения от источников нагреваемым поверхностям через воздушную среду (рис. 1).

Применение его возможно как в замкнутых пространствах, так и на открытых площадках с использованием инвентарного оборудования и полиэтиленовой пленки.

Основным техническим средством метода являются автономные инфракрасные установки прожекторного типа ИПУ (рис. 2), включающие источник (генератор) инфракрасного излучения и параболический отражатель определенной формы, выполненный из алюминия или листовой стали. В последнем случае внутреннюю поверхность отражателя окрашивают алюминиевой жаропрочной краской. В качестве генератора инфракрасного излучения применяют жаропрочную трубку (ГОСТ 9941—81, сортамент 12Х18Н10Т) с наружным диаметром 12 мм и толщиной стенки 1,5 мм. В одном инфракрасном прожекторе суммарная длина трубки, генерирующей инфракрасное излучение, составляет 4,5 м. Инфракрасный излучатель посредством узлов из диэлектрического материала и металлической полосы закреплен в отражателе, который устанавливают на металлической стойке с подвижными крепежными элементами. Излучатель через контактные выводы подключают к источнику электрической энергии, в качестве которого применяют понижающий трансформатор промышленного изготовления (ТД-500, ТС-500, ТМОБ-63 и др.). Рабочее напряжение генератора — 25... 40 В, потребляемая мощность — 6...9 кВт, погонная мощность — 1,5...2 кВт/м, температура в рабочем состоянии — 900... 1100 К.

В зависимости от расстояния до поверхности нагрева ИПУ создает поле облученности с определенной энергетической освещенностью и конфигурацией (рис. 3). Характерной для него является концентрация энергии под центром ИПУ с уменьшением ее к краям и за пределы установки. При использовании двух и более ИПУ поля облученности накладываются друг на друга и происходит выравнивание количественных показателей энергетической освещенности на поверхности нагрева. При рабочем расстоянии от ИПУ до поверхностей нагрева 80.. 120 см можно создать поле облученности

Рис. 3. Эпюры облученности, создаваемые ИПУ (погонная мощность трубчатого излучателя — 1,5...2 кВт/м);

а — в поперечной плоскости; *б* — в продольной; *1, 2, 3* — при расстоянии по вертикали от основания отражателя до поверхности облучения соответственно 50, 70, 120 см

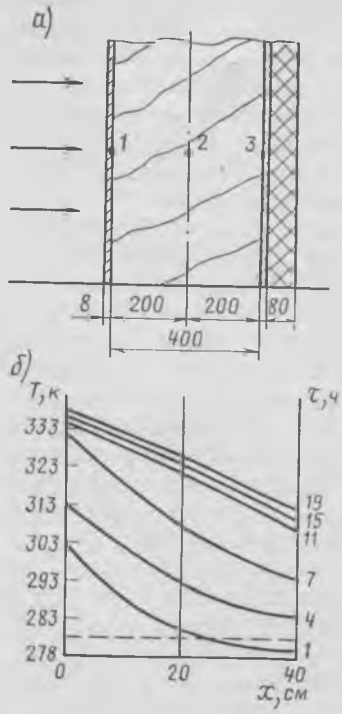


Рис. 4. Кинетика формования температурного поля по толщине стеновой конструкции

а — схема расположения термопар; *б* — температурные кривые; *1, 2, 3* — термопары

с относительно равномерной энергетической освещенностью 0,2...0,4 Вт/см².

Разработанный метод применили на одном из объектов строительства в СУ-68 МС-14 Главмосстроя при прогреве монолитных стен жесткости размером 6×3×0,4 м с 5%-ным армированием на доме серии КМС-1.

Термообработку стен осуществляли шестью инфракрасными прожекторными установками, закрепленными попарно на трех стойках. ИПУ располагали на расстоянии 0,6...0,8 м от прогреваемой поверхности опалубки, температура которой поддерживалась в пределах 330... 350 К.

Система электрического обеспечения включала в себя подводящий кабель, к которому ИПУ подсоединяли через разъемы, и трансформатор ТМОБ-63. ИПУ подключали к источнику электрической энергии попарно параллельно, между собой в парах — последовательно. Энергетическая освещенность на прогреваемой поверхности в среднем составляла 0,2 Вт/см².

Технологический процесс термообработки упомянутых конструкций включал три стадии: предварительный разогрев, изотермический прогрев и период изотермического выдерживания конструкций. Процесс осуществлялся в следующей последовательности. За 15 мин до начала бетонирования разогревали опалубку. Процесс разогрева бетонной сме-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

си начинался с момента ее укладки в опалубку и продолжался 7...10 ч. При достижении заданной температуры бетона в конструкции (320...330 К) ИПУ переключали на более низкое напряжение — щадящий режим на стадии изотермического прогрева, продолжительность которого составляла 10...12 ч. Затем ИПУ отключали. Прогреваемую конструкцию выдерживали в опалубке 2...4 ч. Таким образом, продолжительность прогрева конструкций составила в среднем 18...20 ч.

В процессе термообработки осуществляли контроль за температурным режимом конструкций двумя способами: с применением хромель-копелевых термопар и термометром через предварительно подготовленные скважины. Характер изменения температурного поля в прогреваемой конструкции при наружной температуре воздуха —12...—15°С показан на рис. 4.

В конце термообработки бетон в прогреваемых конструкциях достигал прочности 55...65% R_{28}. Удельный расход электроэнергии для данного конкретного случая составил 110 кВт/м³.

Выводы

Накопленный опыт свидетельствует о высокой эффективности рассмотренного метода. При его использовании не требуется какого-либо переоборудования опалубок, что позволяет быстро переходить от летней технологии бетонных работ к зимней. Изготовление ИПУ возможно силами механической мастерской строительной организации, а сама конструкция не требует дефицитных материалов.

Малая трудоемкость при подготовке к работе и обслуживании ИПУ сокращает затраты труда на термообработку бетона в целом. Трудоемкость тепловой обработки 1 м³ монолитной железобетонной стены по сравнению с ранее применявшимся стержневым электродным прогревом сократилась на 80%, а стоимость прогрева — на 70% и составила 2,64 р/м³.

В помощь проектировщику

УДК 624.072.7:539.4

Д. Х. КАСАЕВ, канд. техн. наук (Ставропольский политехнический ин-т)

Прочность элементов кольцевого сечения при совместном действии изгибающего и крутящего моментов

На основе экспериментально-теоретических исследований предложена формула для определения несущей способности железобетонных элементов прямоугольного сечения при чистом кручении. Если принять за основу структуру этой формулы, то для элементов кольцевого сечения она приобретает вид

$$T=\frac{1{,}62}{1+2\,\alpha}\,d_s\,d_0\,q\,\cos\left(45^\circ-\arcsin\frac{q_w}{q}\right)\times$$
$$\times\cos\left[\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{q_w}{q_s}\right)^2-45^\circ\right],\quad(1)$$

где α_s, α_w — механические коэффициенты продольного и поперечного армирования:

$$\alpha_s=\frac{\sigma_s\,A_{s,\,t_0\,t}}{R_B\,A};\quad \alpha_w=\frac{\sigma_{sw}\,A_{sw}}{R_B\,S\,(d_2-d_1)};$$

$\alpha=\sqrt{\alpha_s^2+\alpha_w^2}$; d_s — диаметр окружности, проходящей через центры тяжести сечений продольной арматуры; d_0 — расстояние от наружной поверхности элементов до точек соприкосновения продольной и поперечной арматуры, расположенных в противоположной стенке кольца; d_1, d_2 — внутренний и наружный диаметры кольцевого сечения; q_s, q_w — силовые интенсивности соответственно продольного и поперечного армирования:

$$q_s=\frac{\sigma_s\,A_{s,\,t_0\,t}}{\pi\,d_s};\quad q_w=\frac{\sigma_{sw}\,a_{sw}}{S};$$

$q=\sqrt{q_s^2+q_w^2}$; a_{sw} — площадь сечения одного поперечного стержня. Остальные обозначения приняты по СНиП 2.03.01—84.

Для проверки приемлемости формулы (1), а также исследования прочности при изгибе с кручением были использованы опытные данные [1, 2].

В работе [1] испытано 8 серий образцов кольцевого сечения — четыре с ненапрягаемой арматурой и четыре с напрягаемой. Образцы каждой серии имели одинаковое продольное и поперечное армирование и отличались тем, что подвергались испытанию при различных отношениях изгибающего момента к крутящему, а также маркой бетона Серии отличались насыщением продольной или поперечной арматурой. Серии образцов с напрягаемой арматурой отличались от аналогичных серий образцов с ненапрягаемой арматурой лишь тем, что 50% продольных стержней подвергли преднапряжению. Всего было испытано 36 образцов, из которых 9 балок испытали на чистое кручение, остальные — на изгиб с кручением.

В работе [2] исследовано 35 образцов кольцевого сечения с ненапрягаемой арматурой, из которых 9 подвергали изгибу, два — кручению, остальные — изгибу с кручением.

В рассматриваемых опытах основные параметры балок, определяющие их несущую способность, изменялись в следующих диапазонах: кубиковая прочность — 21...57,7 МПа, предел текучести продольной арматуры — 350...483 МПа, предел текучести поперечной арматуры — 206...379 МПа, силовая интенсивность продольного армирования — 2... 10,6 кН/см, силовая интенсивность поперечного армирования — 0,08...3,2 кН/ /см; отношение шага поперечной арматуры к наружному диаметру сечения — 0,2...1,67, отношение изгибающего момента к крутящему в момент разрушения — ∞ (изгиб) ...0 (кручение), число стержней продольной арматуры — 5...17.

Для проверки приемлемости формулы (1) обработали опытные данные, полученные при испытании образцов на кручение. Сравнение опытных разрушающих моментов T^0 с теоретическими T приведено на рис. 1, из которого можно заключить, что расчет по формуле (1) дает удовлетворительное совпадение результатов.

Для образцов, испытанных на изгиб с кручением, были получены отношения $M_т^0/M$ и $T_м^0/T$, причем M — теоретическая несущая способность при изгибе

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 1. Диаграмма отношений T^0/T

по нормальному сечению, полученная из расчетов по СНиП; T — теоретическая несущая способность при кручении, полученная по формуле (1); $T^0_м$ и $M^0_т$ — опытные моменты взаимодействия при кручении с изгибом (крутящий и изгибающий моменты).

Принимая указанные отношения за координаты опытных точек, построен рис. 2, из которого следует, что предельная область при изгибе с кручением может быть ограничена дугой окружности, т. е. формулой

$$\left(\frac{M_т}{M}\right)^2+\left(\frac{T_м}{T}\right)^2=1. \qquad (2)$$

В сторону минимальной несущей способности существенное отклонение получила лишь одна точка. Судя по рисунку развертки этого образца, такое отклонение связано с тем, что он разрушился вне исследуемой зоны, где действовала дополнительно поперечная сила.

Сопоставлением опытных и теоретических результатов установлено, что при интенсивном изгибе ($\varkappa=M^0_т/T^0_м>7$) кручение не влияет на несущую способность элемента по изгибающему моменту. Аналогичное явление обнаружено и для элементов прямоугольного сечения. Однако на данном этапе исследования, на наш взгляд, не следует учитывать этот факт и ограничиться расчетным условием (2).

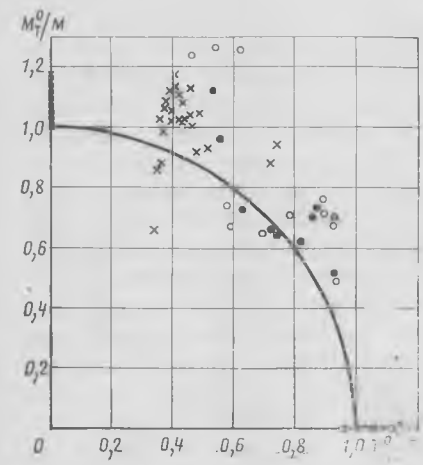


Рис. 2. График зависимости между $M^0_т/M$ и $T^0_м/T$

● — опыты [1] (образцы с ненапрягаемой арматурой); ○ — то же, преднапряженные образцы; × — опыты [2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елагин Э. Г. Исследование работы железобетонных элементов кольцевого сечения с ненапрягаемой и напрягаемой арматурой при кручении и совместном действии изгибающего и крутящего моментов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1971. — 21 с.
2. Ягодин В. К. Исследование работы железобетонных элементов кольцевого сечения при совместном действии изгиба и кручения: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Горький, 1965.— 20 с.

УДК 624.071.3:539.3/.6

О. Ф. ИЛЬИН, канд. техн. наук, А. С. САПАРБЕКОВ, инж. (НИИЖБ)

Сопротивление железобетонных стержней продольному изгибу

Нормы оценивают несущую способность при продольном изгибе исходя из прочности элемента по нормальным сечениям, т. е. рассматривается такое напряженно-деформированное состояние в сечении, когда нормальные напряжения в сжатой зоне бетона достигают призменной прочности. При этом гибкость стержня учитывается повышением начального эксцентрицитета на коэффициент η, определяемый по известной из сопротивления материалов зависимости вследствие замены Эйлеровой критической силы условной, в выражение для которой входят несколько эмпирических коэффициентов, получаемых при обработке опытных данных.

Хотя такой подход и дает удовлетворительное совпадение с экспериментальными данными, он весьма условен. Кроме того что теряется физический смысл явления, а это немаловажно, особенно в учебных целях, к тому же для новых, не охваченных нормами бетонов он приводит к необходимости проведения многочисленных и трудоемких экспериментов. Такой подход не позволяет оценивать напряженно-деформированное состояние на всех стадиях работы элемента, знание которого необходимо при расчете статически-неопределимых систем. Учитывая многообразие видов бетонов, было бы нецелесообразно для каждого нового бетона испытывать гибкие колонны.

Предложенный авторами способ позволяет ограничиться испытанием на центральное сжатие и растяжение бетонных призм с определением всего нескольких параметров — начального модуля упругости $E_в$, призменной прочности $R_в$, предельной сжимаемости $\varepsilon_т$, прочности на осевое растяжение $\overline{R_в}$ и предельной растяжимости $\overline{\varepsilon_т}$. При этом рассматривают кратковременное действие нагрузки, а различие между нулевыми линиями напряжений и деформаций считается несущественным.

Предполагая, что изгиб шарнирно закрепленного по концам стержня длиной l происходит по синусоиде, максимальный прогиб f определяют по известной зависимости

$$f=\frac{\varepsilon_в\, l^2}{\pi^2\, x}, \qquad (1)$$

где $\varepsilon_в$ — деформация укорочения бетона в краевом волокне, отстоящем на максимальном расстоянии x от нейтральной оси.

Расчет по несущей способности, образованию нормальных трещин и деформаций сжатых элементов произвольных форм сечения из различных бетонов и при любом армировании осуществляют исходя из совместного решения

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

уравнений равновесия моментов $\Sigma M_z = 0$ и $\Sigma M_y = 0$ относительно нейтральной оси z и оси, перпендикулярной к ней y, и уравнения равновесия проекций всех сил на продольную ось элемента $\Sigma N = 0$ (рис. 1).

$$\left.\begin{aligned} P\,(e_z + f) &= \sigma_в\, A_в\, \omega_в\, y_в + \\ &+ \bar{\sigma}_в\, \bar{A}_в\, \bar{\omega}_в\, \bar{y}_в + \Sigma\, \sigma_{si}\, A_{si}\, y_{si}; \\ P\, e_y &= \sigma_в\, A_в\, \omega_в\, z_в + \\ &+ \bar{\sigma}_в\, \bar{A}_в\, \bar{\omega}_в\, \bar{z}_в + \Sigma\, \sigma_{si}\, A_{si}\, z_{si}; \\ P &= \sigma_в\, A_в\, \omega_в - \bar{\sigma}_в\, \bar{A}_в\, \bar{\omega}_в - \Sigma\, \sigma_{si}\, A_{si}. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Расстояние e_z и e_y, y_{si} и z_{si} от точки приложения продольной силы P и любого стержня продольной арматуры до нейтральной оси z и оси, перпендикулярной к ней, y, а также площадь сжатой $A_в$ и растянутой $\bar{A}_в$ зон бетона находят при известном положении нейтральной оси (см. рис. 1).

Максимальные напряжения $\sigma_в$ и $\bar{\sigma}_в$, полноту эпюры $\omega_в$ и $\bar{\omega}_в$, расстояния $y_в$, $z_в$ и $\bar{y}_в$, $\bar{z}_в$ от равнодействующей внутренних усилий до осей координат для сжатой и растянутой зоны бетона, а также напряжение σ_{si} для любого стержня арматуры и прогиб f согласно методике НИИЖБ также определяются положением нейтральной оси.

Для вполне произвольных форм сечения и силовых воздействий не так легко установить нулевую линию, отвечающую месту приложения продольной силы P, однако для произвольно выбранной нулевой линии однозначно без особого труда находят положение равнодействующей всех внутренних сил в сечении y_0 и ее величину N_0 (см. рис. 1). Используя такой прием, оценку сопротивления элемента продольному изгибу осуществляют достаточно просто численным методом. Для этого, во-первых, фиксируют предполагаемое значение краевой деформации $\varepsilon_в$ и методом последовательных приближений отыскивают такое положение нулевой линии, чтобы точка приложения равнодействующей всех внутренних сил N_0 с координатами y_0, z_0 совпала с точкой приложения внешней силы P с координатами e_z, e_y, т. е. чтобы выполнялись основные условия равновесия

$$\left.\begin{aligned} y_0 &= e_z + f; \\ z_0 &= e_y. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Для сокращения числа итераций зададим произвольное положение нейтральной оси и по формулам (2) вычислим равнодействующую всех внутренних сил N_0, моменты M_{0z} и M_{0y} относительно нейтральной оси и оси, перпендикулярной к ней, и расстояния y_0 и z_0 до равнодействующей.

Если при найденных y_0 и z_0 условие (3) не соблюдается, то нейтральную ось смещают параллельно первоначальному положению и по формулам (2) устанавливают новую пару координат y_{oc} и z_{oc}. Если эти координаты вновь не удовлетворяют условию (3), то нейтральную ось поворачивают на некоторый угол относительно первоначального положения и по формуле (2) подсчитывают координаты $y_{оп}$ и $z_{оп}$. Далее из совместного решения двух уравнений, объединяющих указанные координаты, находят масштабные коэффициенты смещения $K_с$ и поворота $K_п$:

$$\left.\begin{aligned} K_с\,(y_{oc} - y_0) + K_п\,(y_{оп} - y_0) &= e_z - y_0; \\ K_с\,(z_{oc} - z_0) + K_п\,(z_{оп} - z_0) &= e_y - z_0. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Умножая на $K_с$ и $K_п$ первоначальное смещение и поворот, получим положение нейтральной оси, отвечающее условию задачи.

При найденном положении нейтральной оси и фиксированном по формуле (2) определим внешнюю нагрузку P. Для установления несущей способности фиксируют новое значение $\varepsilon_в$ и находят новое P, и так до тех пор, пока не будет найдено P_{max}, оценивающее несущую способность при продольном изгибе.

Для нахождения деформаций также задают новое значение $\varepsilon_в$ и находят P, и так до тех пор, пока вычисленное P не совпадет с P заданным, при этом напряженно-деформированное состояние будет искомым.

Для определения нагрузки образования нормальных трещин задаемся также новым значением $\varepsilon_в$ до тех пор, пока не добьемся соблюдения условия $\bar{\varepsilon}_в = \bar{\varepsilon}_R$, а соответствующая этому нагрузка P и будет являться нагрузкой образования нормальных трещин.

Для проверки изложенного подхода на ЭВМ по специальной программе рассчитали 49 [1] и 28 [2] колонн прямоугольного сечения из обычного тяжелого бетона, 12 из шлакощелочных бетонов [3], 6 из песчаных бетонов [4] и 12 из силикатных бетонов [5], основные характеристики которых приведены в таблице.

