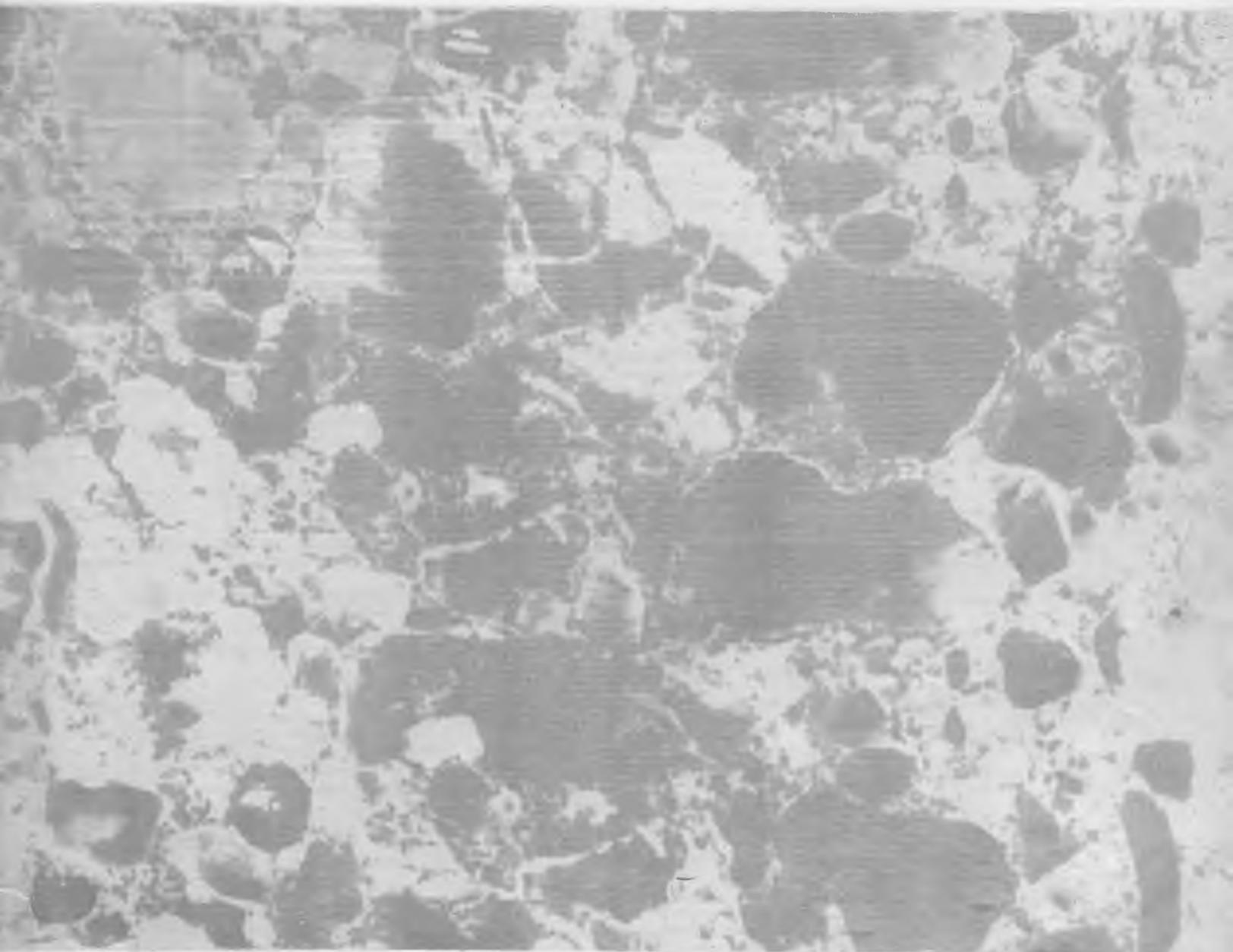


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН **3**

1987



СТРОЙИЗДАТ ВЫПУСКАЕТ

следующие книги по бетону и железобетону:

Коновалов Н. Е. **Научно-технический прогресс в строительном прсектировании стран—членов СЭВ.**— М.: Стройиздат, 1987 (IV кв.).— 10 л.— 55 к.

Резник С. Д. **Мастер—руководитель и организатор трудового коллектива строителей.**— М.: Стройиздат, 1987 (IV кв.).— 15 л.— 90 к.

Бондаренко В. М., Шагин А. Л. **Расчет эффективных многокомпонентных конструкций.**— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 10 л.: ил.— (Курсом ускорения науч.-техн. прогресса).— 50 к.

Штейн И. И. **Проектирование и строительство крупнопанельных крыш.**— Л.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 12 л.: ил.— 70 к.

Обследование и испытание сооружений: Учеб. для вузов / О. В. Лужин, А. Б. Злочевский, И. А. Горбунов, В. А. Волохов.— М.: Стройиздат, 1987 (IV кв.).— 22 л.: ил.— 1 р. 20 к.