Отклонения расчетной несущей способности от опытной, показанные на рис. 2, находятся в пределах ±15%, что примерно соответствует отклонениям опытных образцов-близнецов. При этом среднее арифметическое значение равно 0,984, а квадратичное отклонение 7,5%. Такое совпадение опытных и расчетных значений можно считать вполне удовлетворительным, а сам подход достаточно гибким, поскольку он не требует введения специальных эмпирических коэффициентов при изменении различных факторов. Результаты расчета свидетельствуют о том, что несущая способность всех испытанных колонн $\lambda = 20...35$ оценивается потерей устойчивости, поскольку максимальное напряжение в бетоне $\sigma_в$ и краевые деформации $\varepsilon_в$ меньше предельных значений $R_в$ и ε_R и даже предельной сжима-

Бетон	λ	$R_в$, МПа	μ_s, %	e_0/h	$E_в$, МПа	$\varepsilon_т$, %	$\bar{R}_в$, МПа	n
Обычный тяжелый [1,2]	6—30	12—40	0,3—1,8	0—1	2000—36000	2,0	1,3—2,7	77
Шлакощелочной [3]	14	30,6	0,6—2,2	0,1—1	2700	3,5	2,65	12
Песчаный [4]	4	43—45	0,5—2	0,05—0,45	2980	2,0	2,8	6
Силикатный [5]	30—35	23—37	0,08—0,2	0—1	1300—1600	2,5	2—2,5	12

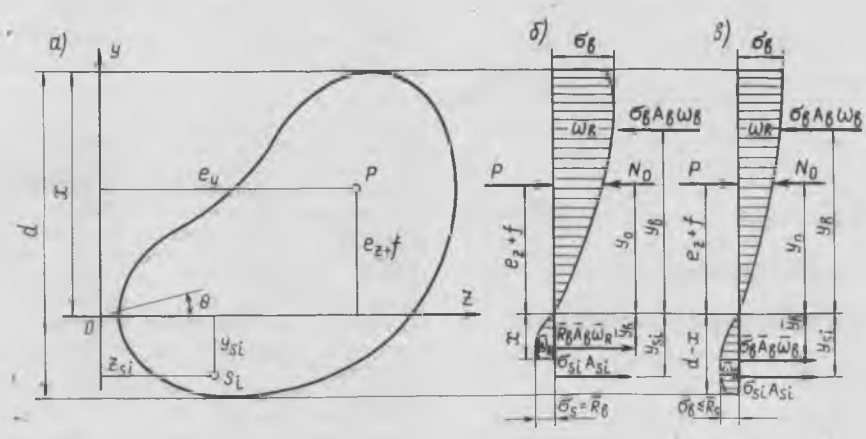


Рис. 1. Схема усилий в сечении, нормальном к продольной оси элемента, в общем случае по прочности, устойчивости, деформациям и образованию нормальных трещин

а — геометрические характеристики сечения; *б* — напряженное состояние в стадии работы элемента с трещинами; *в* — напряженное состояние в стадии работы элемента без трещин

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

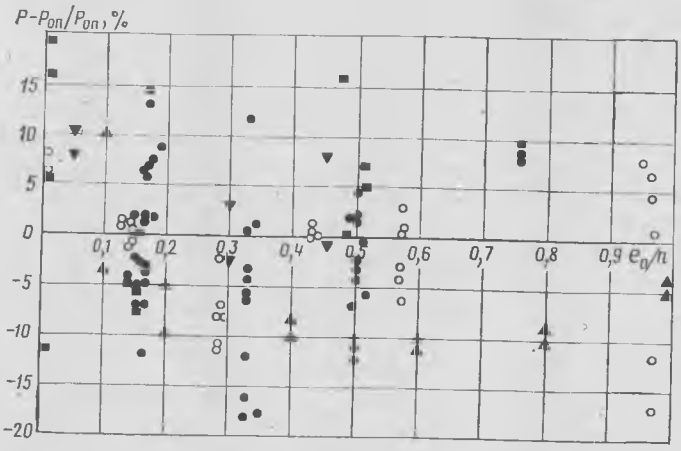


Рис. 2. Сопоставление опытной несущей способности с расчетной по данным испытаний [1—5]. Бетон:
● — обычный тяжелый, λ=20...30; ○ — то же, λ=6; ▲ — шлакощелочной, λ=14; ▼ — песчаный, λ=4; ■ — силикатный, λ=30

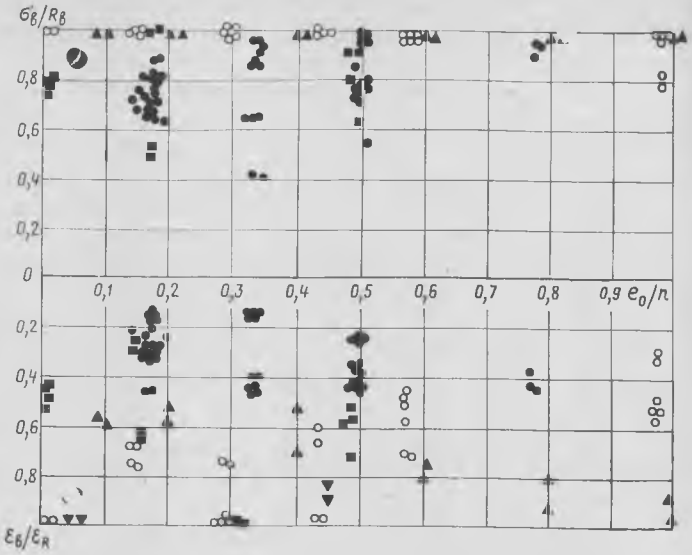


Рис. 3. Соотношение между максимальными напряжениями и краевыми деформациями и их предельными значениями в момент исчерпания несущей способности колонн по данным испытаний [1—5].
Условные обозначения см. на рис. 2

емости $\varepsilon_т$, т. е. бетон работает на восходящей ветви диаграммы $\sigma_в - \varepsilon_в$. Несущая способность колонн с λ = =4...6 оценивается прочностью сечения, так как максимальные напряжения $\sigma_в$ всегда достигали призменной прочности $R_в$, а краевые деформации $\varepsilon_в$ были больше $\varepsilon_т$, но несколько меньше ε_R, т. е. реализовывалась ниспадающая ветвь диаграммы $\sigma_в - \varepsilon_в$. На рис. 3 показаны отношения максимальных напряжений $\sigma_в$ к призменной прочности $R_в$ и отношение краевых деформаций укорочения бетона $\varepsilon_в$ к предельным. Установлено, что в зависимости от вида бетона, гибкости элемента, величины начального эксцентрицитета, количества арматуры и ее расположения возможны две экстремальные точки. Первая характеризует момент образования нормальных трещин, когда происходит перераспределение внутренних усилий между растянутыми бетоном и арматурой, а вторая — потерю устойчивости стержня либо исчерпание прочности сечения.

Таким образом, предложенный метод позволяет оценить напряженно-деформированное состояние на всех стадиях работы элемента, а следовательно, более экономично и надежно проектировать конструкции из различных бетонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таль К. Э., Чистяков Е. А. Исследование несущей способности гибких железобетонных колонн, работающих по первому случаю внецентренного сжатия // Расчет железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1961. — 12 с.
2. Чистяков Е. А. О деформативности бетона при внецентренном сжатии железобетонных элементов // Прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1979. — 5 с.
3. Сребняк В. М. Прочность и деформативность сжатых элементов из шлакощелочного бетона: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1981. — 21 с.
4. Беликов В. А., Пазюк Ю. В. Исследование внецентренно сжатых колонн из песчаного бетона//Строительная индустрия.— Минпромстрой СССР.— ЦБНТИ.— Вып. 7.— 1984. — С. 6—8.
5. Гусаков В. Н., Розовский Е. Л. Экспериментальное исследование гибких армированных внецентренно сжатых элементов из тяжелого силикатного бетона при кратковременном нагружении // Тр. ин-та ВНИИстром. — 8(36). — М., 1966. — 9 с.

На ВДНХ СССР

УДК 691.311

Объемные гипсобетонные санитарно-технические кабины

На тематической выставке «Новые изделия и конструкции из гипса и гипсовых материалов» на ВДНХ СССР демонстрируется санитарно-техническая кабина, представляющая собой объемный элемент заводского изготовления, состоящий из гипсобетонного колпака и железобетонной панели — поддона.

Гипсобетонный колпак представляет собой монолитную тонкостенную конструкцию, объединяющую наружные стены, внутреннюю перегородку и потолок, в которых предусмотрены отверстия для пропуска сантехнических трубопроводов и вентиляции. В процессе сборки гипсобетонный колпак соединяют с поддоном с помощью сварки закладных деталей.

Трест КПД Главверхневолжскстроя выпускает кабины полной степени заводской готовности, оснащенные санитарно-техническим и электротехническим оборудованием.

Санитарно-технические кабины предназначены для установки в 5- и 9-этажных крупнопанельных домах серии 1-464 Д и кирпичных домах серии 85. Их выпускают двух типов: раздельными и совмещенными.

Рабочие чертежи на гипсобетонные санитарно-технические кабины для жилых крупнопанельных домов серии 1-464 Д имеются в ПТИОМЭС (150024, г. Ярославль, ул. Щапова, 20).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.003:658.02

В. И. СЕРГЕЕВ, инж. (Сыктывкарский завод КПД);
Н. М. БОЛЬШАКОВ, канд. техн. наук, И. С. ПЧЕЛКИН, канд. экон. наук
(Коми лаборатория региональных исследований НИИЭС)

О порядке определения затрат в условиях работы подрядных бригад

Важным инструментом планового управления механизмом бригадного подряда является использование нормативов затрат. Для включения всех подрядных бригад в режим интенсификации производства необходима не любая система нормативов, а только та, которая полностью согласуется с определенными принципами.

С точки зрения преемственности планирования затрат по подрядным бригадам наиболее прогрессивными являются технико-экономические нормативы, отражающие плановую величину условно-постоянных затрат одинакового размера независимо от того, какая подрядная бригада или ее сменное звено будут производить продукцию в данном цехе. Необходимые условия построения нормативов могут быть соблюдены и практически реализованы, если процедура определения плановых затрат на 1 м³ изделий дополнена соответствующим распределением фактических затрат по отдельным подрядным бригадам, обеспечивающим правильное соизмерение конечных результатов (получаемой экономии). Сущность рассматриваемого подхода к решению задачи распределения фактических затрат становится вполне очевидной и в теоретическом аспекте, для этого достаточно обратиться к формуле распределения косвенных затрат по отдельным подрядным бригадам*.

Экономия плановых затрат в подрядных бригадах в отчетном месяце или квартале является разностью между плановыми затратами на изготовление изделий и фактически произведенными.

Величину плановых затрат по действующей методологии планирования, учета затрат и калькулирования себестоимости продукции на промышленных предприятиях, в том числе и в строительной индустрии, определяют, как правило, дважды. Один раз предварительно, до начала планируемого периода, исходя из планового объема выпуска продукции. Второй раз она определяется окончательно — в пересчете на фактически выполненный объем выпуска продукции. Эта величина используется для непосредственного определения полученной экономии затрат на фактически произведенный объем выпуска изделий.

В таблице приведены действующие нормативы плановых затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховых расходов подрядных бригад формовочных цехов № 2 и № 3, а также бетоносмесительного цеха Сыктывкарского завода КПД. Первый из формовочных цехов специализирован на выпуске наружных стеновых панелей по типовому проекту серии 1-464А (улучшенный вариант), а другой — на выпуске наружных стеновых панелей типового проекта серии III-125.

Подрядные бригады цехов	Нормативы плановых затрат, относимых на подрядные бригады
Формовочного № 2	8,18/1,77
Формовочного № 3	13,22/4,38
Бетоносмесительного	3,64/0,43

Примечание. Перед чертой — затраты на содержание и эксплуатацию оборудования в р. на 1 м³ выпускаемых изделий; после черты — цеховые расходы в р. на 1 м³ выпускаемых изделий.

Различия в фондооснащенности, производственной мощности, а также другие особенности функционирования технологических линий рассматриваемых формовочных цехов завода КПД обусловливают различия в показателях нормативов их плановых затрат. При сопоставлении по номенклатуре, т. е. конкретным отдельным видам, типам и маркам изделий, показатели нормативной трудоемкости изготовления на 1 м³ их выпуска, как показал анализ, характеризуются неоднозначно. По одним видам, типам и маркам изделий они равны либо изменяются практически незначительно, по другим же — имеется существенный разброс. В последнем случае различия касаются структуры одного отдельно взятого комплекта изделий.

В условиях возведения по типовым проектам однотипных объектов полносборного крупнопанельного домостроения, как это характерно для Сыктывкарского завода КПД, и специализации формовочных цехов и технологических линий на выпуске изделий по типовым проектам в отчетные месяцы, кварталы и в целом году одни и те же комплекты изделий повторяются с многократным числом циклов. Анализ данного технологического фактора в целом по формовочному цеху и внутри него по отдельным подрядным бригадам и их сменным звеньям показал, что общая (т. е. усредненная) нормативная трудоемкость изготовления изделий на 1 м³ совокупного объема выпуска изменяется незначительно и практически стабильна.

В соответствии с действующим порядком планирования и учета на заводе КПД плановые затраты, их экономия в подрядных бригадах определяются ежемесячно, а премия за экономию выплачивается ежеквартально. Поскольку в интервалах месяца, а тем более квартала рассматриваемый технологический фактор выравнивает структуру изделий и их среднюю трудоемкость по итогам месяца, квартала и года, то это вместе с другими стимулами роста эффективности производства создает на уровне цеха равные экономические условия для функционирования новой системы нормирования, планирования, учета, распределения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховых расходов, соизмерения результатов (экономии затрат) и материального поощрения результатов работы подрядных бригад.

Стабильность структуры объема выпуска изделий на уровне цеха, подрядной бригады и ее сменных звеньев, проявляющаяся на продолжительном отрезке времени — отчетном месяце, квартале — это объективный технологический фактор, который ограничивает и сдерживает возможности появления отрицательных тенденций, связанных с погоней за увеличением валового показателя объема выпуска изделий в ущерб их качеству и комплектности.

В экономическом механизме работы бригадного подряда качество и комплектность выпуска изделий являются важнейшими сквозными оценочными и стимулируемыми показателями. Критерий роста уровня качества и комплектности продукции является доминирующим и при подведении итогов социалистического соревнования в подрядных бригадах. Повышение качества продукции в подрядных бригадах учитывается и материально поощряется сразу по двум источникам премирования — по фонду заработной платы и за счет средств, образующихся от экономии

* Методология формирования затрат и их экономия при бригадном подряде // Бетон и железобетон. — 1984. — № 10. — С. 21—22.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

плановых затрат, связанных с выпуском продукции. При этом сумма выплат премий за экономию плановых затрат поставлена в зависимость не только от качества, но и от комплектности выпуска изделий.

В условиях действия таких активных экономических рычагов при рассматриваемой системе нормирования, планирования, учета, распределения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховых расходов, определения получаемых результатов и их материального поощрения подрядные бригады не заинтересованы в достижении валовых показателей, их работа однозначно и четко сориентирована на непрерывное повышение эффективности производства. При увлечении ростом валового показателя объема производства за счет отступления от качества и комплектности выпуска продукции или при выпуске изделий с меньшей трудоемкостью изготовления и более низкого качества срабатывает комплекс экономических мер, ставящих подрядные бригады в невыгодные условия и создающих надежный заслон развитию отрицательных тенденций. Потери подрядной бригады в премиях при снижении ею качества и комплектности изготовления изделий во много раз больше, чем прирост величины премии от экономии плановых затрат.

Распределение между подрядными бригадами фактических затрат на содержание и эксплуатацию оборудования и цеховых расходов пропорционально количеству смен загрузки оборудования и цехового обслуживания приводит к тому, что с увеличением степени загрузки оборудования и повышением производительности труда доля фактических затрат на единицу объема производимой продукции уменьшается. Такой порядок распределения фактических затрат и соизмерения получаемых результатов в подрядных бригадах стимулирует максимальную загрузку имеющегося оборудования и производственных мощностей, открывает перспективу увеличения фондоотдачи на предприятиях и в отрасли в целом на основе широкого и полного использования имеющихся резервов наращивания съема продукции. Это отвечает задаче интенсификации производства, обеспечивает экономию капитальных вложений, высвобождаемых в процессе прироста действующих производственных мощностей и объема выпуска продукции в условиях, когда эти вопросы могут быть решены в рамках организационно-технических мероприятий и бригадного подряда без привлечения дополнительных капитальных вложений.

Использование промышленных отходов

УДК 666.973.2

Ю. М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, проф., О. Б. ВЫСОЦКАЯ, инж.,
Б. Н. ВИНОГРАДОВ, канд. техн. наук (МИСИ)

Оценка зол для использования их в вяжущих и бетонах

Эффективность применения зольных вяжущих в значительной степени зависит от вида и содержания невыгоревших углеродистых частиц. Золы с высоким содержанием таких частиц считаются некондиционными. Для изготовления ячеистого бетона допускается использование зол от сжигания каменного или бурого угля, содержащих не более 10% и 5% несгоревшего топлива соответственно [1]. Это существенно ограничивает сырьевую базу золобетонов.

Нами изучено влияние вида и количества несгоревшего в золах топлива на свойства цементно-зольного камня и ячеистого бетона, выявлены особенности приготовления бетона на золах с повышенным содержанием органических соединений. Использовали золы московских ТЭЦ, содержащие до 30% несгоревшего топлива.

В связи с трудностью выделения в достаточно больших количествах органических составляющих зол, необходимых для проведения экспериментов, предварительно были специально синтезированы топливные частицы, которые могут образовываться при сгорании угля в топках. С этой целью кузнецкий уголь, используемый на московской ТЭЦ, подвергали термообработке в восстановительной среде в цехе опытного коксования ИГИ Минуглепрома СССР. Отбор проб производили на промежуточных стадиях процесса коксования при температуре 300, 700 и 1000°С.

Состав и свойства полученных топливных частиц сопоставляли с органической частью золы ТЭЦ-22, выделенной путем центрифугирования в бромоформе ($\rho = 2{,}98$ г/см³), а также с исходным углем и промышленным коксом. Эксперименты показали существенные отличия органической части золы от исходного угля, кокса и угля, подвергнутого нагреву до 300°С (табл. 1). Одновременно выявлена ее идентичность с частицами угля, обработанными при 700...1000°С, о чем свидетельствует близкое содержание летучих, углерода и водорода, а также аналогичные показатели микротвердости и отражательной способности частиц.

Свойства газобетона любой плотности находятся в прямой зависимости от качества цементирующего вещества межпоровых перегородок. При проведении экспериментов за основу принимали смесь состава 1:1,5 (вяжущее:заполнитель).

Использовали известково-цементное вяжущее состава (в % по массе): цемент — 51, известь — 47, двуводный гипс — 2. Заполнителем служила золаунос ТЭЦ-22 с п. п. п. = 29% и зола, прокаленная при 800°С (до постоянной массы). Прокаленную золу вместе с добавками исходного угля, промышленного кокса и угля, обработанного при разных температурах, перемешивали в вибромельнице в течение 10 мин. Чтобы более отчетливо выявить влияние частиц несгоревшего топлива, эксперименты проводили на тесте нормальной густоты. Результаты исследований приведены в табл. 2. Анализ показывает, что образцы, приготовленные на прокаленной золе, имеют высокую прочность за счет высокой плотности частиц золы (2,62 г/см³), которая способствует уменьшению В/Т и созданию более плотной структуры цементирующего вещества.

Введение термообработанного угля приводит к снижению средней плотности цементного камня (ρ), причем большему, чем следовало ожидать от введения частиц угля плотностью 1,76...1,87 г/см³. Дальнейшие эксперименты показали, что снижение плотности связано с выделением газа, содержащегося в порах термообработанного угля. Причем, чем выше температура обработки, тем интенсивнее газовыделение[1]. Анализ газа, вытесняемого жидкой фазой цементно-

[1] А. с. 1025686 СССР, С 04 В 15/02. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона / Б. Н. Виноградов, К. В. Гладких, О. Б. Высоцкая (СССР) // Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. — 1983. — № 24. — С. 66—67.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

зольного теста из частиц угля, выполненный в ИГИ Минуглепрома СССР, показал, что он близок составу воздуха. Присутствие водорода не отмечено. Следовательно, при взаимодействии углеродистых частиц с щелочными растворами не наблюдается окисления углерода по уравнению реакции $C+Ca(OH)_2+H_2O \rightarrow CaCO_3+2H_2\uparrow$ (хотя эта реакция в некоторых условиях и осуществима [2]).

Опыты с использованием зол, содержащих около 30% углеродистых частиц, показали, что газовыделение наблюдается лишь в смесях с золой сухого отбора, отвальная зола такими свойствами не обладает. Таким образом, при смачивании выделяется воздух, адсорбированный стенками микропор термообработанных углеродистых частиц [3]. Максимум газовыделения соответствует температуре термообработки угля 1000°С и достигает 20...25% объема теста.

Выделившийся и оставшийся в теле затвердевшего камня воздух способствует формированию шаровидных замкнутых пор, имеющих более высокий показатель однородности распределения их в бетоне (α). Это благоприятно сказывается на морозостойкости и стойкости к попеременному увлажнению и высушиванию.

Выявленная закономерность была подтверждена при исследовании свойств золоцементного камня, приготовленного на золе, не прокаленной с п. п. п. = 29...30% и подверженной прокаливанию. Эксперименты показали, что средняя плотность и прочность такого камня близка к показателям золоцементного камня с добавками угля, обработанного при температуре $\approx$700°С. Следовательно, введение зол с повышенным содержанием углерода приводит к увеличению В/Т, снижению ρ_m на 14...17% и прочности при сжатии на 25...27% по сравнению с прокаленной золой. Несмотря на это, морозостойкость образцов и их стойкость к попеременному увлажнению и высушиванию остаются достаточно высокими — 0,97 и 0,98 соответственно, что объясняется так же, как и при использовании золы с добавкой термообработанного угля.

Незначительное снижение прочности золоцементного камня при введении промышленного кокса в состав заполнителя свидетельствует не столько о вредности этих частиц, сколько об их инертности. Наличие неметаморфизованного исходного угля в золах может иметь место лишь в исключительных случаях, в период резких отклонений температурного режима топочного агрегата.

Введение исходного угля приводит к снижению средней плотности и резкому ухудшению физико-механических свойств затвердевшего камня. Это вызвано повышением водотвердого отношения, а также дополнительным возрастанием пористости камня вследствие низкой плотности частиц угля. Кроме того, если учесть, что исходный уголь на 70% состоит из первичных неокисленных микрокомпонентов, то следует предполагать сравнительно быстрое их окисление при эксплуатации и дальнейшее ухудшение свойств бетона.

Для уменьшения отрицательного действия частиц несгоревшего топлива на прочность бетона были проведены исследования по введению поверхностно-активных добавок. Адсорбируясь на поверхности, в трещинах и порах частиц несгоревшего топлива, добавки способствуют снижению В/Т. Так, введение добавки ОП-10 в количестве 0,1% массы золы снизило В/Т с 0,386 до 0,343 и привело к повышению прочности на 20%, а также способствовало повышению морозостойкости и стойкости камня при попеременном увлажнении и высушивании.

Для обеспечения лучшей адсорбции молекул добавки ОП-10 на поверхности органических частиц наиболее целесообразно вводить ее при помоле золы. При использовании зол с содержанием несгоревшего топлива 30% и более рекомендуется вводить их 50% массы заполнителя.

Рекомендованные составы на основе зол с повышенным содержанием невыгоревшего топлива, предназначенные для изготовления ячеистого бетона, прошли успешную проверку в производственных условиях. На их основе были выпущены опытно-промышленные партии стеновых панелей из бетонов автоклавного твердения М 35...75 с ρ_m 500...900 кг/м³ при полной и частичной замене кварцевого песка золами ТЭЦ-20 и ТЭЦ-22 (п. п. п. 20...30%). Испытания несущей способности, жесткости, трещиностойкости панелей показали, что они удовлетворяют требованиям СНиП.

Использование зол ТЭЦ при производстве автоклавного ячеистого бетона обеспечит значительный экономический эффект.

Таблица 1

Вид материала	Содержание, % по массе: зольность (A^c)	летучие (V^r)	углерод (C^r)	водород (H^r)	Плотность, г/см³	Удельная поверхность*, м²/г	Микротвердость, кгс/мм²	Отражательная способность R^0 **
Исходный уголь	23,72	16,19	87,89	3,89	1,55	0,396/1,4	26—64	0,78—4,69
Уголь, обработанный при 300°С	23,99	13,51	88,34	3,67	1,6	0,402/2,3	73—123	1,1—5,26
То же, при 700°С	25,26	6,68	93,08	2,64	1,76	0,46/4,9	100—247	5,14—6,82
То же, при 1000°С	26,05	1,40	97,32	0,91	1,87	0,54/5,8	121—330	5,25—6,97
Промышленный кокс	10,30	0	98,11	0,8	1,98	0,618/14,0	184—336	5,71—11,24
Углеродистая составляющая, выделенная из золы ТЭЦ	29,82	5,07	95,13	1,45	1,83	0,43/4,3	114—286	4,32—6,88

* Перед чертой — по Товарову, после черты — по БЭТ.
** В условных единицах.

Таблица 2

Вид заполнителя		В/Т (по НГ)	ρ, кг/м³	$R_{сж}$, МПа	$K_{Мрз}$ через 150 циклов попеременного замораживания и оттаивания	Коэффициент стойкости через 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания	
Прокаленная зола		0,364	1920	44,0	0,94	1,13	0,71
То же +30% исходного угля		0,4	1720	22,6	0,5	0,54	0,64
То же +30% промышленного кокса		0,37	1826	40,2	0,82	0,88	0,69
Прокаленная зола +30% угля, обработанного при температуре, °С	300°	0,4	1680	36,5	0,81	0,67	0,7
	700°	0,383	1520	30,6	0,96	0,91	0,85
	1000°	0,349	1275	20,4	1,04	0,89	0,84
Зола ТЭЦ-22		0,386	1600	32,2	0,97	0,98	0,83
То же +0,1% ОП-10		0,343	1590	39,3	1,0	1,1	0,86

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТУ 21-31-2-81. Зола теплоэлектростанций как сырье для производства аглопоритового гравия, ячеистого бетона, глиняного и силикатного кирпича. — МПСМ СССР, 1981. — С. 5.
2. Манчук Р. В. Влияние минерального состава цемента и режимов гидротермальной обработки на конечную электропроводность электротехнического бетона: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — Л., 1973. — 21 с.
3. Робертс Дж., Пенкнер А. Коксование и полукоксование углей. — Харьков: ГНТ изд-во Украины, 1938. — С. 78.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.328.004.8

О. П. МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН, чл.-корр. АН ГССР, д-р техн. наук, проф.,
А. В. УШЕРОВ-МАРШАК, канд. техн. наук, С. Б. МОСКАЛЕНКО, инж. (ХИСИ);
В. Г. БРАТЧИКОВ, И. И. СЕЛИВАНОВ, кандидаты техн. наук,
В. И. ВЫРОДОВ, инж. (Харьковский ДСК № 1)

Перспективы использования ПГПФ в технологии сборного железобетона

В отечественной и зарубежной практике все большее распространение получают отходы ферросплавной промышленности, используемые в качестве активной минеральной добавки к бетону. Среди них наибольший интерес представляет пыль газоочистки производства ферросилиция (ПГПФ), так как физико-химические свойства предопределяют ее активность в реакциях образования гидросиликатов кальция [1, 2].

В настоящее время в различных регионах нашей страны улавливается и практически не используется значительное количество ПГПФ.

ХИСИ совместно с институтом ВНИПИЧерметэнергоочистка и Харьковским ДСК № 1 в течение ряда лет проводят исследования, целью которых является определение эффективности применения ПГПФ для совершенствования технологии сборного железобетона на предприятиях КПД. Научной основой эффективного использования добавки послужили положения управляемого структурообразования [3]. Основные физико-химические свойства ПГПФ приведены в табл. 1

Известно, что увеличение удельной поверхности и количества вводимой активной минеральной добавки приводит к уменьшению удобоукладываемости и возрастанию структурной вязкости бетонной смеси. При использовании ПГПФ указанные негативные факторы приобретают особое значение. Удобоукладываемость бетонной смеси с добавкой ПГПФ может быть повышена за счет эффективных пластификаторов, а структурная вязкость уменьшена при корректировании состава бетонной смеси на основе следующих зависимостей, при использовании которых цемент с ПГПФ рассматривается как смешанное вяжущее:

$$Щ = Щ_0 + \Delta Щ, \qquad (1)$$

$$\Delta Щ = \frac{Ф}{\rho_ф} \cdot \rho_п, \qquad (2)$$

$$П = \left(1000 - V_{ц.т} - \frac{Щ}{\rho_щ}\right) \cdot \rho_п, \qquad (3)$$

$$V_{ц.т} = \frac{Ц}{\rho_ц} + \frac{Ф}{\rho_ф} + В, \qquad (4)$$

где $Щ_0$ — расход щебня в исходном составе бетонной смеси, кг/м³; Щ, Ф, П, Ц, В — соответственно расход щебня, ПГПФ, песка, цемента и воды в корректируемом составе бетонной смеси, кг/м³; $\rho_ф$, $\rho_п$, $\rho_щ$, $\rho_ц$ — соответственно плотность ПГПФ, песка, щебня и цемента, кг/м³.

Изучено изменение удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона после тепловой обработки в зависимости от содержания ПГПФ. В качестве пластификатора использовали добавку ХДСК-1 (ТУ 65-356-83 Минпромстроя СССР), полученную на основе порошкообразного концентрата Соликамского ЦБК. Оптимальное содержание ее в бетонной смеси в пересчете на технический лигносульфонат устанавливалось на основании зависимости, связывающей критическую концентрацию ассоциирования макромолекул лигносульфонового комплекса в 0,8—1%-ном растворе едкого натра с показателем $НГ_{цт}$ с добавкой ПГПФ [4].

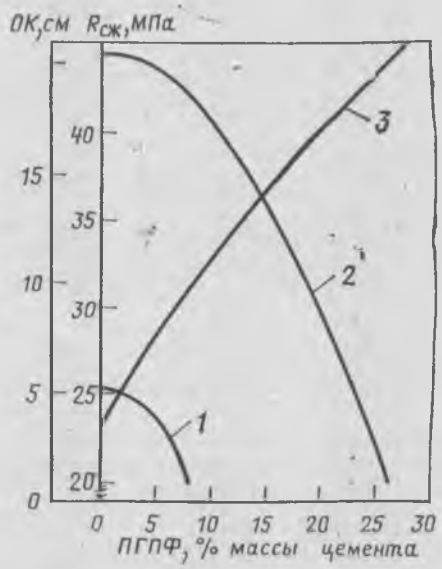


Рис. 1. Изменение удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона при сжатии в зависимости от содержания добавки ПГПФ
1 — ОК без пластификатора; *2* — ОК с пластификатором ХДСК-1; *3* — предел прочности бетона при сжатии

Таблица 1

Химический состав, %								Средний диаметр частиц, мкм	Удельная поверхность, см²/г	Поверхностный заряд, мкК/см²	Объемно-насыпная масса, кг/м³
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	SO_3	п. п. п.				
95,6	0,92	0,54	0,78	0,16	0,15	0,48	1,22	0,1—0,4	15—20	—20	250—300

Бетонные смеси приготавливали из портландцемента марки 400 Балаклеевского цементно-шиферного комбината, кварцевого песка с $М_{кр}$ = 1,3, гранитного щебня фракции 5—20, ПГПФ Алмазнянского завода ферросплавов.

Тепловая обработка бетонных образцов осуществлялась по режиму (2+3+6+2) ч при температуре изотермического прогрева 85°С. Предел прочности при сжатии определялся через 4 ч после тепловой обработки. Результаты представлены на рис. 1.

Удобоукладываемость смеси не уменьшается, если содержание в ней ПГПФ не превышает 3...5% массы цемента для бетонов без пластификатора и 20...22% для бетонов с добавкой ХДСК=1. По мере увеличения содержания ПГПФ от 5 до 20% массы цемента в смеси с добавкой ХДСК-1 прочность тяжелого бетона после тепловой обработки пропорционально возрастает от 20 до 80% по сравнению с бетоном без добавки.

Одной из областей эффективного применения ПГПФ в производстве сборного железобетона является кассетная технология, характеризующаяся сравнительно высоким расходом цемента, энергоемкостью тепловой обработки, низкой оборачиваемостью кассетных установок. Исходя из этого изучено изменение предела прочности тяжелого бетона при сжатии в зависимости от расхода цемента и ПГПФ, температуры и продолжительности изотермического прогрева.

При температуре изотермического прогрева 85°С режим тепловой обработки бетона принимается (3+3+6+2) ч, при 60°С — (2+2+7+1) ч, при 50°С — (1+1,5+8+0) ч, при 40°С — (0+1+9+0) ч. Для сравнения характеристик изготавливали образцы бетона марки М 250 без добавки.

Результаты испытаний представлены в табл. 2 и на рис. 2.

При совместном применении в кассетной технологии добавок ПГПФ и ХДСК-1 обеспечивается решение одной из следующих технологических задач: период изотермического прогрева сокращается с 6 до 1 ч; температура изотермического прогрева уменьшается с 85 до 50°С, а расход цемента — до 35%.

Возможно также достижение комплексного технологического эффекта, например: наряду со снижением расхода цемента уменьшается период или темпера-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тура изотермического прогрева; используются литые бетонные смеси со сниженным расходом цемента при одновременном сокращении продолжительности тепловой обработки изделий.

На предприятиях крупнопанельного домостроения одной из важнейших задач является уменьшение средней плотности наружных стеновых панелей за счет применения беспесчаного керамзитобетона. Особенно актуально решение этой задачи для вибропрокатной технологии, где тепловая обработка изделий производится без предварительного выдерживания и при использовании жесткого и кратковременного (до 4 ч) режима. Были выполнены исследования для определения возможности перевода вибропрокатной технологии на изготовление наружных стеновых панелей из беспесчаного керамзитобетона с добавкой ПГПФ. Изучено изменение предела прочности при сжатии в процессе и после тепловой обработки, плотности, морозостойкости и коэффициента теплопроводности керамзитобетона, поризованного пеной и без нее. Для сравнения изготавливали образцы керамзитобетона марки 75, с использованием кварцевого песка в качестве мелкого заполнителя.

Составы смесей подбирали для получения керамзитобетона слитной структуры с межзерновой пустотностью 12% в образцах, поризованных пеной, и 6% — без нее. Количество воды затворения обеспечивало достижение жесткости смеси, равной 40 с. В качестве исходных компонентов использовали быстротвердеющий цемент марки 500 Балаклеевского цементно-шиферного комбината, кварцевый песок с $M_{кр}=1{,}3$, ПГПФ Алмазнянского завода ферросплавов, дробленый керамзитовый гравий насыпной плотностью 720 кг/м³. Поризация керамзитобетонной смеси осуществлялась тонкодисперсной пеной, полученной из пенообразователя П-1 (ТУ 65.33-27-85 Минпромстроя СССР). Составы бетонных смесей приведены в табл. 3.

Тепловая обработка образцов осуществлялась без предварительного выдерживания при температуре изотермического прогрева 90°С в течение 4 ч; результаты испытаний представлены в табл. 4.

При использовании в керамзитобетонной смеси добавки ПГПФ процесс твердения бетона значительно ускоряется. В результате при вибропрокатной технологии обеспечивается не только возможность применения поризованного беспесчаного керамзитобетона, но и сокращение расхода цемента. Керамзитобетон с добавкой ПГПФ характеризуется улучшенными свойствами по сравнению с контрольными образцами. Наиболее эффективно использование ПГПФ в керамзитобетоне с применением пенообразователя П-1. При этом средняя плотность и коэффициент теплопроводности уменьшаются соответственно на 25 и 40%. Если контрольные образцы выдержали 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания, то в образцах с использованием ПГПФ и пенообразователя П-1 наблюдается увеличение предела прочности при сжатии.

Таблица 2

№ состава смеси	$t_{из}$, °С	Расход цемента, кг/м³	ПГПФ, % массы цемента	ХДСК-1, % массы цемента	В/Ц	О. К., см	Предел прочности бетона при сжатии после тепловой обработки, МПа
1	85	430	—	—	0,55	9	17,5/26,7
2	85	430	—	0,35	0,45	10	26,0/35,4
3	85	430	20	0,40	0,55	10	39,5/41,5
4	85	430	15	0,38	0,55	17	34,3/37,2
5	85	315	20	0,40	0,67	9	30,8/32,9
6	85	315	10	0,35	0,67	16	22,7/26,5
7	85	260	15	0,38	0,80	9	21,2/23,8
8	60	430	20	0,40	0,55	10	28,0/35,9
9	60	315	20	0,40	0,67	9	18,0/26,8
10	50	430	20	0,40	0,55	10	17,6/31,2
11	50	315	20	0,40	0,67	9	11,3/23,1
12	40	430	20	0,40	0,55	10	11,4/28,0

Примечание. Перед чертой — через 4 ч; после черты — через 28 сут.

Таблица 3

№ состава	Цемент, кг/м³	Песок, кг/м³	ПГПФ, кг/м³	Керамзитовый гравий, л/м³	Пена, л/м³
1	260	350	—	1070	—
2	200	—	100	1070	—
3	200	—	70	1070	70

Санитарно-токсикологические исследования не выявили негативных эффектов действия как добавки ПГПФ, так и бетонов с добавкой, в результате чего добавка допущена к применению в технологии сборного железобетона.

На Харьковском ДСК № 1 с 1985 г. проводится подготовка производства для применения добавки ПГПФ в кассетной технологии железобетонных изделий из тяжелого бетона и в вибропрокатной технологии для выпуска наружных стеновых панелей. Установлено, что для транспортирования, хранения и дозирования ПГПФ может быть использовано типовое технологическое оборудование, предназначенное для цемента.

Таблица 4

№ состава	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м³	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/м·°С	Предел прочности бетона при сжатии после тепловой обработки, МПа, через				Изменение предела прочности при сжатии при испытании на морозостойкость, %, через циклов		
			1 ч	29 сут	3 мес	6 мес	25	35	50
1	1420	0,425	6,2	8,0	12,6	13,1	—4	—8	—23
2	1115	0,281	9,7	12,9	17,8	18,4	0	—3	—8
3	1050	0,255	7,4	9,9	17,5	18,3	+3	+5	+10

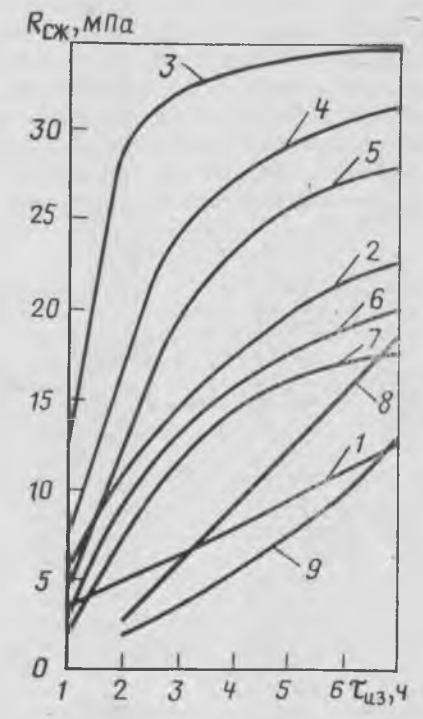


Рис. 2. Кинетика твердения бетона в период изотермического прогрева

1—9 — номера составов бетонных смесей по табл. 2

На основании описанных исследований комиссия по тепловой обработке научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР и секция «Тепло- и массоперенос в процессах твердения материалов на основе вяжущих веществ» Госкомитета СССР по науке и технике рекомендовали применение добавки ПГПФ в технологии бетона и железобетона, а также разработаны и утверждены Минпромстроем СССР Рекомендации по применению тонкодисперсной добавки ПГПФ в бетонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Traetteberg A., Silica fume as a pozzolanic material. — I L Cemento, 1978, №75, p. 369 — 376.
2. Интенсификация структурообразования бетонов автоклавного твердения/И. Б. Удачкина, Ю. Д. Нациевский, П. В. Захарченко и др. // Строительные материалы. — 1984. — № 1. — С. 28—29.
3. Мчедлов-Петросян О. П. Химия неорганических строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1971. — 224 с.
4. Модифицирование технических лигносульфонатов — средство управляемого структурообразования в бетонах / О. П. Мчедлов-Петросян, В. Г. Братчиков, И. И. Селиванов, А. В. Ушеров-Маршак // Всесоюз. конф. по коллоидной химии и физико-химической механике: Тез. докл. — Ташкент, 1983. — С. 128—130.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:620.179.16

И. Э. ШКОЛЬНИК, канд. техн. наук (ЦМИПКС МИСИ)

Ультразвуковая диагностика качества бетона по показателям нелинейности деформирования

Отсутствие линейной зависимости между напряжением и деформацией следует из фундаментальных положений современной теории строения твердых тел и наблюдается на всех уровнях нагружения бетона [1, 2].

Многочисленные экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что даже при малых деформациях ($10^{-4}...10^{-6}$) зависимость между напряжением и деформацией нелинейна для различных строительных материалов [3]. Для цементного камня, раствора и бетона отклонения от закона Гука отмечаются при деформациях, не превышающих $(1...2)10^{-4}$. Использование интерференционной техники позволило установить, что и для деформаций $1{,}7\cdot10^{-6}...7\cdot10^{-6}$ (погрешность измерений 1%) также характерна нелинейность деформирования даже для металлов.

Значение изложенных положений с позиций ультразвуковой диагностики нелинейности деформирования бетона становится очевидным, если принять во внимание следующие обстоятельства. Известно, что деформации $10^{-5}...10^{-6}$ отмечаются и при распространении ультразвуковых колебаний. Следовательно, нагружать материал можно изменением амплитуды колебаний. Это очень важно с точки зрения разработки ультразвуковых методов определения показателей нелинейности деформирования бетона, поскольку избавляет от необходимости другого внешнего воздействия. Учитывая изложенное, в МИСИ проведены теоретические и экспериментальные исследования, направленные на создание ультразвуковых методов и приборов для диагностики показателей нелинейности деформирования b и установления связи измеренных показателей с прочностью бетона.

Как показано в работе [3], при деформациях $10^{-4}...10^{-6}$ наилучшее совпадение с экспериментальными значениями дают степенные зависимости между напряжением σ и деформацией ε и, в частности,

$$\sigma = E_0\,\varepsilon - b\,\varepsilon^2. \qquad (1)$$

При распространении в бетоне ультразвуковых колебаний с частотой ω возникают деформации, изменяющиеся по гармоническому закону $\varepsilon = \varepsilon_0 \cos\omega t$ (ε_0 — амплитуда деформаций). Исходя из того, что для бетона характерна зависимость (1), получим

$$\sigma = E_0\,\varepsilon_0 \cos\omega t - \frac{1}{2}\,b\,\varepsilon_0^2 \cos 2\omega t - \frac{1}{2}\,b\,\varepsilon_0^2. \qquad (2)$$

Из выражения (2) следует, что при нелинейной зависимости между напряжением и деформацией в бетоне должна появиться вторая гармоника, амплитуда которой тем больше, чем больше амплитуда основного тона и показатель нелинейности деформирования. Иными словами, b можно определить измерением амплитуды второй гармоники. Для реализации данного метода создана лабораторная установка (рис. 1), принцип работы которой следующий. Ультразвуковые колебания, вырабатываемые генератором, поступают на фильтр, настроенный на основную частоту (50 кГц) и существенно ослабляющий гармоники. Затем колебания подаются на передающий преобразователь, распространяются через образец и поступают на приемный преобразователь. После этого колебания проходят через фильтр-пробку, существенно подавляющий основную частоту и незначительно уменьшающий амплитуду второй гармоники (100 кГц). Далее напряжение поступает на резонансный усилитель, а затем на анализатор спектра (СК4-58). На рис. 1 представлены спектрограммы для оргстекла, раствора и бетона (первая гармоника слева). Из рис. 1 видно, что у бетона, который является более неоднородным материалом и обычно характеризуется большей кривизной диаграммы деформирования по сравнению с раствором, отношение амплитуды второй гармоники к первой возрастает. Для установления зависимости между отношением амплитуды второй гармоники к первой и прочностью в возрасте 28 сут испытаны образцы бетона. Прочность бетона изменяли вариацией В/Ц в диапазоне 0,35... 0,595. В результате обработки экспериментальных данных выяснилось, что для исследованных составов с увеличением прочности бетона отношение амплитуды второй гармоники к первой уменьшается.