Легкие конструкции одноэтажных производственных зданий / И. И. Ищенко, Е. Г. Кутухтин, В. М. Спиридонов, Ю. Н. Хромец; Под ред. И. И. Ищенко.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 34 л.: ил.— (Справочник проектировщика).— 2 р. 10 к.

Михайлов К. В., Волков Ю. С. **Бетон и железобетон в строительстве.**— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 8 л.: ил.— (Курсом ускорения науч.-техн. прогресса).— 40 к.

Чаус К. В., Чистов Ю. Д., Лабзина Ю. В. **Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций:** Учеб. для вузов.— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 22 л.: ил.— 1 р. 20 к.

Махвиладзе Л. С. **Сейсмостойкое крупнопанельное домостроение.**— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 14 л.: ил.— 75 к.

Френкель Г. Ю., Мачабели Ш. Л. **Роботизация процессов в строительстве.**— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 10 л.: ил.— (Курсом ускорения науч.-техн. прогресса).— 55 к.

Технология строительного производства: Учеб. для вузов / В. А. Евдокимов, Н. В. Варламов, В. В. Чепелев и др.; Под ред. В. А. Евдокимова.— 4-е изд., перераб. и доп.— Л.: Стройиздат, 1987 (IV кв.).— 40 л.: ил.— 1 р. 80 к.

Каграманов Р. А., Мачабели Ш. Л. **Монтаж конструкций сборных многоэтажных гражданских и промышленных зданий.**— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 24 л.: ил.— (Справочник строителя).— 1 р. 60 к.

Боев Б. С. **Опыт совершенствования организации и управления строительной индустрией.**— М.: Стройиздат, 1987

Фюрер В., Ингендай С., Штайн Ф. **Проектирование несущих конструкций:** Пер. с нем.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 18 л.: ил.— Пер. изд.: ФРГ, 1984.— 3 р.

Чистяков А. М. **Легкие многослойные ограждающие конструкции.**— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 15 л.: ил.— 2 р. 30 к.

Афанасьев А. А. **Технология импульсного уплотнения бетонных смесей.**— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 8 л.: ил.— (Наука—строит. пр-ву).— 1 р. 20 к.

Книгина Г. И., Завадский В. Ф. **Микрокалориметрия минерального сырья в производстве строительных материалов.**— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 10 л.: ил.— 1 р. 60 к.

Кулешов И. В., Торнер Р. В. **Теплоизоляция из вспененных полимеров.**— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 8 л.: ил.— (Наука—строит. пр-ву).— 1 р. 20 к.

Соломатов В. И., Селяев В. П. **Химическое сопротивление композиционных строительных материалов.**— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 16 л.: ил.— 2 р. 50 к.

Пирожников Л. Б. **Занимательно о бетоне.**— 2-е изд.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 7 л.: ил.— (Научно-популярная б-ка школьника).— 60 к.

Бабаев Ш. Т., Комар А. А. **Энергосберегающая технология железобетонных конструкций из высокопрочного бетона с химическими добавками.**— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 14 л.: ил.— (Курсом ускорения науч.-техн. прогресса).— 75 к.

Жаростойкие бетоны на основе композиций из природных и техногенных стекол / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, М. И. Зейфман, Б. Д. Тотурбиев.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 10 л.: ил.— (Курсом ускорения науч.-техн. прогресса).— 55 к.

Маилян Р. Л., Ахматов М. А. **Железобетон на пористых каменных отходах.**— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 15 л.: ил.— 85 к.

Харатишвили И. А., Наназашвили И. Х. **Прогрессивные строительные материалы:** (Технология, применение, экономика).— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 20 л.: ил.— 1 р. 30 к.

Васильченко В. Т. **Арматурные работы.**— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 6 л.: ил.— (Повышение мастерства рабочих стр-ва и пром-сти строит. материалов).— 30 к.

Кикава О. Ш. **Контроль качества при изготовлении строительных материалов.**— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 5 л.: ил.— 25 к.

Новиков Г. А. **Психология безопасности труда.**— Л.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 5 л.: ил.— 35 к.

Руфферт Г. **Дефекты бетонных конструкций:** Пер. с нем.— М.: Стройиздат, 1987 (IV кв.).— 12 л.: ил.— Пер. изд.: ФРГ, 1982.— 85 к.

Физдель И. А. **Дефекты в конструкциях и сооружениях и методы их устранения.**— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 18 л.: ил.— 1 р. 10 к.

Цейтлин М. Г., Верстов В. В., Азбель Г. Г. **Вибрационная техника и технология в строительстве.**— Л.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 14 л.: ил.— 80 к.