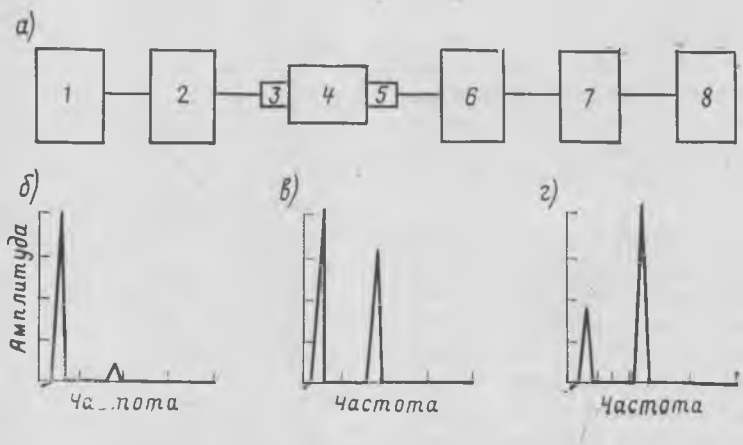


Рис. 1. Блок-схема установки (*а*) и спектрограммы ультразвуковых колебаний, прошедших через оргстекло (*б*), раствор (*в*) и бетон (*г*)

1 — генератор; *2* — фильтр; *3* — передающий преобразователь; *4* — образец; *5* — приемный преобразователь; *6* — фильтр-пробка; *7* — резонансный усилитель; *8* — анализатор спектра

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

При этом с надежностью 90% установлено, что между прочностью и показателем нелинейности существует корреляционная зависимость ($r=-0{,}82$). Таким образом, показатель нелинейности деформирования, измеренный по отношению амплитуд гармоник, может служить дополнительным параметром для нахождения прочности бетона.

Из зависимости (1) вытекает также что показатель нелинейности характеризуется относительным изменением модуля упругости при деформировании (нагружении). Следовательно, его можно определить и по относительному изменению скорости распространения колебаний при изменении амплитуды.

Для реализации этого метода измерений служит устройство*, позволяющее получить информацию о реакции структуры материала на внешнее воздействие в результате определения сдвига фаз ($\Delta\varphi$) между опорным и исследуемым сигналами, который пропорционален относительному изменению скорости и, таким образом, является показателем нелинейности деформирования. В соответствии с разработанным способом при измерениях увеличивается амплитуда электрического напряжения на передающем преобразователе и регистрируется сдвиг фазы $\Delta\varphi$. Для нахождения связи измеренного значения сдвига фазы с прочностью испытывали образцы бетона различного состава и возраста.

На рис. 2 представлены результаты ультразвуковых и механических испытаний образцов бетона из производственных замесов, применяемых на Вяземском заводе для изготовления шпал. С увеличением $R_{сж}$ и возраста показатель нелинейности (сдвиг фазы $\Delta\varphi$) уменьшается. При этом уравнение регрессии имеет вид $R=66{,}55-6{,}84\ \Delta\varphi$, относительное среднее квадратическое отклонение $S_T^*=9.7\%$ для постоянной базы прозвучивания и погрешности измерения сдвига фаз $\pm 20\%$.

В результате исследований установлено, что разработанный способ и устройство целесообразно использовать для контроля прочности бетона высоких марок (М50...М70 МПа) и уменьшения погрешности определения прочности бетона в строящихся и эксплуатируемых конструкциях, когда нет образцов для построения зависимости скорость — прочность [4].

Обратно пропорциональную зависимость между прочностью и показателем нелинейности деформирования бетона можно получить на основе рассмотрения модели твердого тела, имеющего нарушения сплошности, и с учетом того, что в процессе деформирования изменяются его начальные упругие и структурные характеристики. При этом анализ экспериментальных данных советских и зарубежных исследователей, полученных по результатам 525 испытаний широкого класса бетонов, приготовленных по различной технологии с применением разнообразных методов уплотнения, портландцементов и заполнителей [2], приводит к выводу, что превалирующее влияние на показатель нелинейности оказывает содержание цементного теста (рис. 3). Минимальное значение показателя нелинейности отмечается для цементного камня ($0{,}218\cdot 10^{-2}$ МПа$^{-1}$).

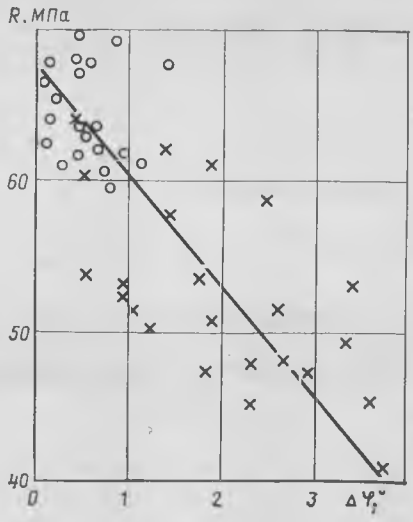


Рис. 2. Зависимость между R и показателем нелинейности деформирования $\Delta\varphi$, использованная для определения прочности бетона в шпалах в возрасте: × — 3 сут; ○ — 28 сут

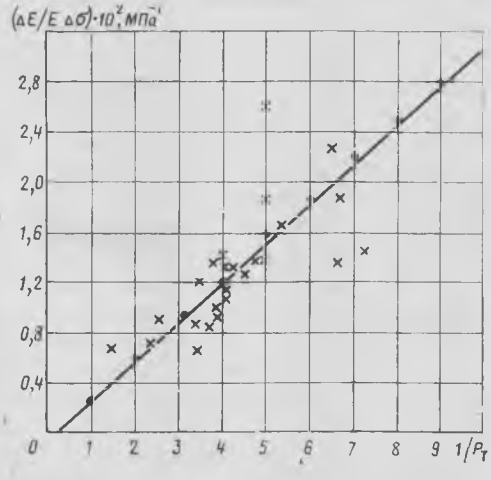


Рис. 3. Зависимость между показателем нелинейности деформирования ($\Delta E/E\Delta\sigma$) и содержанием цементного теста p_T

○ — теоретические значения; × — экспериментальные

Проведенные исследования свидетельствуют также, что ультразвуковые методы могут быть рекомендованы для количественной оценки структурных изменений, происходящих в материале при нагружении. Как известно, при напряжениях сжатия, превышающих R_T^0 (первая параметрическая точка), уменьшение скоростей распространения продольных и сдвиговых волн отражает необратимые процессы внутреннего разрушения в материале. Следовательно, диаграмма деформирования на участке напряжений между $\sigma=R_T^0$ и $\sigma=R_T^v$ (R_T^v — вторая параметрическая точка) имеет петлю гистерезиса, площадь которой характеризует потери энергии на микротрещинообразование. Аналитическое выражение для необратимой работы ΔA в единице объема $W=a^3$ в первом приближении получают вычислением площади, ограниченной петлей гистерезиса. Эффективная же энергия, необходимая для устойчивого роста микротрещин, равна $2\gamma_1\Delta S$ (γ_1 — удельная эффективная энергия, ΔS — площадь новых поверхностей разрыва сплошного бетона). Полагая, что потери упругой энергии ΔA в диапазоне напряжений $R_T^0 \leqslant \sigma \leqslant R_T^v$ обусловлены главным образом микротрещинообразованием, можно по результатам ультразвуковых измерений оценить величину коэффициента $K_{1c}^2 = \gamma_1 E_0$, который характеризует сопротивление образованию трещин (вязкость разрушения) [5]

$$K_{1c}^2=\frac{1}{2}\ \frac{\Delta v}{v_0\,\Delta S}\ (R_T^v-R_T^0)^2\,W, \quad (3)$$

где $\Delta v/v_0$ — относительное изменение скорости распространения продольных волн при действии напряжений в диапазоне $R_T^0 \leqslant \sigma \leqslant R_T^v$. Как показано в работе [2], между призменной прочностью $R_{пр}$ и параметрическими точками R_T^0, R_T^v существуют усредненные зависимости, из которых следует, что $R_T^v - R_T^0 = 0{,}325\ R_{пр}$.

Величина $\Delta S/a^2$, входящая в выражение (3), по физическому смыслу представляет собой изменение начальной пористости вследствие появления микротрещин и по данным радиометрических измерений соответствует примерно 1,2% при изменении скорости на 1%. Учитывая также, что в соответствии с имеющимися экспериментальными данными среднее значение $\frac{\Delta v}{v_0} \simeq 1\%$, $R_{пр}=0{,}74\ R_{сж}$ из формулы (3) получим $\frac{K_{1c}}{R_{сж}} \simeq 1{,}6\cdot 10^{-2}$. Правомерность данной оценки подтверждается сравнением с экс-

---

* А. с. 1146593 СССР, МКИ *G* 01 *N* 29/00. Способ ультразвукового контроля строительных материалов в конструкциях и устройство для ультразвукового контроля строительных материалов в конструкциях / Б. М. Красновский, И. Э. Школьник, В. Я. Фишман, В. А. Юровский, Ю. Н. Мизрохи (СССР) // Открытия, Изобретения.— 1985.— № 11. — С. 132.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

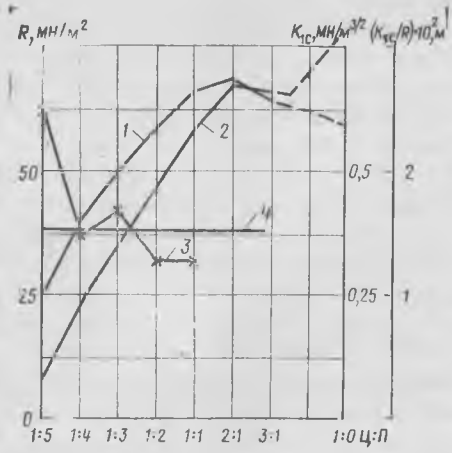


Рис. 4. Зависимость между $R_{сж}$ и K_{1c} [5] и $K_{1c}/R_{сж}$

1 — вязкость разрушения; *2* — $R_{сж}$; *3* — экспериментальные значения $K_{1c}/R_{сж}$; *4* — вычисленное среднее значение $K_{1c}/R_{сж}$

периментальными результатами [5] (рис. 4).

Таким образом, ультразвуковые методы измерения показателей нелинейности деформирования позволяют получить информацию о таких свойствах, как прочность бетона, включая марки М50...М70, и сопротивление образованию трещин, определяющих надежность железобетонных конструкций в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко В. М., Бондаренко С. В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. — М.: Стройиздат, 1982. — 285 с.
2. Берг О. Я., Щербаков Е. Н., Писанко Г. Н. Высокопрочный бетон. — М.: Стройиздат, 1971. — 208 с.
3. Белл Дж. Ф. Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. — М.: Наука, 1984. — 596. с.
4. Красновский Б. М., Школьник И. Э., Юровский В. А. Повышение эффективности ультразвукового метода контроля прочности на основе измерения параметров нелинейности бетона // Изв. вузов. Сер. Строительство и архитектура. — 1985. — № 2. — С. 94—96.
5. Панасюк В. В., Бережницкий Л. Г., Чубриков В. М. Оценка трещиностойкости цементного бетона по вязкости разрушения // Бетон и железобетон. — 1981. — № 2. — С. 19—20.

Новые книги Стройиздата

Соломин В. И., Шматков С. Б. **Методы расчета и оптимальное проектирование железобетонных фундаментных конструкций.** — М.: Стройиздат, 1986.— 208 с.

Борисов Ю. Д. **Экономические проблемы повышения производительности труда в строительстве.** — М.: Стройиздат, 1986.—184 с.

Синяков В. К., Никольский А. Ю., Фролов Н. Н. **Строительные материалы и работы:** Учеб. для техникумов. — М.: Стройиздат, 1986.—432 с.

УДК 624.012.667.6.45:69.059.4

В. В. ШНЕЙДЕРОВА, канд. техн. наук, С. Е. СОКОЛОВА, инж. (НИИЖБ);
В. И. НИКИТИН, канд. техн. наук (Брестский инженерно-строительный ин-т)

Долговечность конструкций с лакокрасочными покрытиями в агрессивных средах

Широкое применение железобетонных конструкций при строительстве зданий и сооружений, эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивных средах, выдвигает на первый план проблему обеспечения их долговечности. Известно, что защищать конструкции наиболее экономично антикоррозионными лакокрасочными покрытиями. Рациональные способы проектирования конструкций допускают деформирование поверхности бетона вплоть до образования трещин, которые возникают из-за усадочных и температурных напряжений и других факторов. Однако выпускаемый до сих пор Минхимпромом СССР практически весь ассортимент химически стойких лакокрасочных покрытий не обеспечивает бездефектной защиты, так как все покрытия изготовляют с использованием жестких полимеров, разрушающихся при допускаемом СНиП 2.03.11—85 раскрытии трещин 0,1...0,3 мм. Даже при отсутствии трещин в подложке традиционные покрытия из-за высоких внутренних напряжений выдерживают межремонтные сроки службы не более 3... 6 лет.

Как показали многолетние исследования НИИЖБ, гарантированную антикоррозионную защиту железобетонных конструкций от действия агрессивных сред можно обеспечить путем разработки и применения нового вида трещиностойких, химически стойких лакокрасочных покрытий на основе каучукообразных пленкообразующих веществ [1].

Наиболее широкие и длительные исследования проводят в направлении разработки покрытий на основе полихлоролефинов. В ходе создания нового вида покрытий были разработаны «Методические рекомендации по определению свойств антикоррозионных покрытий бетона», принятые в настоящее время институтами стран — членов СЭВ.

Нанесенное на бетон трещиностойкое химически стойкое покрытие при возможном последующем образовании в нем трещин должно, несмотря на потерю адгезионной связи с поверхностным слоем подложки (на участке трещин), сохранять защитные свойства при эксплуатации.

Исследование покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) показывает, что трещиностойкость при увеличении толщины покрытия от 100 до 200 мкм возрастает вдвое и достигает оптимального значения 4 мм, а при дальнейшем изменении толщины от 200 до 400 мкм возрастает только на 10...13% (рис. 1). При этом запас трещиностойкости по сравнению с нормой — десятикратный.

Однако при эксплуатации наблюдается многократное воздействие факторов, вызывающих деформацию конструкций в нормируемых изделиях. В связи с этим исследовали влияние повторных деформаций на покрытия при разных периодах (Т) раскрытия трещин во времени.

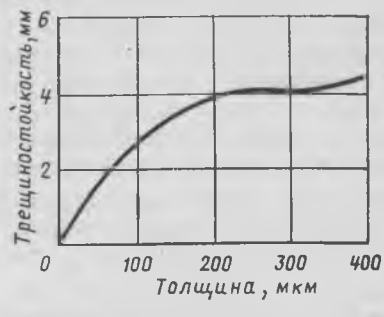


Рис. 1. Влияние толщины покрытия на основе ХСПЭ на трещиностойкость

Области оптимальной трещиностойкости покрытия на основе эмали ХП-799 при Т=0,04 мин, выраженные усталостной выносливостью, показаны на рис. 2. Увеличение толщины покрытия от 200 до 300 мкм повышает его деформативность на 50%, от 300 до 400 мкм — на 70% при ширине раскрытия трещин 0,2 мм. При увеличении ширины раскрытия трещин свыше нормируемой положительный эффект снижается. Однако деформируемое покрытие и в этом случае сохраняет защитные свойства при

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тысячекратном раскрытии трещин под покрытием.

В последние годы разработаны модифицированные хлорсульфированным полиэтиленом битумные покрытия (ХПБМ) [2], наиболее дешевые и толстослойные по сравнению с ХСПЭ. Высокий показатель химической стойкости в сочетании с хорошей адгезией и значительной деформативностью (в том числе трещиностойкостью) позволяет рассчитывать на большую эффективность этих покрытий при использовании в строительстве [3, 4].

Область оптимальной усталостной выносливости покрытий ХПБМ при Т=0,04 мин (см. рис. 2) показывает, что при толщине 200 мкм и ширине раскрытия трещины в бетоне 0,3 мм покрытие выдерживает деформации до 1,5 тыс. циклов. Повышение толщины покрытия в 3 раза увеличивает его способность к деформации в 5 раз.

Трещиностойкие химически стойкие покрытия с применением полихлоролефиновых пленкообразующих имеют минимальные внутренние напряжения и тем самым продлеваются сроки их службы. Это подтверждает опыт применения покрытий при защите в ряде отраслей народного хозяйства, где они эксплуатируются в сильно агрессивных средах в течение 15...20 лет без заметной потери защитных свойств.

Защитные свойства изучаемых покрытий имеют многофакторную зависимость не только от вида самого покрытия, технологии его нанесения и агрессивности эксплуатационной среды, но и от свойств защищаемой железобетонной конструкции и условий ее работы. При этом большое значение имеют пределы допускаемого раскрытия трещин конструкции, наличие повторных деформаций и периодичность повторения деформаций во времени.

Для обеспечения выбора и проектирования трещиностойких систем покрытий с заданными свойствами при защите конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, были проведены натурные испытания с использованием метода планирования эксперимента [5]. В итоге была найдена зависимость для определения долговечности лакокрасочных покрытий при защите строительных конструкций, допускающих раскрытие трещин на поверхности бетона

$$П = N \cdot 10^3 \, Т, \qquad (1)$$

где П — продолжительность работы покрытия до разрушения; Т — период одного раскрытия трещины в бетоне; N — число циклов раскрытий трещин, выдерживаемых покрытием без разрушения.

Число циклов раскрытий трещин для

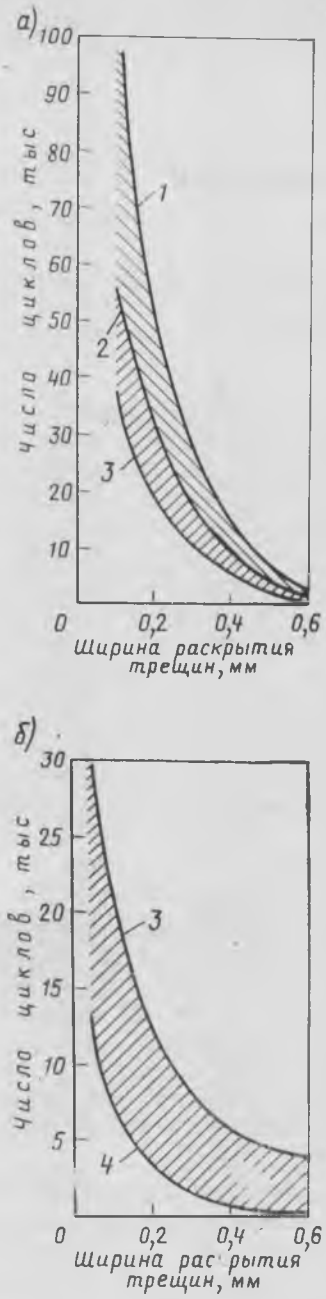


Рис. 2. Область оптимальной усталостной выносливости покрытия

а — на основе ХСПЭ; *б* — на основе ХПБМ Толщина покрытия: а): 1 — 400; 2 — 300; 3 — 200; б): 3 — 600; 4 — 200

лакокрасочных покрытий на основе ХСПЭ определяется по формуле

$$N = 1{,}06 - 8{,}7\,с + 4{,}35\,с^2 + \frac{(10{,}4 - 56{,}8\,с + 28{,}4\,с^2)\cdot Т}{0{,}0001\cdot Т^2 + 10\,Т + 1} - (2{,}93 - 15{,}1\,с)\cdot\frac{\delta}{a_т} - \frac{(421 - 1800\,с + 900\,с^2)\cdot Т}{0{,}0001\,Т^2 + 10\,Т + 1}\cdot\frac{\delta}{a_т}, \qquad (2)$$

где δ — толщина покрытия; $a_т$ — ширина раскрытия трещины; с — содержание ХСПЭ в покрытии по сухому веществу.

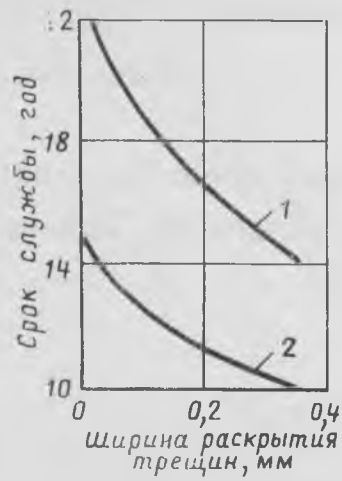


Рис. 3. Зависимость срока службы покрытий на основе ХСПЭ от ширины раскрытия трещин (Т<8 ч)

1 — эмаль ХП-799; *2* — состав ХПБМ-2

Полученная зависимость позволяет при минимальном числе экспериментов решить вопрос о продолжительности работы покрытия в зависимости от его вида и толщины, а также от ширины раскрытия трещин в бетоне и периодичности повторения деформаций.

Зависимость срока службы различных покрытий на основе ХСПЭ от ширины раскрытия трещин представлена на рис. 3.

Высокий уровень деформативности трещиностойких покрытий на основе ХСПЭ в сочетании с химической стойкостью обеспечивает долговечную защиту бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах.

Покрытия на основе хлорсульфированного полиэтилена и его различных модификаций все шире применяют в целом ряде отраслей в строительстве. Их использование позволяет получать экономический эффект 6...12 р. на 1 м² защищаемой поверхности конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шнейдерова В. В., Медведев В. М., Мигаева Г. С. О трещиностойкости защитных покрытий // Бетон и железобетон. — 1969. — № 1. — С. 17—18.
2. Шнейдерова В. В. Трещиностойкие утолщенные покрытия для защиты строительных конструкций на основе битума, модифицированного ХСПЭ // Тез. докл. на семинаре «Повышение стойкости и защита от коррозии строительных материалов и конструкций». — Челябинск, 1982. — С. 17.
3. Рекомендации по приготовлению и применению покрытий на основе модифицированного хлорсульфированного полиэтилена для защиты от коррозии и герметизации очистных сооружений. — М.: НИИЖБ, 1984. — 49 с.
4. Рекомендации по приготовлению и применению трещиностойких покрытий на основе ХПБМ для безрулонных кровель. — М., 1984. — 56 с.
5. Руководство по применению латинских планов при планировании эксперимента с качественными факторами. — Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1971. — 156 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:620.197

А. М. ВИКТОРОВ, инж.-геолог (НИС Гидропроекта)

Предотвращение щелочной коррозии увлажняемого бетона

Под щелочной коррозией бетонных сооружений понимается явление, при котором в поверхностной части увлажненного бетона возникают трещины, обусловленные взаимодействием преимущественно крупного (более 5 мм) заполнителя кремнеземистого состава со щелочами портландцемента (Na_2O, K_2O)

В результате такого взаимодействия вокруг частиц заполнителей образуется оболочка из гидросиликата кальция, которая со временем (через 2...10 лет), нарастая, преодолевает когезию цементного камня и вызывает растрескивание бетона. При значительной пористости поверхности заполнителей продукты реакции поглощаются, и оболочка не возникает.

Щелочная коррозия обычно происходит в увлажненном бетоне, где применен портландцемент, содержащий щелочи более 0,6%, и непористые потенциально реакционноспособные заполнители (ПРС-заполнители) с водопоглощением менее 0,6% (табл. 1).

Данные табл. 1 позволяют геологам и проектировщикам правильно оценивать качество заполнителей для бетона с точки зрения их потенциальной способности вызывать щелочную коррозию бетона.

Наиболее доказательными признаками отсутствия или наличия щелочной коррозии бетона, где заполнителями служили ПРС-гравий или щебень, являлось состояние гидротехнических сооружений на реках Каме, Белой и Днестре, устанавливаемое при натурном обследовании. С 1973 по 1979 гг. автором был обследован бетон гидротехнических сооружений 3—25-летнего возраста, приготовленный на портландцементе с различным содержанием щелочей и активных добавок (трепела, опоки и шлаков от 7 до 15%), при среднем расходе цемента в 220...320 кг/м³ бетона. Заполнителями служили гравий, содержащий ПРС-кремни от 15 до 60%, и песок, включающий зерна кремня от 5 до 30%. Активно растворимого кремнезема в частицах кремня (S_c) по химическому анализу содержалось 108...248 ммоль/л для гравия и 98...133 ммоль/л — для песка из отложений р. Камы. Более высокое содержание S_c (394...454 ммоль/л) отмечалось для кремневых зерен в гравии и песке из отложений р. Белой.

Было осмотрено 240 м стенок напорной части потерн бетонной плотины на р. Днестре, сооруженной в 1958 г.; 800 м стенок смотровой и дренажной потерн бетонной плотины и встроенной ГЭС, сооруженной в 1957 г. на р. Каме; 567 м потерн в бетоне ГЭС и водосливной плотине, а также бетонные напорные стенки машинного зала и полости ГЭС, построенной в 1957—1965 гг. на р. Каме; 700 м бетонных плит, уложенных по крутому откосу р. Белой под Уфой в 1950—1977 гг. для защиты от размыва берега при паводках и подпоре.

Таблица 1

Петрографический состав заполнителей для бетона (гравия и щебня)	Содержание активно растворимого кремнезема (S_c), ммоль/л					
	50—150		150—400		400—800	
	Содержание в пробе ПРС-частиц, % по массе					
	5—10	более 10	5—10	более 10	5—10	более 10
Кремни и окремнелые породы	Н	УПРС	Н	ПРС	ПРС	ПРС
Песчаники кварцитовидные с опалово-халцедоновым цементом, занимающим более 10% площади шлифа	ПРС	ПРС	ПРС	РС	РС	РС
Андезиты, дециты, вулканические туфы, содержащие более 10% площади шлифа, нераскристаллизованное среднекислое и кислое вулканическое стекло	УПРС	ПРС	РС	РС	ПРС	РС

Примечание. ПРС — потенциально реакционноспособные заполнители при содержании Na_2O в портландцементе более 0,6%; УПРС — условно ПРС, при содержании Na_2O в цементе более 1,2%; РС — реакционноспособные заполнители, требующие специальных мер и ограничений при использовании в бетоне (запрещение противоморозных добавок, необходимость повышенного содержания активных добавок в цементы или применение пуццоланового цемента); Н — нереакционноспособные заполнители; S_c, ммоль/л — опалово-халцедоновый (аморфный) кремнезем или нераскристаллизованное вулканическое стекло, растворимое в щелочах.

Натурные обследования показали отсутствие щелочной коррозии бетона указанных сооружений. Это объясняется невысоким содержанием щелочей в портландцементах, которое до 1970-х годов в основном не превышало 0,8...1%; значительным количеством (до 15%) активных добавок (трепела, опоки, шлаков) в портландцементе; невысоким расходом портландцемента (220...320 кг/м³), когда содержание щелочей допустимо до 1%; значительным (10...30%) содержанием в песке-заполнителе зерен кремня, играющих роль активных добавок; преобладанием кремневых частиц в гравии мелких размеров (5...20 мм).

Щелочная коррозия может быть предотвращена, если применить способы борьбы с ней, учитывающие не только технологию приготовления бетона, но и климатические условия, в которых возводится сооружение.

Для бетона подводной или иных зон сооружений, не подвергающихся воздействию мороза, необходимо использовать пуццолановые цементы. Для бетона морозостойких зон сооружений, где применяются ПРС-заполнители (гравий или щебень), а также портландцемент с содержанием щелочей более 0,6%, рекомендуется использовать портландцементы, содержащие не менее 10% активных добавок (трепела, опок, диатомитов и т. п.).

Основной мерой противодействия щелочной коррозии является снижение расхода портландцемента в бетоне. Исходная масса цемента — 500 кг на 1 м³ бетона при содержании щелочей 0,6%. При этом наибольшее содержащие щелочи (в пересчете на Na_2O) — 1,2% соот-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Предельно допустимое содержание щелочей (Na_2O) в портландцементах, в % к массе	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Расход портландцемента в кг на 1 м³ бетона (округленно)	500	400	375	330	300	270	250

ветствует расходу цемента в 250 кг на 1 м³ бетона. Рекомендуемый расход портландцемента в кг на 1 м³ бетона в зависимости от содержания в нем щелочей приведен в табл. 2.

Как дополнение к указанным выше способам следует использовать добавку в бетонную смесь природного песка, содержащего не менее 10% зерен кремня или других ПРС-пород (играющих роль активных добавок). Количество этой добавки должно возрастать от 10 до 25% по массе в зависимости от увеличения ПРС-заполнителей (гравия или щебня). При отсутствии ПРС-зерен в песке могут применяться высевки от дробления ПРС-пород в количестве 15...25%.

Для бетона с требованиями по морозостойкости до 150 циклов можно использовать пуццолановые цементы, но с обязательным введением комплексных пластифицирующих добавок.

Выводы

Многолетние исследования увлажняемого бетона показали, что применение описанных способов противодействия щелочной коррозии с учетом условий, в которых находятся бетонные сооружения, позволяют широко использовать большинство ПРС-заполнителей, но с полным исключением щебня и гравия из кварцитовидных опалово-халцедоновых песчаников.

При использовании ПРС-заполнителей не должны применяться противоморозные добавки-соли. Допуск их в самых ограниченных количествах следует определять предварительными испытаниями в бетоне, при условии содержания ПРС-частиц не более 5%.

УДК 691.327:539.37/.38.001

А. В. ЯШИН, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Теория деформирования бетона при простом и сложном нагружениях

Наиболее полный учет неупругих (псевдопластических) деформаций бетона лежит в основе повышения эффективности расчета железобетонных конструкций при определении напряженно-деформированного состояния на всех стадиях работы. В случае неоднородного напряженного состояния в расчетах используют различные теории прочности и пластичности бетона [1—3]. В работе [1] обращено внимание на возможность учета влияния шарового тензора напряжений, характеризуемого параметром σ. Выделяя из классических теорию прочности О. Мора, получившую в свое время наибольшее распространение, в работе [1] отмечено качественное несоответствие ее с некоторыми фактами, в частности, принижение роли отрывного механизма разрушения бетона по сравнению со скольжением. На основе анализа экспериментальных данных последних лет НИИЖБ предложены новые соотношения между упругопластическими деформациями и напряжениями, гораздо полнее учитывающие проявление неупругости, псевдопластичности бетона при всех важнейших типах напряженного состояния, что имеет большое значение для повышения эффективности расчетов.

Вначале остановимся на интерпретации соотношений, относящихся к теориям деформационного типа [3], в которых была учтена нелинейность развития деформаций бетона, объемное расширение (эффект дилатации) и их зависимость от напряженного состояния в стадии, близкой к разрушению. В представленном анализе ползучесть бетона в явном виде не присутствует — предполагается, что процессы нагружения происходят в небольшом промежутке времени. В принципе, ее влияние может быть учтено одним из способов, изложенных в работе [4]. При неоднородном напряженном состоянии с повышением среднего напряжения σ сжимаемость бетона несколько увеличивается — при преобладании двух главных сжимающих напряжений $\sigma_1, \sigma_2 > 0$ и одном растягивающем $\sigma_3 < 0$ с возрастанием плотности до конца (рис. 1) или до уровня микротрещинообразования $\sigma = \sigma_{кр}$ при двух-, трех- и одноосном сжатии, после чего сжимаемость сменяется расширением бетона (рис. 2). Это экспериментально установленное изменение относительного объема бетона θ соизмеримо с его упругими изменениями и может быть рассчитано по формуле

$$\theta = 3\varepsilon = \frac{\sigma K_2(\sigma, \bar{\sigma}, s_1)}{K_0 K_1(\sigma)}, \quad (1)$$

где $K_1(\sigma)$ — нелинейная функция:

$$K_1(\sigma) = \frac{1 + c_1 \sigma^2}{1 + c_2 \sigma^2},$$

учитывающая начальное уменьшение объема с повышением плотности бетона; K_2 — функция: $K_2 = 1 - d_1 \cdot \left(\frac{\sigma}{\bar{\sigma}}\right)^n \times \left(d_2 + \frac{s_1^3}{(\sigma + d_3)^3}\right)$, которая в связи с уменьшением ее к концу разрушения учитывает расширение объема бетона (в стадии дилатации); K_0 — начальный модуль объемного изменения бетона; $\bar{\sigma}$, $\bar{s}$ — предельные значения приведенных параметров напряженного состояния.

Возникновение различных условий сопротивления бетона девиатору деформаций, характеризуемого параметром e_1, при различных неодноосных нагружениях хорошо отражает соотношение

$$e_1 = s_1 \frac{F_2(s_1, \bar{s}_1, \mu_\sigma)}{2 G_0 F_1(s_1)}, \quad (2)$$

где $F_1(S_1)$ — функция:

$$F_1(s_1) = \frac{1 + a_1 s_1^2}{1 + a_2 s_1^2},$$

учитывающая развитие общей нелинейности деформаций e_1; F_2 — функция:

$$F_2 = 1 + \frac{b_1 (2 + \mu_\sigma)}{\left(\frac{s_1}{\bar{s}_1}\right)^n},$$

учитывающая ускорение их роста к концу в стадии дилатации.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

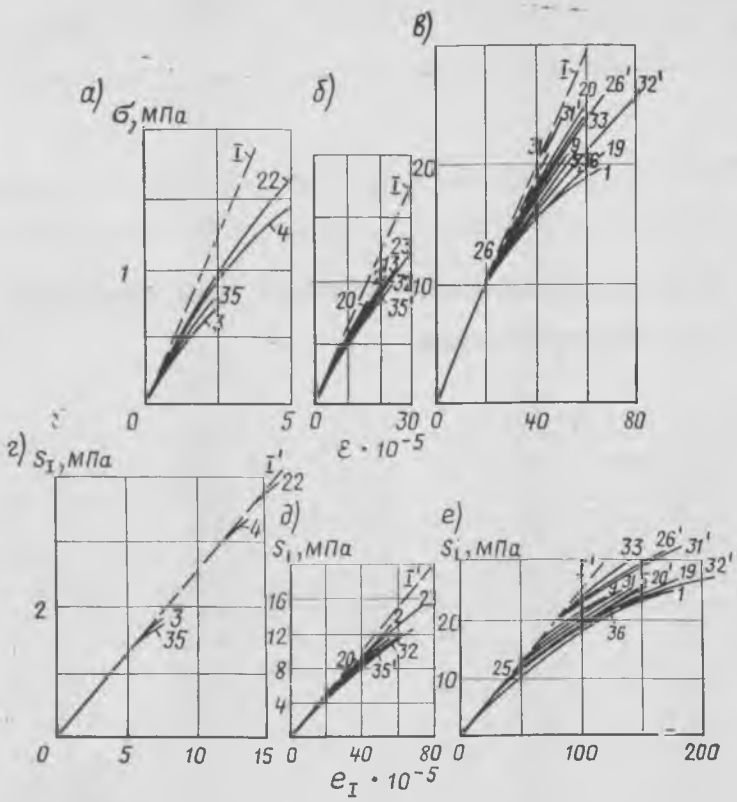


Рис. 1. Зависимости между напряжениями и деформациями бетона в условиях сжатия — сжатия — растяжения

а, б, в — между $\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$ и $\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3}$;

г, д, е — между $s_I = \frac{\sqrt{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}}{\sqrt{3}}$

и $e_I = \frac{\sqrt{(\varepsilon_1-\varepsilon_2)^2+(\varepsilon_2-\varepsilon_3)^2+(\varepsilon_3-\varepsilon_1)^2}}{\sqrt{3}}$

при следующих соотношениях главных напряжений:
$\sigma_1=\sigma_2=-\sigma_3=2{,}21 \ldots 2{,}3$ МПа и при одноосном растяжении $\sigma_3=R_t=-2{,}35$ МПа (*а, г*), $\sigma_1=\sigma_2=12 \ldots 17$ МПа и $-\sigma_3=1{,}52 \ldots 1{,}77$ МПа (*б, д*); $\sigma_1=\sigma_2=29 \ldots 40$ МПа и $-\sigma_3=1{,}1 \ldots 0{,}25$ МПа (*в, е*)
Цифры — номера образцов

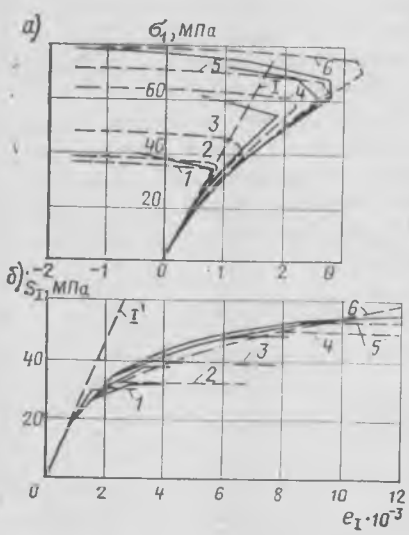


Рис. 2. Зависимости между напряжениями и деформациями бетона в условиях неравномерного сжатия

а — между ε и σ; *б* — между e_I и s_I при различных соотношениях главных напряжений (*2—6*) и при одноосном сжатии (*1*) I—$\theta = \sigma/K_0$; I′—$e_I = s_I/2G_0$

Часть деформаций, устанавливаемая членами $K_2(\sigma, \bar{\sigma}, s_I)$ и $F_2(s_I, \bar{s_I}, \mu_\sigma)$, в большой степени определяется типом напряженного состояния; G_0 — начальный модуль сдвига бетона. Для начальной стадии нагружения сохраняется закон линейной упругости

$$\theta = \frac{\sigma}{K_0} \quad \text{и} \quad e_I = \frac{s_I}{2G_0}.$$

Входящие в соотношения (1), (2) численные значения постоянных следует принять по таблице, из них наиболее структурно-чувствительными являются a_2, c_2, b_1, d_1.

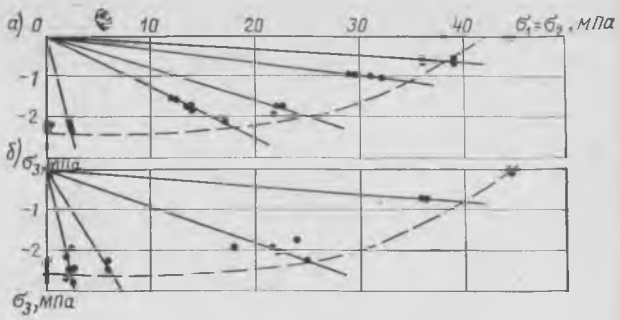


Рис. 3. К обоснованию предельного условия сопротивления тяжелого бетона с добавкой С-3 (*а*) и без добавки (*б*) в условиях сжатия — сжатия — растяжения

— — — — теоретические кривые по условию (5), близкие к максимальным значениям предельных напряжений

При произвольных способах нагружения формулы (1), (2) не могут быть применимы, как и во многих других теориях подобного типа, дающих соотношения между конечными напряжениями и деформациями. Соотношения деформационного типа были получены ранее применительно к законам упрочнения металлов, основанным на единой кривой e_I—s_I для различных напряженных состояний. Для бетона единая кривая использована в работе [5]. В отличие от такого описания, соотношения (1), (2) дают единую кривую только на начальных стадиях нагружения. Начиная примерно со стадии дилатации и выше определяемые по ним деформации θ и e_I зависят от напряженного состояния, что очень существенно, поскольку учет реальных значений деформаций позволяет использовать дополнительные ресурсы железобетонных конструкций.