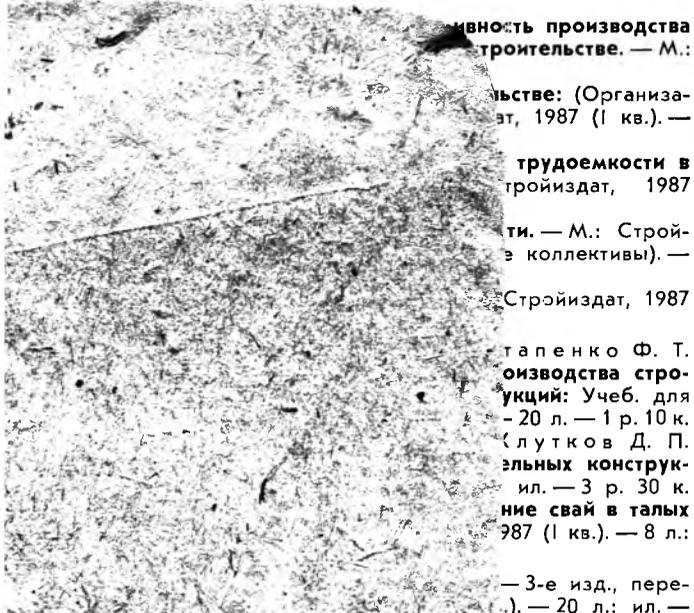
Шмит О. **Опалубка для монолитного бетона:** Пер. с нем.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 10 л.: ил.— Пер. изд.: ФРГ, 1981.— 70 к.

Технология строительного производства: Учеб. для вузов / Г. Н. Фомин, Н. Я. Сенаторов, А. П. Коршунова и др.; Под ред. Г. Н. Фомина.— М.: Стройиздат, 1987 (II кв.).— 30 л.: ил.— 1 р. 50 к.

Бейтуганов М. Г., Орлов Г. Г. **Охрана труда при монтаже металлических и сборных железобетонных конструкций:** Учеб. для техникумов.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 15 л.: ил.— 50 к.

Данилов Н. Н., Булгаков С. Н., Зимин М. П. **Технология и организация строительного производства:** Учеб. для техникумов.— М.: Стройиздат, 1987 (III кв.).— 40 л.: ил.— 1 р. 70 к.

Бетонные и железобетонные работы / В. Д. Топчий, К. И. Башлай, Н. И. Евдокимов и др.; Под ред. В. Д. Топчий.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1987 (I кв.).— 20 л.: ил.— (Справочник строителя).— 1 р. 40 к.



Содержание

К 70-летию Великого Октября

Лидер соревнования 2

Конструкции

Барашиков А. Я., Шевченко Б. Н., Стром А. Д., Шевченко С. Б. Влияние повторных нагрузок на работу консолей колонн 4

Бетоны

Сахаров Г. П., Виноградов Б. Н., Кропивницкий С. В. Сравнительная оценка надежности газобетона разных видов и структуры 6
Сакварелидзе А. В. Влияние возраста сталефибробетона на его ползучесть 8

Заводское производство

Бубело В. В., Тимофеев В. М., Фрозе Р. М., Буллер В. Д., Черобедов В. И., Абдикаликов Б. А. Тепловая обработка железобетона в паровоздушной среде 10
Зыков Б. И., Апполонов С. Н., Гусев Б. В., Герасечкин В. А. Технология и оборудование разночастотного действия для формования пустотных плит 12
Крошкин Ю. М., Городецкий Ю. Л., Гасевский В. А. Внедрение прогрессивных разработок 14

Строительное производство

Коньков В. В. О назначении режимов транспортирования бетонных смесей по трубопроводам 16

В помощь проектировщику

Семченков А. С., Кутовой А. Ф., Гуца Ю. П. Исследование действительной работы ригелей в составе сборных перекрытий 17
Карабанов Б. В. Пространственный расчет сборно-монолитных ребристых перекрытий 19
Баранова Т. И. Новый метод расчета поперечной арматуры в коротких элементах 22

Долговечность

Шлаен А. Г., Насушкин А. И., Гольдберг Г. Ф., Алексеев С. Н., Кравченко Т. Г. Обследование состояния напорных виброгидропрессованных труб на оросительных системах 24

Теория

Бич П. М. Экспериментально-теоретические исследования закритических характеристик бетона 26

В порядке обсуждения

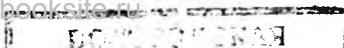
Сизов В. П. О подборе состава бетона в монографии об оптимизации состава цементобетона 27

Библиография

Афанасьев А. А. Полезная книга по вибротехнике 29

На ВДНХ СССР

С использованием ресурсосберегающих технологий 29



ЛИДЕР СОРЕВНОВАНИЯ

По итогам социалистического соревнования 1986 г. лучшим среди промышленных предприятий ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1 Главмосстроя признан Тушинский завод ЖБК. Коллективу завода вручено переходящее Красное знамя комбината.

В настоящее время основной продукцией комбината являются жилые дома с улучшенной планировкой квартир серии П 44/17 из унифицированных изделий. Тушинский завод специализирован на выпуске по кассетной технологии панелей перекрытий, фундаментных плит БФП, железобетонных перегородок, ограждений лоджий и балконов.

О выполнении плановых заданий 1986 г. заводчане рапортовали досрочно. Всего за год выпущено 236,1 тыс. м³ железобетонных конструкций и изделий, сверх плана 2,3 тыс. м³. Реализовано товарной строительной продукции на сумму 12 млн. р., сверх плана на сумму 274 тыс. р. Благодаря улучшению качества выпускаемой продукции, внедрению новой техники и средств механизации, модернизации действующих технологических линий, улучшению организационно-технической и воспитательной работы плановое задание по росту производительности труда на одного работающего перевыполнено на 1,2%. Следует отметить, что заводчане в первый год двенадцатой пятилетки значительно улучшили все технико-экономические показатели работы.