Говоря о полностью произвольных способах нагружения конструкций, т. е. о непропорциональном возрастании всех напряжений, соотношения напряжений и деформаций обязательно должны содержать приращения деформаций

$$\Delta \varepsilon_{ij} = \frac{1}{2(\Delta u_{ij} + \Delta u_{ji})}.$$

Такие соотношения характерны для теорий течения металлов, основанных на использовании условия коаксиальности тензора приращения напряжений и тен-

Марка (класс) прочности на сжатие	$a_1 \cdot 10^5$	$a_2 \cdot 10^4$	b_1	c_1 10^3	$c_2 \cdot 10^3$	d_1	d_2	d_3	n
М200 (В15)	4	32	1,0	0,2	1,6	0,36	5,6	0,01	16
М300 (В25)	4	16	0,8	0,2	1,0	0,30	5,6	0,01	16
М600 (В45)	4	9	0,3	0,2	0,45	0,15	5,6	0,01	16

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

зора приращения упругопластических деформаций Сен-Венана

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\Delta\varepsilon_x-\Delta\varepsilon}{\Delta\sigma_x-\Delta\sigma}=\frac{\Delta\varepsilon_y-\Delta\varepsilon}{\Delta\sigma_y-\Delta\sigma}=\\&=\frac{\Delta\varepsilon_z-\Delta\varepsilon}{\Delta\sigma_z-\Delta\sigma}=\frac{1}{2G};\\&\frac{\Delta\gamma_{xy}}{\Delta\tau_{xy}}=\frac{\Delta\gamma_{yz}}{\Delta\tau_{yz}}=\frac{\Delta\gamma_{zx}}{\Delta\tau_{zx}}=\frac{1}{G},\end{aligned}\right\}\quad(3)$$

а также условия текучести Мизеса

$$F(\sigma_{ij})=\frac{1}{2}\,s_{ij}\,s_{ij}-\sigma_T^2=0,$$

и ассоциированный (с функцией текучести F) закона течения

$$\Delta\varepsilon_{ij}=\lambda\,\frac{\Delta F}{\Delta\sigma_{ij}}\,\Delta t.$$

При этом пластическую объемную деформацию принимают равной нулю. Выражения (3) пригодны для бетона в стадиях, не заходящих за дилатационную, с использованием нелинейных соотношений (1), (2), записанных также в приращениях деформаций. При произвольных способах нагружения в стадии дилатации в бетоне приходится учитывать различное взаимное влияние на приращения деформаций главных напряжений; различную реакцию бетона на приращения сжимающих и растягивающих напряжений; на комбинацию знаков приращения напряжений через коэффициент поперечных деформаций и модули деформаций, выражающуюся в отступлении от условия коаксиальности тензора приращения деформаций и напряжений (3). Это связано с тем, что в стадии дилатации в бетоне развивается псевдопластичность, обусловленная процессами микротрещинообразования, которая в значительной степени зависит от напряженного состояния и условий, в которых действует отрывной механизм разрушения. В начальной стадии нагружения эти процессы еще мало заметны, но с повышением уровня нагружения проявляются более отчетливо, в особенности в конце, при сложных способах нагружения. Для учета отмеченных особенностей поведения бетона введем в общие соотношения между приращениями неупругих деформаций и приращениями напряжений (напряжениями) коэффициенты поперечных деформаций в зависимости от знака приращения главных напряжений, отвечающих в основном стадии дилатации, т. е. с некоторого критического уровня напряжений $\sigma_{кр}$ [4]. В этом случае следует пользоваться зависимостями между приращениями деформаций и приращениями напряжений (при $\Delta\sigma_1>0$, $\Delta\sigma_2>0$, $\Delta\sigma_3<0$):

$$\left.\begin{aligned}\Delta\varepsilon_x&=\frac{1}{E}\left[\Delta\sigma_x-n_1^2\left(1-\frac{E}{E_0}\right)\Delta\sigma_3-\right.\\&\left.-\nu\,(l_1^2+n_1^2)\,\Delta\sigma_2-\nu\,(m_1^2+n_1^2)\,\Delta\sigma_1\right];\\\Delta\gamma_{xy}&=\frac{2}{E}\left[\Delta\tau_{xy}-\nu\,(m_1m_2+\right.\\&\left.+n_1n_2)\,\Delta\sigma_1-\nu\,(l_1l_2+n_1n_2)\,\Delta\sigma_2-\right.\\&\left.-n_1n_2\left(1-\frac{E}{E_0}\right)\Delta\sigma_3\right],\end{aligned}\right\}\quad(4)$$

где индексы 1 ... 3 относятся к главным осям, а x, y, z — к произвольным; l_i, m_i, n_i — направляющие косинусы, определяющие положение главных осей относительно осей x, y, z; ν — коэффициент поперечных деформаций; E — касательный модуль деформаций бетона для положительных приращений сжимающих напряжений; $\nu=0$ и E — касательный модуль деформаций бетона для положительных приращений растягивающих напряжений; $\nu=0$ и E_0 — начальный модуль упругости для отрицательных приращений напряжений.

В приведенных соотношениях присутствуют произведения направляющих косинусов и главных напряжений. Они являются функциями напряженного состояния рассматриваемой окрестности точки. В общем случае могут быть следующие основные комбинации знаков приращения напряжений: все главные приращения напряжений сжимающие или растягивающие; одно или два главных приращения напряжений сжимающие, остальные растягивающие. Значения главных приращений напряжений $\Delta\sigma_1$, $\Delta\sigma_2$, $\Delta\sigma_3$ и направляющих косинусов l_i, m_i, n_i, входящих в соотношения (4), определяются по формулам преобразования компонент напряжений при переходе от главных осей к осям x, y, z. Такой подход позволяет в стадии дилатации учесть реальное изменение характеристик бетона в процессе нагружения элементов конструкций при определении прочности и деформаций, что очень важно. Для случая чистого сдвига ($\Delta\tau=\Delta\sigma_1=-\Delta\sigma_2$) для приращений объемных деформаций получим

$$\Delta\theta=3\,\Delta\varepsilon=\Delta\tau\left(\frac{1-2\nu}{E}-\frac{1}{E_0}\right),$$

т. е. их изменение. После достижения при сложном нагружении бетона в условиях двухосного сжатия высоких уровней нагружения с последующей разгрузкой $\Delta s_1<0$, но при $\Delta\sigma=\text{const}$ наблюдали изменение направления зависимости между главными приращениями деформаций и напряжениями по закону, близкому к соотношениям (4). Для прекращения приращения удлинений образца по одной из главных его осей в стадии дилатации требовалось разгрузить образец с уменьшением приращений шарового тензора напряжений $\Delta\sigma<0$ и девиатора $\Delta s_1<0$. В соответствии с уравнениями (4), существенные изменения приращений объема образцов в опыте вызывали сдвиговые приращения их деформаций.

Такие явления нельзя даже качественно описать соотношениями (3).

Дополним зависимости предельным условием бетона

$$F(\sigma_{ij})=\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+}{2\left[g+(1-g)\,\dfrac{F(\sigma)}{F_c}\right]^2\times}\rightarrow$$
$$\rightarrow\frac{+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{\times\theta^2(\varphi,\ \sigma)}-R_b^2=0\quad(5)$$

и будем интерпретировать его как общее сингулярное условие разрушения, представляющее собой в пространстве главных напряжений σ_1, σ_2, σ_3 гладкую трехгранную поверхность с нерегулярностью только при переходе от одной грани к другой. В условие (5) входят параметры:

$$\sigma=\frac{\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3}{3};$$

$$s_1=\frac{\sqrt{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}}{\sqrt{3}}$$

и его изменение от угла

$$\varphi=\arccos\frac{(3-\mu_\sigma)}{2\sqrt{3+\mu_\sigma^2}},$$

где $\mu_\sigma=\dfrac{2\sigma_2-\sigma_1-\sigma_3}{\sigma_1-\sigma_3}$.

В условии (5) в качестве основных исходных характеристик бетона используют сопротивление его одноосному сжатию R_b и одноосному растяжению R_t, характеризующие внутренние связи в бетоне в среднем. Основными параметрами напряженного состояния бетона являются функции $\theta(\varphi,\ \sigma)$ и $F(\sigma)$, зависящие от среднего напряжения σ и угла φ. Из физического смысла задачи вытекает необходимость обеспечения условия $F_c=F\left(\sigma=\dfrac{R_b}{3}\right)>0$.

На вид этих функций другие ограничения не накладываются — они должны отвечать экспериментальным данным. В первом приближении функцию $\theta(\varphi,\ \sigma)$ можно представить, исходя из случая обобщенного растяжения (при $\varphi=\pi/3$):

$$\theta_t'=\theta\left(\varphi=\frac{\pi}{3},\quad\sigma=\eta\,R_b\right)=1-\gamma_1+$$
$$+\gamma_2\,(1-e^{\gamma_3\eta})+\gamma_4\,(1-e^{\gamma_5\eta}),\quad(6)$$

плавно изменяющейся в девиаторной плоскости по закону

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

$$\frac{\sin\left(\frac{2\pi}{3}-\beta\right)}{\sin\left(\frac{2\pi}{3}-\beta+\varphi\right)}, \qquad (7)$$

где $\beta = \operatorname{acr\,cos}\dfrac{\theta_t' - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{3}{4}+\left(\theta_t'+\frac{1}{2}\right)^2}}$.

Важно подчеркнуть, что, в отличие от ранее принятой трактовки [3], эта функция позволяет учесть изменение девиаторного сечения поверхности разрушения бетона от близкого треугольному виду в области напряженного состояния с разными знаками напряжений к близкому круговому в области очень высоких всех сжимающих главных напряжений. Это дает возможность с удовлетворительной точностью описать экспериментальные данные в широком диапазоне изменения напряжений и их знака. На рис. 3 приведена теоретическая кривая, удовлетворительно описывающая результаты опытов с бетоном марок М 450 ... М 500 (состав 1:2,38:4, $B/Ц=0{,}47$) на трехосное сжатие—сжатие—растяжение. Кривые на рисунке проведены близко к максимальным замеренным предельным напряжениям с учетом того, что в элементах конструкции наблюдается некоторое повышение сопротивления бетона по сравнению с образцами размером 150×150×450 мм в проведенных опытах. В условии (5) параметр g определяют по формуле

$$g=\frac{\frac{\chi}{\theta_t}-\frac{F_t}{F_c}}{1-\frac{F_t}{F_c}}, \qquad (8)$$

где, в соответствии с работой [3], F_t и F_c принимают численно равными значениям функции $F\sigma = \lg\left(B_0+\chi+\alpha_0\frac{\sigma}{R_b}+\beta_0\frac{\sigma^2}{R_b^2}\right)$ для случая одноосного растяжения F_t и сжатия F_c, а величину θ_t — равной значению функции $\theta(\varphi, \sigma)$ для одноосного растяжения $\theta_t = \theta\left(\varphi=\frac{\pi}{3}, \sigma=\frac{R_t}{3}\right)$; $\chi=\frac{R_t}{R_b}$ — параметр хрупкости. Функция $F(\sigma)$ на основании многочисленных данных бетона, горных пород и других материалов для простоты принята в виде логарифмической функции. При $\chi=1$ постоянные α_0 и β_0 в условии (5) обращаются в нуль, т. е. в этом случае оно переходит в условие текучести Мизеса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А. А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. — М.: Стройиздат, 1949. — 278 с.
2. Гениев Г. А., Киссюк В. Н., Тюпин Г. А. Теория пластичности бетона и железобетона. — М.: Стройиздат, 1974. — 314 с.
3. Яшин А. В. Критерии прочности и деформирования бетона при простом нагружении для различных видов напряженного состояния // Тр. ин-та / НИИЖБ. — Расчет и конструирование железобетонных конструкций. — 1977. — Вып. 39. — С. 48—57.
4. Яшин А. В. Теория прочности и деформаций бетона с учетом структурных изменений и длительности нагружения // Труды ин-та / НИИЖБ. — Новые исследования элементов конструкций при различных предельных состояниях. — 1982. — С. 3—24.
5. Kupfer H. Das nicht—lineare Verhalten des Betons bei Zweiachsigen Beanspruchung.//Beton und Stahlbetonbau.—1973.—№11.—S.269—274.

УДК 691.327:539.37/.38

В. В. ДЕГТЕРЕВ, канд. техн. наук (ВНИИ транспортного строительства)

Деформативность бетона сжатой зоны в зависимости от ее формы и характера армирования

Особенность деформирования бетона обычно устанавливают построением диаграмм сжатия $\sigma-\varepsilon$ по результатам измерения продольных укорочений. Тип I — обычная диаграмма сжатия бетона $\sigma-\varepsilon$, представляет собой кривую 0—1, обращенную выпуклостью в сторону оси напряжений (см. рисунок). С повышением нагрузки, в особенности ближе к разрушению, ускоряется рост деформаций. Характерным является разрушение образца при максимальных напряжениях, которым отвечают и наибольшие деформации ε_1. Диаграмму сжатия типа I получают при загружении центрально сжатых бетонных призм с постоянной скоростью роста нагрузки.

Если изменить режим загружения (проводить испытания при постоянной скорости роста деформаций), то при жесткой конструкции пресса получают диаграмму сжатия типа II (см. рисунок). Она характеризуется тем, что после того, как напряжения достигнут максимума, в диаграмме сжатия отмечается ниспадающий участок 1—2, на котором деформации продолжают нарастать при снижении напряжений. К концу разрушения деформации сжатия ε_2 могут значительно превышать деформации ε_1, наблюдавшиеся при максимальной нагрузке.

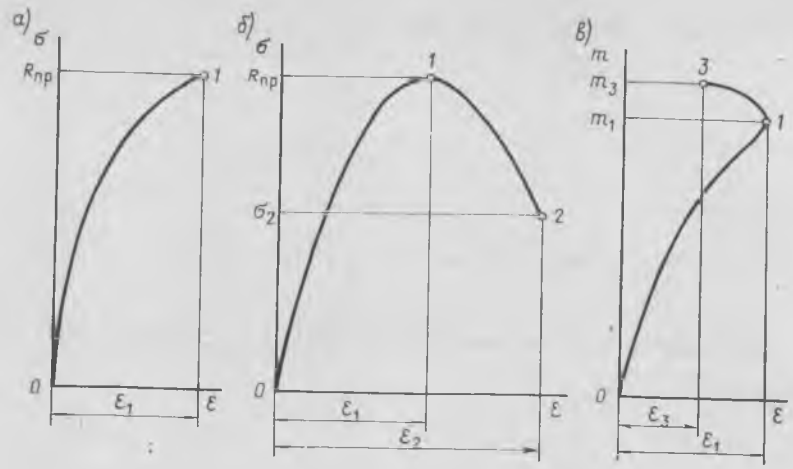
Поскольку диаграммы обоих типов получают при равномерном сжатии, то обычно внешнюю нагрузку выражают через напряжение. При испытании железобетонных балок и колонн на внецентренное сжатие определяют деформации наиболее сжатой фибры сечения.

Во ВНИИ транспортного строительства при исследовании напряженно-деформированного состояния железобетонных

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

балок круглого сечения диаметром 15 см с одиночным и равномерно распределенным армированием по контуру сечения нагрузку тоже поднимали равными ступенями и также фиксировали изменение сжимающих деформаций в крайних фибрах по диаграмме типа I. Однако в большинстве случаев получали диаграммы сжатия иной конфигурации (см. рисунок), на которых нагрузка выражена через условное напряжение $m = M/D^3$. Укорочения измеряли электротензодатчиками на бумажной основе с базой 50 мм. Поскольку полученная диаграмма отличается от рассмотренных, ее можно отнести к типу III — диаграмма сжатия бетона с обратно восходящей ветвью. Она состоит из двух участков — нижнего 0—1 и верхнего 1—3. Нижний восходящий участок представляет собой кривую, имеющую несколько вариантов очертания, но чаще может быть обращенной выпуклостью в сторону оси нагрузки и иметь такую же форму, что и восходящие участки 0—1 диаграмм сжатия типов I, II. При достижении максимальной деформации ε_1, которая всегда больше ε_1 при осевом сжатии, нижний участок диаграммы меняет направление в обратную сторону, образуя верхний восходящий участок 1—3. На этом отрезке диаграммы нагрузка продолжает нарастать уже при снижении деформаций до ε_3, при котором происходит разрушение, т. е. наблюдается прямо противоположная картина в выражении связи $\sigma - \varepsilon$, которая характеризует особенность диаграммы сжатия типа II, где нисходящая ветвь образуется вследствие усиленного роста деформации при снижении нагрузки.

Диаграмма сжатия с обратно восходящим участком — не случайное явление. Общее число полученных диаграмм составило 86, на балки с одиночным армированием при 50 диаграммах приходится 46% случаев проявления диаграмм типа III, а на долю балок с равномерно распределенной арматурой (36 диаграмм) приходится 89%. Из приведенных данных следует, что кроме влияния круглого сечения возникновению диаграмм сжатия типа III способствует также наличие арматуры в сжатой зоне бетона. Были рассмотрены результаты испытаний, выполненных ранее во ВНИИ транспортного строительства на 75 балках сечением 15×15 см с одиночной и двойной арматурой, где деформации также замеряли датчиками с базой 50 мм. Общее число диаграмм — 258, из них для балок с одиночным армированием — 222, с двойным — 36. При этом обнаружено 19 случаев сжатия бетона по диаграмме типа III, из них 4 — для балок с одиночным армированием и 15 — для опытных образцов с двойным армированием.



Диаграммы сжатия бетона
а — тип I; *б* — тип II; *в* — тип III

Все балки доводили до разрушения сжатой зоны, которое выражалось в виде выкола бетона целыми кусками и лещадками. Разрушению предшествовало появление продольных трещин, протяженность и раскрытие которых увеличивались с ростом нагрузки.

Напряженное состояние сжатого бетона при загружении балки резко отличается от тех условий, при которых получают диаграммы сжатия бетона типов I, II. В балке сжата часть поперечного сечения, причем неравномерно. Наибольшее сжимающее напряжение испытывает сечение над трещиной, особенно крайнее волокно, которое деформируется в условиях неравномерного сжатия как по длине балки (в сечении над трещиной напряжение в крайнем волокне значительно больше чем в местах, расположенных по обе стороны от трещины), так и по высоте сжатой зоны, где в слое бетона, лежащего ниже крайнего волокна, напряжение меньше. Замерами деформаций по высоте сечения установлено, что перед разрушением укорочение крайнего волокна уменьшается с образованием обратно восходящей ветви при увеличении продольных деформаций нижележащих слоев. Появление обратно восходящей ветви, вероятно, связано с процессом разрушения ограниченной высоты наиболее сжатого бетона, вызванного развитием микротрещин вдоль усилия [1, 2], перерастанием их в макротрещины с постепенным выходом из работы рассматриваемого участка. Одновременно с этим равнодействующая сжимающих сил эпюры напряжений смещается вниз по высоте сечения, что вызывает перераспределение напряжений (в сторону их увеличения) в нижележащих слоях. Местное отслаивание части бетона, разрушающегося от сжатия, на котором установлены датчики, происходит при уменьшении в нем усилия, а следовательно, и укорочений.

Образование обратно восходящей ветви всегда наблюдалось при нагружении образца выше границы $R_т^v$. Видимо, начало уменьшения деформаций происходит при определенном уровне напряжения, характеризующем степень разрушения бетона при его отслаивании.

Выводы

Диаграмма сжатия бетона с обратно восходящей ветвью отражает своеобразный характер работы бетона при неравномерном сжатии. Разрушение наиболее сжатых волокон происходит в виде местного отслаивания части бетона. Выход из работы крайних волокон сопровождается смещением равнодействующей сжимающих сил внутрь сечения с одновременным перераспределением усилий на менее напряженные слои бетона. Образование обратно восходящей ветви происходит вследствие уменьшения накопленных ранее укорочений в отслаивающейся части бетона.

Арматура в сжатой зоне и форма поперечного сечения, где ширина сжатой зоны увеличивается по направлению к нейтральной оси (круглые сечения, треугольные с вершиной в сжатой зоне), делают более прочными слои бетона, которые вовлекаются в работу в процессе перераспределения усилий и способствуют более четкому выражению хвостовой части диаграммы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берг О. Я. К вопросу о прочности и пластичности бетона//Доклады АН СССР.— Т. LXX. — № 4. — 1950. — С. 617—620.
2. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. — М.: Госстройиздат, 1961. — 96 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.022.413.003.13

И. С. АККЕРМАН, инж., Ю. М. КАЦ, канд. экон. наук (МНИИТЭП)

Об эффективности многослойных стеновых панелей

В настоящее время на заводах крупнопанельного домостроения страны получили развитие два ведущих конструктивных решения наружных стеновых панелей: однослойные керамзитобетонные (с применением в качестве заполнителей керамзитового гравия); многослойные с эффективным утеплителем, в том числе с минимальными теплопроводными включениями (например с «гибкими», дискретными или другими связями ограждающих железобетонных слоев).

Проведенные технико-экономические расчеты в МНИИТЭПе, ЦНИИЭПЖилища и других институтах, а также опыт промышленно развитых стран и ряда передовых отечественных предприятий свидетельствуют о преимуществах многослойных конструкций, наиболее эффективные из которых имеют сопротивление теплопередаче в 1,5 раза выше, чем даже усовершенствованные однослойные.

Следует при этом отметить, что усовершенствование однослойных панелей, обеспечиваемое снижением плотности керамзитобетона до 900 кг/м³ путем применения керамзитового песка или золы, позволяет повысить приведенное сопротивление теплопередаче панелей ($R_o^{пр}$) не более чем на 20...35 %, доводя его до 1 (м²·ч·°С)/Вт. Примерно те же характеристики имеют конструкции из ячеистого бетона даже пониженной плотности (600...700 кг/м³). Для современного уровня теплозащиты они явно недостаточны, так как не способствуют резкому снижению теплопотерь и не обеспечивают конкурентоспособности однослойных панелей альтернативным конструкциям.

Ориентация на многослойные панели наряду с улучшением эксплуатационных качеств дает экономию топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и в производстве (около 30%). Это объясняется тем, что потребность в ТЭР на изготовление керамзита для панелей в 6 раз превышает затраты этих ресурсов для производства утеплителя (например ПСБ-С), применяемого в многослойных конструкциях (соответственно 36 и 6 кг усл. топлива на 1 м² панели). Действительно, производство керамзита относится к числу наиболее энергоемких в строительной индустрии.

Другим важным экономическим критерием оценки конструкций следует считать трудоемкость их изготовления.

Показатели	%
Капиталовложения, включая прямые и сопряженные	96
Затраты на производство	100
Энергоемкость суммарная	69
в том числе:	
производства	59
эксплуатации	70
Металлоемкость	150
Трудоемкость производства	100
Приведенные затраты	80

Здесь уместно отметить, что в специальной литературе, с точки зрения трудоемкости, приоритет, как правило отдается однослойным панелям.

Проведенные нами и в ЦНИИЭПЖилища исследования* свидетельствуют об обратном. Дело в том, что дополнительные затраты труда на раскрой и укладку утеплителя в многослойных панелях компенсируются повышением производительности конвейерной линии, а также сокращением трудозатрат на ремонт изделий, требуемых при изготовлении конструкций из легкого бетона в связи с их меньшей прочностью. В итоге трудоемкость производства многослойных панелей ниже или равна однослойным.

Данный вывод подтверждается опытом передовых предприятий отечественного домостроения. Так, например, в московском домостроении минимальная трудоемкость производства наружных стен (НС) при конвейерной технологии отмечена на Краснопресненском заводе ЖБК ДСК-1, выпускающем многослойные конструкции (она на 10% ниже по сравнению с однослойными). Еще меньше, по оценкам ЦНИИЭПЖилища, трудоемкость производства таких НС на Таллинском ДСК. Наконец, к экономическим достоинствам многослойных панелей относится меньшая, в сравнении с однослойными панелями, суммарная (с учетом добычи топлива, производства керамзита и утеплителей) трудоемкость изготовления.

Сопоставление показателей перевода заводов ЖБИ Главмоспромстройматериалов на производство многослойных ограждающих конструкций с гибкими связями по сравнению с переориентацией их на выпуск однослойных керамзитозолобетонных стен приведено в таблице (показатели последних приняты за 100 %).

Как видно из таблицы, для условий Москвы эффективность многослойных конструкций по приведенным затратам — конечному народнохозяйственному показателю — составляет 20 %. Эти данные были получены в результате исследований по проводившейся утвержденной Мосгорисполкомом комплексной программе повышения теплозащитных показателей ограждающих конструкций. В настоящее время, во исполнение указанной программы, Краснопресненский завод ЖБК ДСК-1 перешел на производство многослойных конструкций на «гибких» связях.

Выпускаемые панели имеют, по данным натурных испытаний, приведенное сопротивление теплопередаче в среднем 1,2...1,3 м²·ч·°С/Вт. Примерно такие же показатели, по данным ЦНИИЭПЖилища, имеют многослойные конструкции, выпускаемые в г. Тарту ($R_o^{пр} \approx 1{,}3$ м²·ч·°С/Вт). Как указывалось выше, модернизированные однослойные панели могут иметь значение $R_o^{пр}$ не выше 1,1 м²·ч·°С/Вт.

Дальнейшему повышению этого показателя на Краснопресненском заводе ЖБК препятствуют затеки бетона во время формования между плитами утеплителя и в местах расположения закладных деталей, что приводит к образованию дополнительных теплопроводных включений. В 1986—1987 гг. планируется изменить конструкцию закладных деталей и таким путем повысить значение $R_o^{пр}$ до 1,5 м²·ч·°С/Вт. Одновременно ведутся конструкторские проработки, которые позволят устранить и другие теплопроводные включения, что в еще большей мере улучшит теплозащитные качества трехслойных панелей.

По нашему мнению, кроме технологических факторов, существуют экономические причины, более сильно тормозящие внедрение прогрессивных конструкций.

Переход к изготовлению многослойных панелей мог быть успешнее при условии, что заводы-производители были бы экономически заинтересованы в

* Рекомендации по сравнительной технико-экономической оценке конструкций монолитных, полносборных и кирпичных зданий различной этажности. — М.: ЦНИИЭПЖилища, 1983. — 180 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

производстве высокоэффективных конструкций. Существующие же прейскурантные цены составлены таким образом, что заводам выгоднее выпускать традиционные изделия или конструкции с их некоторой модернизацией (например однослойные керамзитобетонные объемной плотностью 900 кг/м³) вместо многослойных панелей с высокими эксплуатационными характеристиками. В то же время внедрение в производство эффективных многослойных ограждений хотя и не требует более значительных капитальных вложений, чем в модернизацию однослойных панелей, может быть осуществлено лишь при коренной перестройке существующего технологического процесса.

В этих условиях заводы не хотят идти на риск, так как действующая система ценообразования не гарантирует им повышения рентабельности и им проще с равной выгодой производить конструкции, которые по своим теплозащитным характеристикам в 1,5 раза будут уступать рекомендуемым многослойным. Тем не менее технологические трудности, которые могут возникнуть в связи с переходом на производство эффективных многослойных конструкций, следует считать объективным фактором.

Стремясь избежать этих трудностей, обеспечивая в то же время повышение теплозащитных свойств панелей, ряд предприятий с помощью проектных институтов переходит на выпуск однослойных керамзитобетонных конструкций с теплоизоляционным вкладышем. Такая конструкция несомненно, значительно повысит теплозащитные характеристики панели ($R_o^{пр} = 1{,}4$ м²·ч×°С/Вт. Однако, по нашему мнению, в таком пути заложены и негативные факторы, заключающиеся в следующем.

Однослойная конструкция с теплоизоляционным вкладышем, по-видимому, потребует высоких затрат труда на стадии ее производства. Велики будут также и некоторые другие затраты, в особенности по статье «Сырье и материалы». В результате для условий Москвы отпускная цена на многослойную конструкцию со слоями из тяжелого бетона и «гибкими» связями составляет 14,7 р/м² (при толщине 28 см), а однослойная с теплоизоляционным вкладышем при близком значении $R_o^{пр}$ оценивается в 20 р/м² (при толщине 34/56 см), то есть дороже на 36 %. Поэтому, по нашему мнению, усовершенствованные однослойные панели (как объемной плотностью 900 кг/м³, так и с теплоизоляционным вкладышем) приемлемы только на переходный промежуточный период.

Выводы

Исходя из московского опыта успешного внедрения в жилищное строительство трехслойных наружных стеновых панелей с «гибкими» связями, целесообразно рассмотреть вопрос о расширении их применения в других (особенно северных) районах страны, а также в районах, где требуются значительные капитальные вложения в модернизацию промышленности для производства керамзита.

Наши консультации

УДК 691.327:539.4

Л. И. БУДАГЯНЦ, Р. Л. СЕРЫХ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

О взаимосвязи между классом бетона по прочности на сжатие и маркой по самонапряжению

Класс напрягающего бетона по прочности на сжатие как обычного бетона по прочности на сжатие определяется активностью используемого цемента, составом бетонной смеси, в первую очередь В/Ц, и назначается при проектировании с учетом требований СНиП 2.03.01—84 в зависимости от вида конструкции, применяемой арматуры и т. п.

Марка бетона по самонапряжению свойственна только напрягающему бетону и зависит в первую очередь от активности напрягающего цемента по самонапряжению и его расхода в бетоне, а также от В/Ц, степени увлажнения в процессе твердения и т. п.

Вместе с тем имеется определенная зависимость самонапряжения от расхода напрягающего цемента, которая близка линейной в диапазоне расхода цемента 400...700 кг/м³, а также пропорциональна фактической активности цемента по самонапряжению.

Принимая во внимание, что на стадии проектирования нельзя учесть многие из указанных выше технологических факторов, целесообразно принять в указанной выше зависимости минимальные значения марок по самонапряжению.

В таблице приведены классы по прочности на сжатие и соответствующие им значения марок по самонапряжению в зависимости от конкретной марки напрягающего цемента.

Марку напрягающего бетона по самонапряжению S_p определяют в соответствии с п. 2.2 СНиП 2.03.01—84 и развивающего его пособия по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций.

Класс бетона	Марка бетона по самонапряжению	
	НЦ—20	НЦ—40
В 20, В 25, В 30	$S_p0{,}6$	$S_p1{,}2$
В 35	$S_p0{,}6$; $S_p0{,}8$	$S_p1{,}2$; $S_p1{,}5$
В 40, В 45	$S_p0{,}8$; S_p1	$S_p1{,}5$; S_p2
В 50	$S_p0{,}8$; S_p1; $S_p1{,}2$	$S_p1{,}5$; S_p2
В 55	S_p1; $S_p1{,}2$; $S_p1{,}5$	S_p2; S_p3
В 60	$S_p1{,}5$; S_p2	S_p2; S_p3

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 678.026.3:678.742.2

Новый справочник

Оборудование для производства арматурных работ на предприятиях стройиндустрии/Г. Н. Собко, В. А. Сафаров, И. С. Котовский и др.— Киев: Будівельник, 1984.— 144 с.— (Справочник)

В условиях, когда железобетон все более используется во всех видах строительства (особенно гидротранспортном и транспортном, причем как при линейном производстве работ, так и с использованием конструкций из железобетона, изготовляемых на заводах и монтируемых на строительном участке) вопросы максимальной механизации и автоматизации производства арматурных работ становятся чрезвычайно актуальными.

Выход в свет специального справочника, посвященного оборудованию для выполнения указанных работ, следует, безусловно, приветствовать. Предназначенный для инженерно-технических работников предприятий стройиндустрии, а также проектных организаций, он полностью отвечает своему назначению.

Справочник включает достаточно полный материал, распределенный по пяти главам.

Глава 1 содержит описание различных типов оборудования для заготовительных работ. Это модели правильно-отрезных станков, станков для резки арматурной стали, а также фасонного проката, гнутья арматуры и сеток, оборудование для высадки анкерных головок, для натяжения и упрочнения арматурных стержней.

В главе 2 рассмотрено вспомогательное механическое оборудование арматурных станков. Приведены данные о бухтодержателях, отклоняющих и правильных механизмах, ножницах и других режущих устройствах, пакетировщиках, раскладчиках, рольгангах и пр.

В главе 3 сосредоточены исчерпывающие данные об оборудовании для электросварки при арматурных работах: сварочных трансформаторах, выпрямителях, преобразователях, полуавтоматах и автоматах для электродуговой сварки и наплавки, сварочных машинах для контактной сварки различных типов и назначения.

Интересна глава 4, в которой охарактеризованы состав, устройство и работа технологических, в том числе автоматических и автоматизированных линий для изготовления арматурных заготовок и изделий.

Глава 5 знакомит читателя с оборудованием и приборами для контроля качества сварных соединений арматуры и закладных деталей арматурных конструкций — рентгеновскими аппаратами различных типов и назначения, дефектоскопами, разрывными машинами и др.

Каждая из глав содержит последовательно краткое описание назначения, устройства и действия, а также техническую характеристику всех рассматриваемых моделей станков и оборудования.

Лучшему усвоению содержания справочника в немалой степени способствует иллюстративный материал в виде схем и чертежей большинства конструкций.

Одно из основных достоинств справочника заключается в том, что на основе изложенного в нем материала при создании железобетонных конструкций можно выбрать экономически обоснованное, наиболее целесообразное оборудование и рационально разместить его в технологической линии для обеспечения программы выпуска заданной номенклатуры арматурных изделий с максимальной производительностью и наиболее высоким качеством. Полезно указание в таблицах характеристик каждой рассматриваемой модели завода-изготовителя или разработчика технической документации.

При подготовке справочника к переизданию, а оно, учитывая небольшой (6000 экз.) тираж книги, потребуется в недалеком будущем — рекомендуем во всех технических характеристиках станков, машин, оборудования обязательно указать их отпускную цену, что важно для производственников.

Справочник необходимо дополнить хотя бы краткими сведениями об организации и проведении технического обслуживания и ремонта арматурных станков и основными правилами по технике безопасности при их эксплуатации.

При рассмотрении некоторых конструкций не даны схемы их устройства. Это относится, например, к установке СМЖ-31Б для упрочнения стержней, к установке СМЖ-357 для правки и резки арматурной стали, а также дополнительной секции и размоточному устройству к ней, которые не входят в комплект обязательной поставки, установкам И-7АК-1 и И-7АК-2 для изготовления петель и др. Без схем и чертежей рассмотрено подавляющее большинство типов вспомогательного механического оборудования (бухтодержатели, отклоняющие и правильные устройства, пакетировщики сеток и др.).

В отдельных случаях даны сведения о моделях, снятых с производства или никем не выпускаемых (установка СМЖ-331 для изготовления арматурных каркасов колонн, сварочный полуавтомат А-1230М, станки для заготовки коротких стержней СМЖ-192, АКС-500). В технических характеристиках некоторых моделей оборудования имеются ошибки, в частности, в таких параметрах, как диаметр обрабатываемых прутков, габаритные размеры и масса станков и др.

И, в заключение, замечание, касающееся приведенных технических характеристик. Они даны в виде таблицы на каждую модель станка или машины, следуя непосредственно за описанием. Поскольку параметры рассматриваемых машин практически одинаковы, образуется множество повторов. Более целесообразно техническую характеристику по всем конструкциям сделать сводной. Она будет значительно удобнее и нагляднее для сравнения моделей и оборудования данного назначения.

Отмеченные недочеты не снижают общего благоприятного впечатления от книги, но при ее переиздании желательно их устранить.

Следует отметить, что рецензируемый справочник будет безусловно полезен не только инженерно-техническим работникам и производственникам, но и студентам вузов, обучающимся по соответствующим строительным специальностям.

А. А. ПОКРОВСКИЙ, доц.
(Саратовский политехнический ин-т)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 72.011.25:691.87-427
Исследование работы узлов каркасов многоэтажных зданий при действии нагрузок типа сейсмических / Т. Ж. Жунусов, А. А. Беспаев, Е. Ш. Жумагулов, А. Н. Королев // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 3—5.
Приведены результаты исследования жестких узлов поперечных рам многоэтажных каркасных зданий межвидового применения для сейсмических районов строительства. Опытные железобетонные образцы узлов со скрытой консолью нового конструктивного решения имели натурные размеры, отличались высотой ригеля. Испытания на ромбовидном стержневом стенде при косоасимметричных нагрузках выявили особенности работы центральной зоны узла и примыкающих участков ригелей при однократном и знакопеременном характере нагружения. Ил. 4, табл. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 624.074.6.012.45
Преднапряженные трехгранные опоры освещения / В. В. Габрусенко, И. И. Бутвиловский, В. А. Якушин, Л. Н. Зикеев, Л. Н. Мясников // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 5—6.
Представлена конструкция преднапряженных опор освещения треугольного сечения, изготовление которых в отличие от центрифугированных не требует сложного и дефицитного оборудования и доступно, практически, любому заводу сборного железобетона. Приведены сведения о технологии изготовления и результаты испытания. Ил. 2, табл. 1.

УДК 624.075.23:666.974:620.173
Беликов В. А., Яворский И. Д. **Внецентренно сжатые колонны из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 6—7.
Приведены результаты исследований на внецентренное сжатие колонн из мелкозернистого бетона, твердеющего под давлением. Выявлено, что твердение под давлением 3 МПа увеличивает прочность мелкозернистого бетона в 1,5 раза. Расчет колонн из такого бетона следует производить по методике СНиП II-21-75 с корректировкой значений. Ил. 1, табл. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 69.024
Скатная крыша с безрулонной кровлей / И. Н. Тихонов, В. Ф. Липецкий, Н. П. Алексеев, А. И. Будылин // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — 8—9.
Приведены сведения о конструкции и результатах внедрения железобетонной скатной крыши с безрулонной кровлей. Для оценки эксплуатационных свойств индустриальной крыши проведены стендовые испытания ее элементов и смонтирована крыша жилого дома для сельской местности. Результаты испытаний, изготовление и монтаж крыши дома серии 17 свидетельствуют о высокой надежности и технологичности разработанной конструкции. Ил. 4.

УДК 666.972:693.542
Пластифицирующая добавка в бетон ЛСТ-П / О. М. Соколов, Г. А. Евсеев, А. Б. Сергеев, Т. А. Курина // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 11—12.
Приведены экспериментальные данные влияния добавки ЛСТ-П на физико-механические свойства бетонов. Результаты показывают преимущество ЛСТ-П в бетонах с тепловлажностной обработкой по сравнению с ЛСТ. Табл. 2, ил. 3, список лит.: 3 назв.

УДК 539.375/6
Сакварелидзе А. В. **Прочностные и деформационные свойства сталефибробетона** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 12—13.
Представлены результаты исследований различных механических свойств сталефибробетона при сжатии, растяжении и кручении. Установлены показатели прочности, модулей упругости и сдвига образцов в зависимости от различных скоростей деформаций, а также величины удельных деформаций ползучести сталефибробетона и области линейного деформирования материала. Табл. 3.

УДК 691.327:666.973.6:693.546.5
Теория и практика ударного формования газобетонных массивов / Г. Я. Куннос, А. Е. Терентьев, А. В. Домбровский и др. // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 14—15.
Приведены результаты опытных данных по изготовлению газобетонных массивов в заводских условиях по ударной технологии. Выявлены преимущества этой технологии. Описан метод расчета переменного во время вспучивания амплитудно-частотного режима формования массивов, который основан на аналитическом решении задачи распространения волн при вертикальных ударных воздействиях на вспучивающуюся упруговязкую тиксотропную среду. Табл. 1, ил. 3, список лит.: 6 назв.

УДК 624.012.45:693.547.32
Крылов Б. А., Шевченко Ю. К. **Прогрев бетона в конструкциях с большой неопалубленной поверхностью** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 21—23.
Описан новый способ контактного обогрева протяженных конструкций с большой неопалубленной горизонтальной поверхностью. В качестве нагревателя использован дисперсный токопроводящий материал — продукт отхода углеграфитового производства. Способ отличается от существующих отсутствием дополнительного производства по изготовлению контактных нагревателей, а также простотой и доступностью применения на любом объекте строительства. Даны результаты исследований свойств коксового нагревателя при воздействии на него ожидаемых факторов эксплуатации и хранения. Ил. 3.

УДК 69.022:66.04
Данилов Н. Н., Герман С. Л., Барсук Ф. М. **Термообработка стен энергией инфракрасного излучения** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 23—25.
Рассматривается метод термообработки монолитных стеновых конструкций энергией инфракрасного излучения посредством инфракрасных прожекторных установок (ИПУ).
Применение указанного метода на одном из строительных объектов Главмосстроя свидетельствует о его высокой эффективности. Трудоемкость тепловой обработки 1 м³ монолитной железобетонной стены по сравнению с ранее применявшимся стержневым электродным прогревом сократилась на 80%, а стоимость прогрева — на 70%. Простота конструкции ИПУ позволяет изготовить их на базе линейной строительной организации. Ил. 4.

УДК 624.072.7:539.4
Касаев Д. Х. **Прочность элементов кольцевого сечения при совместном действии изгибающего и крутящего моментов** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 25—26.
На основе экспериментальных данных установлено, что несущую способность железобетонных элементов кольцевого сечения при кручении можно оценить выражением, идентичным формуле, полученной для элементов прямоугольного сечения. Предлагается расчетная зависимость, оценивающая несущую способность элементов кольцевого сечения при изгибе с кручением. Ил. 2, список лит.: 2 назв.

УДК 624.071.3:539.3/.6
Ильин О. Ф., Сапарбеков А. С. **Сопротивление железобетонных стержней продольному изгибу** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 26—28.
Рассмотрен общий случай расчета прочности, устойчивости, трещиностойкости и деформативности сжатых элементов из различных бетонов. Отсутствие эмпирических коэффициентов и зависимостей позволяет снизить объем экспериментов и сократить сроки внедрения новых бетонов. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 5 назв.

УДК 69.003:658.02
Сергеев В. И., Большаков Н. М., Пчелкин И. С. **О порядке определения затрат в условиях работы подрядных бригад** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 29—30.
Предложены новые принципы построения нормативов затрат, предназначенных для планирования косвенных расходов, подлежащих включению непосредственно в состав показателей плановых затрат для подрядных бригад, позволяющих повышать заинтересованность рабочих в увеличении степени загрузки оборудования, повышении его фондоотдачи, выполнении и перевыполнении заданий по объему, номенклатуре и качеству выпускаемой продукции. Табл. 1.

УДК 691.327:620.179.16
Школьник И. Э. **Ультразвуковая диагностика качества бетона по показателям нелинейности деформирования** // Бетон и железобетон. — № 8. — С. 34—36.
Изложены принципы определения качества бетона по данным ультразвуковых измерений показателей нелинейности диаграммы деформирования. Приведена методика оценки прочности высокомарочных бетонов и результаты производственных испытаний. Даны рекомендации по оценке вязкости разрушения бетонов на основе ультразвуковых измерений показателей нелинейности деформирования. Ил. 4, список лит.: 5 назв.

УДК 624.012.667.6.45:69.059.4
Шнейдерова В. В., Соколова С. Е., Никитин В. И. **Долговечность конструкций с лакокрасочными покрытиями в агрессивных средах** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 8. — С. 36—37.
Представлены результаты разработки и исследования трещиностойких химически стойких лакокрасочных покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена и его модификаций. Приведена расчетная зависимость для определения долговечности лакокрасочных покрытий при защите строительных конструкций в агрессивных средах. Ил. 3, список лит.: 5 назв.