Благодаря строгому режиму экономии и бережливости на каждом рабочем месте сэкономлено за год около 50 т металла, более 500 т цемента и 120 тыс. кВт·ч электроэнергии. Внедрено в производство более 100 рационализаторских предложений с экономическим эффектом около 65 тыс. р.

Напряженную программу наметили на 1987 г. и на двенадцатую пятилетку труженики Тушинского завода. Стремясь внести свой вклад в дело перестройки народного хозяйства и ускорения научно-технического прогресса в отрасли, заводчане обязуются довести удельный вес продукции, аттестуемой по высшей категории качества, до 70%, перевыполнить установленное задание по росту производительности труда на 1,5%. Вместе со всеми домостроителями ДСК-1 они обязались обеспечить выпуск необходимого объема железобетонных конструкций и изделий для дополнительного ввода в эксплуатацию к концу пятилетки жилых домов общей площадью 250 тыс. м².

Труженики завода наметили в 1987 г. перейти полностью на выпуск железобетонных перегородок вместо гипсобетонных, освоить три вида ограждений балконов и лоджий. В двенадцатой пятилетке капитальные вложения направлены в основном на завершение реконструкции складского хозяйства, объектов энергетики и на техническое перевооружение основного производства. Так, на заводе предусматривается в формовочном цехе № 2 ввести в действие новую технологическую линию по выпуску 15 тыс. м³ в год эффективных железобетонных изделий.

В целом техническое перевооружение и модернизацию оборудования намечено осуществлять по следующим направлениям: совершенствование технологии изготовления железобетонных изделий, конструкций и деталей домов серии П 44/17 для повышения качества и улучшения внешнего вида; механизация и автоматизация производственных процессов, трудоемких ручных работ, управление производством и системы управления качеством продукции; повышение качества выпускаемой продукции, в том числе увеличение выпуска продукции высшей категории качества; строгая экономия строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов.

Совершенствование технологии производства на Тушин-

ском заводе является одним из главных направлений технического перевооружения предприятия в двенадцатой пятилетке.

Заводчане совместно со специалистами СПКБ «Кассетдеталь» в течение 1987 г. осуществляют совместные работы по освоению технологии изготовления железобетонных перегородок толщиной 80 мм в кассетных установках и внедрению бескоробочной навески дверных полотен. Значительно сократить расход алюминия позволит внедрение в заводское производство новой технологии укладки крупноразмерной керамической плитки в формы для отделки внутренней поверхности железобетонных ограждений балконов и лоджий. В текущем году заводчане продолжают совершенствовать производство блоков фундаментных плит БФП.

В настоящее время завод имеет один из самых высоких показателей кассетного производства по сравнению с другими домостроительными предприятиями страны. Годовой объем производства здесь составляет более 220 тыс. м³ железобетона.

На заводе разработаны и внедрены организационно-технические мероприятия, включающие применение двухстадийной тепловой обработки, вынесение операций по переноске изделий из кассет на вспомогательные посты. Технологический процесс формирования заключается в приготовлении бетонной смеси, подаче ее из бетоносмесительного цеха по ленточным конвейерам с последующей укладкой в отсеки кассетных установок консольными бетоноукладчиками. Готовые арматурные каркасы из арматурного цеха подаются в формовочные цеха на передаточных тележках. Рабочие поверхности стенок и разделительных листов кассет смазываются эмульсией. Смазочный состав подается в цех по трубопроводу из накопителя по закольцованной системе. Тепло горячего конденсата используется для подогрева инертных материалов, на заводе действует обратное водоснабжение.

Формовочное производство размещено в двух пролетах размерами 18×180 м. В каждом пролете расположены по две технологических линии, каждая из которых состоит из 11 кассетных установок. Линии снабжены самостоятельными системами подачи бетонной смеси с консольными бетоноукладчиками, отделочными постами для затирки поверхностей изделий. После отделки изделие с помощью мостового крана устанавливается на вывозной конвейер. Контролеры ОТК принимают изделия и затем отправляют их на склад готовой продукции.

В содружестве с наукой на заводе внедрены новые эффективные разработки, способствующие значительному повышению производительности труда, сокращению трудовых затрат. Так, совместно с НИИЖБ проведена модернизация кассет. Сущность ее заключается в более рациональном размещении навесных вибраторов на разделительных листах кассетных установок. Это позволяет уплотнять бетонную смесь с осадкой конуса 8...9 см вместо 12...14 см, обеспечивает экономию цемента и сокращает цикл тепловой обработки изделий.

Изучение и обобщение опыта передовиков и новаторов, передовых бригад и звеньев — победителей в социалистическом соревновании — убедительно показывает, что секрет их успехов заключается прежде всего в постоянном активном поиске и внедрении прогрессивных методов организации труда, передовых технологических и конструктивно-технологических решений. На заводе большинство передовиков используют с большим экономическим эффектом все имеющиеся резервы для реализации планов и высоких социалистических обязательств. Так, без снижения объемов производства

здесь за короткий срок модернизированы кассетные установки путем изменения толщины тепловой стенки и применения быстростъемного крепления вибраторов, что упрощает замену разделительных листов. Вся съемная оснастка располагается на разделительных листах. Следует отметить, что широкое применение в кассетном производстве нашла добавка ВРП-1, позволяющая экономить цемент в количестве до 5%.

Тепловая обработка изделий на заводе осуществляется по двухстадийному режиму. Изделия последовательно прогреваются непосредственно в кассетах только до набора прочности 9 МПа, а затем до набора отпускной прочности твердеют в камерах повторной термообработки термосного типа без подачи пара. Распалубка изделий из кассет производится поочередно из каждой полости, начиная от подвижной стенки. Привод распалубочной машины приводится в движение дистанционно с пульта управления. После очистки и сборки всех отсеков кассет на них ровным слоем наносится смазка.

Большая роль на Тушинском заводе отводится дальнейшему совершенствованию и развитию социалистического соревнования как одному из главных рычагов повышения эффективности производства на основе научно-технического прогресса и его интенсификации.

В 1986 г. на заводе проделана большая работа по механизации всех трудоемких процессов. Так, в арматурном цехе завода установлен гибочный автомат с программным управлением, предназначенный для изготовления хомутов, внедрены автомат для сварки и резки сеток и конвейерная линия безотходной заготовки прутьев. Большое внимание уделяется вопросам экономии сырья и материалов. Реализация нескольких мероприятий по совершенствованию технологических линий, оборудования и рациональному использованию строительных материалов позволила добиться значительной экономии в первом году двенадцатой пятилетки.

Все бригады и участки завода трудятся по методу А. Д. Басова «Работать высокопроизводительно, без травм и аварий». Обеспечение высокопроизводительного труда, как показывает практика, неразрывно связано с уровнем деятельности руководителей первичных низовых звеньев производства — бригадиров. Для того, чтобы поднять их роль в деле обеспечения безопасных условий работы, эффективности социалистического соревнования, активизировать постоянный поиск новых, менее трудоемких приемов работы на технологических линиях и рациональных методов организации труда, на Тушинском заводе организована систематическая учеба всех руководителей участков и звеньев, действует совет бригадиров.

Все эти и другие мероприятия позволили укрепить дисциплину в бригадах. Увереннее стали работать в тех подразделениях, которые еще недавно были в числе отстающих. Так, среди лидеров соревнования не только признанные передовики заводского производства В. Бусурин и П. Кряжков, но и молодые бригадиры, например А. Березовский.

Повысить качество выпускаемых каждой бригадой изделий во многом помог введенный КТУ. Для совершенствования соревнования между бригадами используются материальное и моральное поощрение, повышение разряда и др.

Досрочно рапортовали о выполнении своих годовых заданий многие бригады завода. Среди наиболее отличившихся передовые комплексные бригады формовочных цехов, руководимые П. Кряжковым и Ю. Русаковым. Дневная выработка на одного работающего в бригаде П. Кряжкова составила 103%. На протяжении 1986 г. в этой бригаде не было случаев нарушения трудовой и производственной дисциплины.

Бригада коммунистического труда Ю. Русакова из формовочного цеха № 2 перевыполнила дополнительные социалистические обязательства. Работая без нарушений трудовой и производственной дисциплины, в четком ритме и строго по графику, эта бригада выполнила плановое задание на 106%. Она выпускает железобетонные ограждения лоджий с облицовкой их керамической плиткой. Коллектив бригады часто выходит победителем в социалистическом соревновании. Как правило, свою продукцию бригада сдает с первого предъявления, плановое задание ежемесячно перевыполняет на 5..8%. Ю. Русаков возглавляет бригаду более 20 лет. За эти годы им внедрено много рационализаторских предложений, автором которых является сам бригадир. Так, сборка объемного каркаса фундаментных блоков раньше выполнялась вручную, а в настоящее время используется высокоэффективное приспособление новатора. В результате высвободился один человек.

С самого начала создания Тушинского завода трудится на нем кавалер ордена Трудовой Славы III степени бригадир комплексной бригады В. Бусурин. Рядом с ним ветераны Г. Антонова, Е. Лопатко и другие. Члены бригады всегда в поиске резервов производства. Работают здесь в три смены с применением КТУ. В бригаде хорошо развита взаимозаменяемость. Из месяца в месяц коллектив бригады перекрывает плановые задания.

На заводе многие труженики совмещают по две-три профессии. Это стало здесь массовым явлением. Так, электросварщик В. Супруненко отлично владеет своей основной профессией, но при необходимости может квалифицированно выполнить слесарную работу. В совершенстве владеет своей профессией формовщик Н. Филатов. На его счету немало рационализаторских предложений, он обучает специальности несложных учеников.

Росту профессионально-технического и общеобразовательного уровня кадров на заводе уделяется большое внимание. Здесь это рассматривают одним из условий повышения производительности и интенсификации труда. Тщательно осуществляется расстановка кадров. Каждое мероприятие подкрепляется идеологическими мерами с целью создания у коллектива необходимого творческого настроения. Разработано много действенных средств и форм общественного воздействия на повышение сознательности у каждого труженика и укрепление дисциплины. Именно в 1986 г. здесь были осуществлены организационно-воспитательные мероприятия, позволившие заметно укрепить дисциплину во всех заводских звеньях.

Успешному выполнению плановых заданий 1986 г. во многом способствовали принятые каждым рабочим в начале года индивидуальные обязательства. Так, ударник коммунистического труда электросварщик арматурных сеток В. Синяев эти обязательства выполнил на 110% при росте производительности труда на 3,8%. Он удостоен звания «Почетный строитель Главмостроя». Это же звание присвоено В. Супруненко, который выполнил годовое индивидуальное обязательство досрочно. Многие другие передовики заводского производства успешно справились с заданиями года и досрочно рапортовали о выполнении индивидуальных и коллективных социалистических обязательств.

На Тушинском заводе немало хорошего делается для улучшения условий труда и культуры производства. Так, введена к норме освещенность, снижены шум и вибрация. Большие мероприятия намечены на 1987 г, по резкому снижению в цехах запыленности. Улучшению настроения людей, созданию хороших деловых отношений служит забота о быте и отдыхе работников завода. Проведена значительная работа по исключению случаев производственного травматизма.

Росту производительности труда на заводе во многом способствовали мероприятия, осуществленные здесь в 1986 г. Так, изготовлены манипуляторы для сборки арматурных каркасов, в которых применены фиксаторы на поворотных станках. Благодаря этому на 10..12% снижены затраты труда на сборке. Усовершенствован узел приготовления шпательки с обеспечением строгого дозирования состава. Механизирован и сам процесс шпательочных работ. На заводе внедрен станок для изготовления анкера монтажной петли.

Совместно с наукой разработаны новые виды шпательок, проведено усовершенствование арматурно-сварочных работ, внедрен автоматизированный стенд для определения прочности бетона неразрушающими методами.

Систематически ведется сбор и обработка информации по качеству поступающих на завод строительных материалов, выпускаемой продукции, налажен учет и контроль планово-экономических показателей. Во всех цехах действуют внедренные стандарты предприятия на проведение операционного и входного контроля качества.

Встав на ударную трудовую вахту, посвященную 70-летию Великого Октября, самоотверженно трудятся формовщики бригады В. Бусурина. Плановое задание каждой недели этот коллектив выполняет, как правило, на 110..115%. Успешно справляются с высокими социалистическими обязательствами по достойной встрече знаменательной даты бригады Н. Климова, П. Кряжкова, коллектив арматурного цеха (начальник К. Пикулин), электросварщик В. Сидоров, мастер А. Фокин, моторист бетоносмесительной установки В. Зайцев.

Включившись в социалистическое соревнование по достойной встрече 70-летия Великого Октября, труженики Тушинского завода ДСК-1 приняли повышенные социалистические обязательства. Нет сомнения в том, что трудовой энтузиазм рабочих, инженерно-технических работников и служащих завода будет способствовать их успешному выполнению.

УДК 624. 075.23.042.1

А. Я. БАРАШИКОВ, д-р техн. наук, проф. (Киевский инженерно-строительный ин-т);
Б. Н. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, А. Д. СТОМ, инж. (Криворожский горно-рудный ин-т);
С. Б. ШЕВЧЕНКО, инж. (ПО Криворожжелезобетон)

Влияние повторных нагрузок на работу консолей колонн

Одной из важнейших задач ускорения технического прогресса в строительстве является создание сооружений, способных обеспечить их надежную и долговечную работу на протяжении всего срока эксплуатации. Для этого на стадии проектирования необходим правильный учет особенностей работы железобетонных конструкций в реальных условиях [1].

В настоящее время целый ряд научно-исследовательских институтов ведет работы, направленные на экономию бетона и стали с учетом технологичности изготовления конструкций. Так, например, ЦНИИЭП ТБЗ и ТК разработал новые усовершенствованные закладные детали М-5 и М-9 консолей для колонны серии ИИ-04. Эти закладные детали (табл. 1), изготавливаемые из стали класса А-III и применяемые для колонн сечением 30×30 и 40×40 см, имеют одинаковые размеры по высоте (150 мм), что упрощает изготовление колонн. Схема армирования консоли колонны показана на рис. 1. Изменение сечения закладной детали М-5 на 50 мм (см. поз. 4 табл. 1) стало возможным в результате повышения расчетного сопротивления стали класса А-III до 375 МПа и уточнения методики расчета коротких железобетонных консолей на действие поперечной силы с учетом работы сжатой наклонной полосы бетона.

Предложенные закладные детали пущены в серийное производство после испытания натурных образцов колонн. Проект предусматривает испытание консолей однократным монотонным ступенчатым нагружением до разрушения согласно схеме, приведенной на рис. 2. При этом оценивается жесткость и трещиностойкость консолей. В момент приложения на консоль нормативной нагрузки величиной 180 и 270 кН (соответственно для сечений 30×30 и 40×40 см) прогиб консоли относительно ее основания должен составлять

$[f] \leq \frac{1}{75} l$, или 2 мм. В соответствии с [2] ширина раскрытия трещин при этом не должна превышать 0,3 мм.

Таблица 1

№ позиции	Армирование колонны сечением			
	40×40 см		30×30 см	
	в типовом проекте	пред- ложенной	в типовом проекте	пред- ложенной
1	—120×10	—120×10	120×10	—120×10
2	395	395	295	295
3	2Ø32	2Ø28	2Ø22	2Ø22
4	2Ø28	2Ø22	2Ø22	2Ø12
5	—50×16	—65×12	—75×14	—65×12
	200	150	150	150
	2Ø28	2Ø12	2Ø20	2Ø12

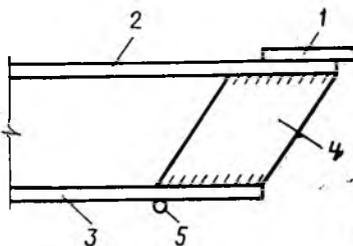


Рис. 1. Схема армирования консоли колонны (номера позиций соответствуют приведенным в табл. 1)

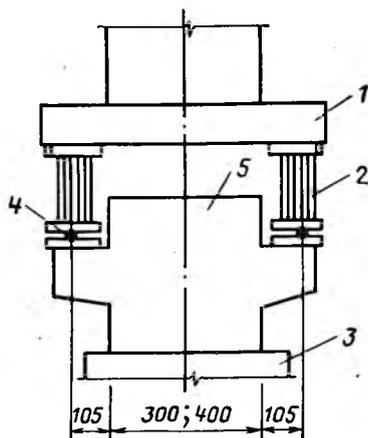


Рис. 2. Схема испытания колонн
1 — распределительная траверса; 2 — стойки для передачи нагрузки на шарниры; 3 — опорная плита прессы; 4 — цилиндрический шарнир; 5 — натурный образец

Опытные образцы изготавливали в ПО Криворожжелезобетон в количестве шести штук (по три образца в одной партии). Испытания проводили в лаборатории конструкций строительного факультета Криворожского горно-рудного института.

Согласно требованиям проекта, колонны формовали из бетона класса В30, который имел следующие характеристики: цемент активностью 40 МПа; осадка конуса 4...6 см; $V/C=0,4$. Расход материалов на 1 м³ бетона: цемент — 525, щебень — 1200, песок Запорожский — 490, вода — 210 кг. Образцы подвергались пропариванию по стандартному режиму. Среднее значение кубиковой прочности бетона в момент испытания составило 42 МПа.

Консоли колонн испытывали на прессе ПММ-250. Усилия на консоли передавались через цилиндрические шарниры, расположенные на расстоянии 105 мм от наружной грани колонны. Нагрузка на консоли передавалась через распределительную траверсу ступенями в 0,1 расчетной нагрузки с выдержкой на каждой ступени нагружения 3...5 мин, необходимых для замеров прогибов консолей и величин раскрытия трещин (см. рис. 2).

По два образца сечением 30×30 (ОК-1-1,2) и 40×40 см (ОК-11-1,2) были испытаны однократным монотонно-ступенчатым нагружением до разрушения. Результаты испытаний приведены в табл. 2. На основании этих результатов ЦНИИЭП ТБЗ и ТК рекомендовал раз-

Таблица 2

Серия и номер образца	Нормативная нагрузка, кН	Опытные прогибы, мм	Опытная ширина раскрытия трещин, мм	Разрушающая нагрузка, кН
ОК-1-1	180	0,75	0,15	330
ОК-1-2	180	1,05	0,21	337
ОК-11-1	270	1,15	0,15	532
ОК-11-2	270	1,30	0,21	478

работанные закладные детали к внедрению.

В настоящее время ПО Криворожжелезобетон успешно применяет такие закладные детали для консолей колонн серийного производства. При этом экономия металла в среднем составляет 6,6 кг на одну колонну, а снижение стоимости колонн «в деле» — 1,93 р/м³, что при годовом выпуске этих конструкций 3000 м³ составляет 5790 р.

Продланная ЦНИИЭП ТБЗ и ТК работа направлена на снижение трудоемкости и материалоемкости конструкций, что крайне актуально в настоящее время. Серия ИИ-04 предусматривает строительство административно-бытовых корпусов высотой до четырех этажей, срок службы такого рода зданий отнесен ко второй категории долговечности и составляет 100 лет. Столь длительный срок эксплуатации должен обеспечить достаточную долговечность и надежность конструкций. При этом на стадии проектирования необходимо учитывать возможные реальные изменения нагрузок, а также свойства материалов, связанные с характером эксплуатации.

Для определения особенностей работы рассматриваемых конструкций под действием повторных нагрузок, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации зданий, были проведены испытания консолей колонн той же партии на действие повторной однозначной сжимающей нагрузки. Последняя прикладывалась по схеме, приведенной на рис. 2. Все образцы были испытаны в режиме мягкого нагружения. Максимальный уровень повторного нагружения принимался равным полной нормативной нагрузке — 180 кН (для сечения 30×30 см) и 270 кН (для сечения 40×40 см). После снятия необходимых отсчетов нагрузку снижали до нуля. Таким образом, максимальный уровень повторной нагрузки не превышал $\eta = F_{max}/F_n \approx 0,5$ (см. табл. 2), что для данного вида бетона меньше величины малоциклового усталости [3]. В связи с этим, учитывая возможную стабилизацию деформаций, конструкцию нагружали повторной нагрузкой в течение 19 циклов. На 20-м цикле консоли доводили до разрушения ступенчато-монотонной нагрузкой. Подъем и сброс циклической нагрузки осуществляли ступенями, равными 0,1 нормативной нагрузки.

В процессе повторного нагружения прогибы консолей нарастали, и на 8...10-м циклах практически стабилизировались (рис. 3). Остаточные деформации на 20-м цикле составили 0,3 мм. Наряду с этим ширина раскрытия трещин превысила средние значения при однократном нагружении на 116%, или на 0,13 мм.

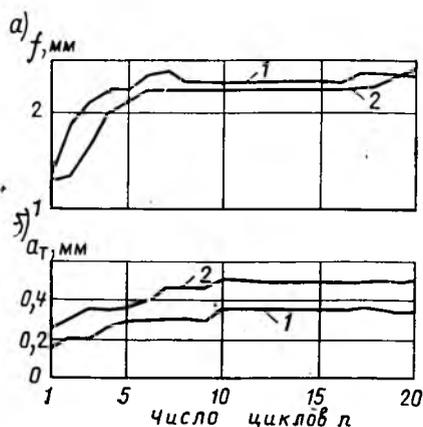


Рис. 3. Деформативность и трещинообразование консолей колонн в зависимости от числа циклов нагружения

а — изменение прогибов; б — увеличение ширины раскрытия трещин; 1 — образцы сечением 30×30 см; 2 — то же, 40×40 см

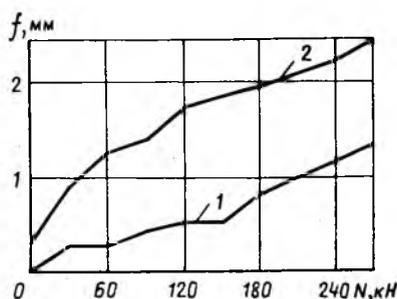


Рис. 4. Сопоставление прогибов консолей на 20-м цикле нагружения с эталонными 1 — эталонные; 2 — на 20-м цикле нагружения до разрушения

На ВДНХ СССР

Многopустотные панели

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» представлены разработанные НИИЖБ и ЦНИИЭП жилища преднапряженные многopустотные панели длиной до 6,3 м для перекрытий жилых и общественных зданий с уменьшенным конструктивным и рабочим армированием.

Панели имеют следующие геометрические размеры: длину — 4780, 5080, 5380, 5680, 5980, 6280 мм, ширину — 990, 1190, 1490, 1790 мм, высоту — 220 и диаметр пустот 159 мм.

Конструктивным материалом для изготовления панелей служит бетон класса В15. Натяжение рабочей арматуры производится электротермическим способом. Верхнюю полку армируют сварной сеткой, на опорах устанавливают унифици-

рованные корытообразные сетки в пределах зоны анкеровки напрягаемой арматуры. Формуют панели по поточно-агрегатной и конвейерной технологии в стальных формах.

Преднапряженные многopустотные панели серии 1.141.-1 предназначены для перекрытий жилых, общественных, административных зданий с кирпичными, блочными стенами пролетом до 6,3 м под расчетные нагрузки 300, 450, 600, 800 кгс/м² (без учета собственной массы).

По сравнению с ранее применявшимися многopустотными панелями в предлагаемых исключено поперечное армирование под расчетные нагрузки до 600 кгс/м², применены укороченные вертикальные приопорные каркасы в панелях под расчетные нагрузки 800 кгс/м², исключена нижняя средняя сетка в панелях шириной до 1,5 м, разрежено расположение напрягаемой арматуры и снижен ее расход.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проблемы надежности в строительстве / Ю. А. Ветров, А. Я. Барашиков и др. // Надежность и долговечность машин и сооружений. — Киев: Наукова думка. 1984. — № 6. — С. 5—17.
2. ГОСТ 8829—85. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости. — М.: Стройиздат. 1968. — 24 с.
3. Барашиков А. Я. Шевченко Б. Н., Валовой А. И. Малоцикловая усталость бетона при сжатии // Бетон и железобетон. — 1985. — № 4. — С. 27—28.

Г. С. САХАРОВ, Б. Н. ВИНОГРАДОВ, кандидаты техн. наук, С. В. КРОПИВНИЦКИЙ, инж. (МИСИ)

Сравнительная оценка надежности газобетона разных видов и структуры

Свойства газобетона в изделиях и конструкциях под влиянием механической нагрузки и внешней среды со временем изменяются. Эта изменчивость усугубляется недостаточной однородностью выпускаемого газобетона