УДК 691.327:539.37/.38
Дегтерев В. В. **Деформативность бетона сжатой зоны в зависимости от ее формы и характера армирования** // Бетон и железобетон. — 1986 — № 8. — С. 42—43.
Приведен новый вид диаграммы сжатия бетона, полученный при испытании армированных балок круглого сечения. Сделаны предложения о работе сжатого бетона, выражаемой очертанием диаграммы. Ил. 1, список лит.: 2 назв.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Zhunusov T. Zh., Bespaev A. A., Zhumagulov E. Sh., Korolev A. N. Study of carcass joints service in multistoreyed buildings under action of seismic type loads

Garbusenko V. V., Butvilovsky I. I., Yakushin V. A., Zikeev L. N., Myasnikov L. N. Prestressed trihedral poles of lighting mains

Belikov V. A., Yavorsky I. D. Eccentrically compressed columns made of fine-grained concrete hardening under pressure

Tikhonov I. N., Lipetsky V. Ph., Alekseev N. P., Budylin A. I. Pitched non-roll roof

Kirillov A. P., Bagry E. Ya., Zavyalov V. N. Strains of slag-pumice concrete under step-by-step change in loading conditions

Sokolov O. M., Evseev G. A., Sergeev A. B., Kurina T. A. Water reducing admixture for concretes (ligno-sulfonate technical-plasticizer)

Sakvarelidze A. V., Strength and deformation properties of steel-fibrous concrete

Kunnos G. Ya., Terentiev A. E., Dombrovsky A. V., Sazhnev N. P., Novakov Yu. Ya. Theory and practice of shock moulding of gas-concrete blocks

Gusev B. V., Akselrod E. Z., Tsyro V. V. Development of manufacturing slab articles

Arkhipkin A. S., Kosarev N. I., Yakk T. Ph. Plant for moulding ventilation blocks

Krylov B. A., Chevchenko Yu. K. Concrete heating in structures with great bare surface

Danilov N. N., German S. L., Barsuk F. M. Thermal treatment of walls by energy of infrared radiation

Kasaev D. Kh. Strength of ring cross-section elements under joint action of bending and twisting moments

Il'in O. F., Saparbekov A. S. Resistance of reinforced concrete bars to buckling

Bazhenov Yu. M., Vysotskaya O. B., Vinogradov B. N. Assessment of ashes for their use in cementing and concretes

Mchedlov-Petrosyan O. P., Usherov-Marshak A. V., Moskalenko S. B., Bratchikov V. G., Selivanov I. I., Vyrodov V. I. Perspectives of PGPF use in technology of precast concrete

Shkolnik I. E. Ultrasonic diagnostics of concrete quality acording to characteristics of non-linearity of deformation

CONTENU

Zhounoussov T. Zh., Bespaev A. A., Zhoumagoulov E. Ch., Koroleuv A. N. Les études de fonctionnement de joints dans les carcasses des bâtiments à plusieurs étages sous l'action des charges du type séismique

Gabroussenko V. V., Boutvilovsky I. I., Yakouchine V. A., Zikeev L. N., Mjasnikov L. N. Les appuis précontraints triédriques pour l'illumination

Belikov V. A., Yavorsky I. D. Les colonnes comprimées hors du centre produites en béton en grains fins et durcissant sous la pression

Tikhonov I. N., Lipetsky V. Ph., Alexeev N. P., Boudiline A. I. Le toit descendant avec une couverture sans rouleaux

Kirillov A. P., Bagrij E. Ya., Zavjalov V. N. Les déformations du laitier-ponce-beton sous les régimes échelonnés de chargement

Sokolov O. M., Evseev G. A., Sergheev A. B., Kourina T. A. L'adjuvant plastifiant dans les bétons LST-11

Sakvarelidze A. V. Les propriétés de résistance et de déformation d'acier-fibrobéton

Kounnos G. Ya., Terentjev A. E., Dombrovsky A. V., Sazhnev N. P., Novakov Yu. Ya. La théorie et la pratique du formage par chocs des massifs en gaz-béton

Goussev B. V., Akselrod E. Z., Tsyro V. V. Le perfectionnement de la production des pièces pour les dalles

Arkhipkine A. S., Kossarev N. I., Yakk T. Ph. L'installation pour le formage des unités de ventilation

Krylov B. A., Chevtchenko Yu. K. Le chauffage du béton dans les structures avec une large surface non-coffrée

Danilov N. N., Gherman S. L., Barsouk Ph. M. Le traitement thermique des murs par une énergie de rayonnement infrarouge

Kassaev D. Kh. La résistance des éléments aves des sections annulaires sous l'action simultanée des moments de sollicitation et de torsion

Iljin O. Ph., Saparbekov A. S. La résistance des bars en béton armé à une flexion longitudinale

Bazhenov Yu. M., Vyssotskaja O. B., Vinogradov B. N. L'évaluation des cendres pour les utiliser dans les liants et dans les bétons

Mtchedlov-Petrossjan O. P., Oucherov-Marchak A. V., Moskalenko S. B., Brattchikov V. G., Selivanov I. I., Vyrodov V. I. Les perspectives de l'utilisation de PGPF dans la technologie du béton préfabriqué

INHALTSVERZEICHNIS

Shunussow T. Sh., Bespajew A. A., Shumagulow Je. Sch., Koroljow A. N. Untersuchung des Verhaltens von Skelettknotenverbindungen für mehrgeschossige Gebäude unter Lasteinwirkung von seismischem Typ

Gabrussenko W. W., Butwilowski I. I., Jakuschin W. A., Sikejew L. N., Mjasnikow L. N. Vorgespannte dreikantige Beleuchtungsmaste

Belikow W. A., Jaworski I. D. Aussermittig gedrückte Stützen aus feinkörnigem unter Druck erhärtendem Beton

Tichonow I. N., Lipezki W. F., Aleksejew N. P., Budylin A. I. Steildach mit Dachhaut ohne Dachpappe

Kirillow A. P., Bagrij E. Ja., Sawjalow W. N. Formänderungen des Schlackenbimsbetons bei stufenweise verändernden Belastungsverfahren

Sokolow O. M., Jewsejew G. A., Sergejew A. B., Kurina T. A. Plastifikator für LST-P-Betone

Sakwarelidse A. W. Festigkeits-und Formänderungseigenschaften des Stahlfiberbetons

Kunnos G. Ja., Terentjew A. Je., Dombrowski A. W., Sashnew N. P., Nowakow Ju. Ja. Theorie und Praxis der Schlagformgebung von Gasbetonblocks

Gussew B. W., Akseljrod Je. S., Zuro W. W. Vervollkommnung der Herstellung von Plattenbauelementen

Archipkin A. C., Kossarew N. I., Jakk T. F. Formgebungsanlage für Entlüftungsblocks

Krylow B. A., Schewtschenko Ju. K. Betonerwärmung in Konstruktionen mit grosser nichteingeschalter Oberfläche

Danilow N. N., German S. L., Barsuck F. M. Wärmebehandlung der Wände durch Energie der Infrarotstrahlung

Kassajew D. Ch. Elementenfestigkeit von ringförmigem Querschnitt unter Zusammenwirkung von Biege-und Drehmomenten

Iljin O. F., Saparbeckow A. S. Knickungsfestigkeit von Stahlebetonstäben

Bashenow Ju. M., Wyssozkaja O. B., Winogradow B. N. Beurteilung von Aschen für deren Ausnutzung in Bindemitteln und Betonen

Mtschedlow-Petrossjan O. P., Uscherow-Marschack A. W., Mockalenko S. B., Brattschikow W. G., Seliwanow I. I., Wyrodow W. I. Anwendungsperspektiven von PGPF in Technologie des vorgefertigten Stahlbetons

Schkoljnick I. E. Ultraschalldiagnostik der Betonqualität nach Nichtlinearitätskennziffern der Verformung

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова* Корректор *Т. Г. Бросалина*

Сдано в набор 13.06.86. Подписано в печать 10.07.86. Т-16222
Формат 60×90¹/₈. Печать высокая. Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75 Уч.-изд. л. 8.63
Тираж 14 355 экз. Зак. 238

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Оборудование для приготовления и транспортирования бетонных и растворных смесей

В объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР на Фрунзенской набережной в Москве демонстрировались комплекты оборудования для приготовления и доставки бетонных и растворных смесей.

Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический институт организации и управления строительством разработал **комплекс автоматического управления приготовлением бетонных и растворных смесей** (КАУПС-2), который в 1985 г. внедрен на заводе КПД № 3 Минского производственного объединения индустриального домостроения.

В составе комплекса: микроЭВМ «Электроника-60М»; алфавитно-цифровой дисплей «Кварц-3М»; устройство печати «ЭУМ-23»; устройство связи с объектом; пульт оператора-технолога с мнемосхемой; влагомеры; датчики уровня материала в бункерах; датчики положений.

Функциональные возможности комплекса — хранение до 100 рецептов смеси; коррекция рецептов по влажности, чистоте щебня; дозирование, перемешивание и выдача потребителям готовой смеси в автоматическом режиме; работа с двумя смесителями и тремя потребителями; отображение хода технологического процесса на экране видеотерминала и мнемосхеме; диагностика комплекса технических средств и технологического оборудования; автоматическая передача управления на пульт оператора-технолога при отказе микроЭВМ; регистрация расхода компонентов смеси с привязкой к маркам бетона и времени приготовления; автоматический и дистанционный режимы работы бетоносмесительного узла, защита от несанкционированного доступа.

Кроме масс сухих компонентов смесей в состав рецепта в расчете на 1 м³ входит также марка бетона, марка цемента и коэффициенты запесоченности щебня. Ввод рецепта в комплекс осуществляется после введения в него пароля представителем лаборатории.

Переход от автоматического режима работы к дистанционному происходит при отказе микроЭВМ, а также и по инициативе оператора-технолога. При этом осуществляется нуль-защита системы. Заказ смеси выполняется по инициативе оператора-технолога путем ввода с клавиатуры видеотерминала объема смеси, номера потребителя и номера рецепта. Возможен вариант ввода заказа с места потребления смеси. Комплекс позволяет улучшить качество продукции путем повышения точности дозирования, учета влажности и качества заполнителей; увеличить производительность технологического оборудования за счет оптимального управления и возможности параллельной работы двух смесителей; обеспечить экономию компонентов смеси путем точного выдерживания заданной рецептуры; улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Комплекс работает в трехсменном режиме.

Экономический эффект от внедрения в зависимости от производительности БСУ составляет 28...42 тыс. р.

Трестом Оргтехстрой Белмежколхозстроя разработан **сборно-разборный узел для приготовления бетона и керамзитобетона** непосредственно на строительной площадке.

Растворобетонный узел состоит из складов, элеваторов и накопительных емкостей для керамзитового гравия и песка, скипа для их подачи в бетоносмеситель, размещенный на металлической эстакаде. Имеются также накопительная емкость для цемента, бак для воды, дозаторы цемента и воды.

Производительность узла — 10 м³ бетона и 12 м³ керамзитобетона в 1 ч. Бетоносмеситель — гравитационный СБ116Б со скиповым подъемником. Его емкость по загрузке — 500 л, скипа — 500 л. Выход смеси — 0,33 м³ бетонной и 0,4 м³ керамзитобетонной.

Время перемешивания смеси — 2 мин; емкость склада цемента — 8 т; производительность шнека — 3,6 т/ч; максимальный объем дозатора цемента — 80 кг. Установленная мощность установки — 24,3 кВт. Производительность элеватора — 7,4 м³/ч.

Объем промежуточных бункеров — 6 м³ керамзитового песка и столько же керамзитового гравия. Объем бака для воды — 4 м³.

Керамзитовый песок и гравий подаются бульдозером в приемные бункера, оттуда элеваторами — в накопительные емкости. Ковш скипового подъемника разделен перегородкой для дозирования инертных, которые поступают в ковш по течкам. Цемент из накопительной емкости шнеком подается в дозатор, а затем в ковш скипового подъемника. Вода из бака через дозатор заливается непосредственно в бетоносмеситель. Загруженные в бетоносмеситель компоненты перемешиваются, готовая продукция подается в автотранспорт.

Применение сборно-разборных узлов для приготовления керамзитобетона на строительной площадке сокращает расходы, связанные с его транспортированием, сокращает продолжительность цикла монолитного домостроения.

Для приема и транспортирования бетонной смеси на строительные объекты, а также подачи ее к месту производства работы предназначен **автобетоносмеситель АБС-4Т12 с раздаточным транспортером длиной 12 м.**

Автобетоносмеситель представляет собой смонтированное на шасси автомобиля КрАЗ-250 технологическое оборудование, состоящее из рамы, смесительного барабана, загрузочно-разгрузочного устройства, системы подачи воды и привода смесительного барабана с механизмами управления. На раме смонтирован складывающийся ленточный поворотный транспортер консольного типа.

Технические характеристики автобетоносмесителя таковы. Вместимость смесительного барабана — 3 м³ готовой смеси. Установленная мощность — 210 кВт, в том числе для привода смесительного барабана — 44, для привода транспортера — 14.

Радиус подачи бетонной смеси — 12 м. Высота подачи бетонной смеси — 6 м вверх и 5 м вниз. Производительность транспортера — 45 м³/ч, частота вращения смесительного барабана — до 12 об/мин.

Основные размеры автобетоносмесителя в транспортном положении (длина×ширина×высота) 9,8×2,5×3,5 м. Масса технологического оборудования — 4,9 т, масса снаряженного автобетоносмесителя — 15,9 т. Полная масса автобетоносмесителя — 24 т.

Автобетоносмеситель используется на строительстве промышленных и гражданских зданий малой этажности, а также при сооружении монолитных бетонных конструкций. Годовой экономический эффект при его использовании составляет 3749 р.

Разработчик — ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя, изготовитель — Пушкинский ремонтно-механический завод. Автобетоносмеситель внедрен в тресте Мостранссстрой.

На строительных площадках и полигонах при возведении из бетона труб, мостов, гидротехнических тоннелей, промышленных, гражданских и других сооружений в условиях транспортного строительства при температуре окружающего воздуха от +2 до +40°С используется **бетоносмесительная автоматизированная установка Н-500.**

Производительность установки — 32 м³/ч, емкость смесителя под загрузку — 750 л, объем готового замеса — 500 л. Емкость четырех боксов склада инертных материалов — 800 м³, радиус боксов — 10 м, емкость силосов для цемента — 120 (60×2) м³, высота подачи готового бетона — 3,86 м.

Установленная мощность электродвигателей — 50 кВт. Габаритные размеры — длина 13,5 м, длина (по складу инертных материалов) — 19,5 м, ширина и высота — 16 и 15,5 м. Масса установки (без элементов склада заполнителей) — 26 700 кг.

Годовой экономический эффект при ее использовании составляет 36,4 тыс. р.

Проект разработан ПКБ Главстроймеханизации Минтрансстроя по лицензии фирмы «Штеттер» (ФРГ). Изготовитель — Рижский ремонтно-механический завод. Бетоносмесительная автоматизированная установка Н-500 внедрена в тресте Центродорстрой.

Для доставки товарных бетонных смесей от места их приготовления до места укладки предназначен **автобетоновоз**

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

АБ-104. Подъем его кузова осуществляется с помощью гидропривода.

Особенностью конструкции является форма кузова, обеспечивающая максимальную сохранность исходных характеристик бетона при транспортировании, а также расположение разгрузочного окна в верхней задней части кузова и возможность фиксации последнего при любом наклоне к горизонту, что допускает порционную выдачу груза (без точной дозировки). Небольшая ширина окна позволяет перегружать смесь в приемное устройство бетононасоса, не прибегая к бункерам-перегружателям.

Оснащение кузова вибратором обеспечивает полноту выгрузки без дополнительных затрат ручного труда. Автономное промывочное устройство исключает нарастание бетона на внутренней поверхности кузова. Опорное устройство страхует машину от опрокидывания при выгрузке жестких бетонных смесей.

Дистанционное управление подъемом и опусканием кузова облегчает контроль за ходом разгрузки и гарантирует безопасность водителя-оператора.

Автобетоновоз установлен на базе КамАЗ-5511. Масса транспортируемого груза — 10 000 кг, объем перевозимой бетонной смеси — 4 м^3.

Габаритные размеры — 6740×2480×2950 мм, угол наклона кузова при разгрузке — 90±5°. Продолжительность полного наклона кузова — 30 с.

Годовой экономический эффект от применения одного автобетоновоза АБ-104 составляет 9,6 тыс. р.

Постепенная замена самосвалов автобетоновозами позволит экономить 445 тыс. м^3 бетона в год за счет ликвидации его потерь при доставке.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 410017, Саратов, Пугачевская ул., 11/13, Саратовский филиал ПТИОМЭС.

СТРОЙИЗДАТ ВЫПУСКАЕТ

в 1986 г.

следующие книги:

Конструкции гражданских зданий: Учеб. пособие для вузов / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова, Е. Д. Бородай, В. П. Житков. — М.: Стройиздат, 1986. — 15 л., ил. — 55 к.

Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов: Учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дроздов, М. И. Додонов, Л. Л. Паньшин, Р. Л. Саруханин. — М.: Стройиздат, 1986. — 20 л., ил. — В пер.: 1 р. 10 к.

Волженский А. В. **Минеральные вяжущие вещества:** Учеб. для вузов. — 4-е изд., доп. и перераб. — М.: Стройиздат, 1986. — 25 л., ил. — В пер.: 1 р. 30 к.

Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. В 5-ти т. Т. 5 / Л. Ф. Шубин. Промышленные здания. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 30 л., ил. — В пер.: 1 р. 70 к.

Нагинская В. С. **Автоматизация архитектурно-строительного проектирования:** Учеб. пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 12 л., ил. — 40 к.

Борисов А. В., Волков Б. А. **Управление строительным проектированием.** — Л.: Стройиздат, 1986. — 18 л., ил. — В пер.: 2 р. 90 к.

Грамматиков А. Н., Устименко В. В. **Социалистическая интеграция и технический прогресс в строительстве.** — М.: Стройиздат, 1986. — 15 л. — 2 р. 30 к.

Зарубин В. Н. **Интенсификация и трудоемкость строительного производства.** — М.: Стройиздат, 1986. — 10 л. — 65 к.

Казанский Ю. Н. **Опыт организации и управления строительными фирмами в США.** — М.: Стройиздат, 1986. — 16 л. — 1 р.

Колтынюк Б. А. **Территориальная организация строительства:** (Прогноз, план, научно-технический прогресс). — Л.: Стройиздат, 1986. — 8 л., ил. — 1 р. 20 к.

Совершенствование экономических методов и организационных форм управления строительным производством / В. Г. Киевский, М. Н. Крейнина, В. Ф. Солнцев и др. — М.: Стройиздат, 1986. — 20 л. — 3 р. 60 к.

Галкин И. Г. Сафонова Э. И., Шабалин Е. М. **Совершенствование планирования строительного производства** / Под ред. И. Г. Галкина. — М.: Стройиздат, 1986. — 11 л. — 55 к.

Климов А. А. **Экономическое обоснование вариантов структуры управления строительным производством.** — М.: Стройиздат, 1986. — 9 л. — (Эконом. жизнь страны). — 45 к.

Панибратов Ю. П., Меркин Р. М., Клюев А. Ф. **Комплексная система повышения эффективности строительного производства.** — Л.: Стройиздат, 1986. — 14 л., ил. — 75 к.

Ялфимов В. И. **Комплектование объектов строительства технологическими линиями и установками повышенной готовности.** — М.: Стройиздат, 1986. — 10 л. — (Эконом. жизнь страны). — 55 к.

Резник С. Д. **Трудовая дисциплина в строительстве.** — М.: Стройиздат, 1986. — 4 л. — 20 к.

Основы экономики, организации и планирования строительства: Учеб. пособие для повышения квалификации. — 2-е изд., перераб. и доп. / И. Г. Галкин, Б. Я. Ионас, С. Н. Рейнин и др.; Под ред. И. Г. Галкина. — М.: Стройиздат, 1986. — 20 л. — В пер.: 1 р. 10 к.

Разумовский А. В., Гусев С. Г. **Экономика промышленности строительных материалов:** Учеб. для техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 20 л. — В пер.: 80 к.

Ильин В. П., Карпов В. В. **Прочность и устойчивость ребристых оболочек при больших деформациях.** — Л.: Стройиздат, 1986. — 15 л., ил. — В пер.: 2 р. 50 к.

Метод конечных элементов в статике сооружений: Пер. с польск. / Я. Шмельтер, М. Дацко, С. Доброчинский, М. Вечорек. — М.: Стройиздат, 1986. — 20 л., ил. — Пер. изд.: ПНР, 1979. — В пер.: 3 р.

Райзер В. Д. **Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций.** — М.: Стройиздат, 1986. — 12 л., ил. — (Надежность и качество). — 1 р. 90 к.

Ржаницын А. Р. **Составные стержни и пластинки.** — М.: Стройиздат, 1986. — 19 л., ил. — 2 р. 90 к.

Шубенкин П. Ф., Марцинчик А. Б., Скрамтаев Б. Г. — М.: Стройиздат, 1986. — 5 л., ил. — 15 к.

Галибина Е. А. **Автоклавные строительные материалы из отходов ТЭЦ.** — Л.: Стройиздат, 1986. — 8 л., ил. — 50 к.

Сулейменов А. Т. **Вяжущие материалы из побочных продуктов промышленности.** — М.: Стройиздат, 1986. — 15 л., ил. — В пер.: 80 к.

Татцль Г. **Оценка свойств строительных материалов с помощью мини-ЭВМ:** Пер. с нем. — М.: Стройиздат, 1986. — 10 л., ил. — Пер. изд.: ФРГ, 1980. — 70 к.

Автоматизация производственных процессов и АСУП в промышленности строительных материалов: Учеб. для техникумов / В. С. Кочетов, А. А. Ларченко, Л. Р. Немировский, А. И. Раксин; Под ред. В. С. Кочетова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Стройиздат, 1986. — 25 л., ил. — В пер.: 95 к.

Беляков Ю. И., Резуник А. В., Федосенко Н. М. **Строительные работы при реконструкции предприятий.** — М.: Стройиздат, 1986. — 12 л., ил. — 60 к.

Жадановский Б. В., Копелевич Л. Х., Алексеев В. А. **Техника безопасности при производстве арматурных, бетонных и каменных работ:** Учеб. пособие для проф.-техн. училищ. — М.: Стройиздат, 1986. — 5 л. — 20 к.

Неелов В. А. **Строительно-монтажные работы:** Учеб. пособие для проф.-техн. училищ. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 15 л., ил. — 40 к.

Справочник мастера-строителя / Д. В. Коротеев, Л. А. Фейгин, И. Н. Терновский и др.; Под ред. Д. В. Коротеева. — М.: Стройиздат, 1986. — 30 л., ил. — В пер.: 2 р.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru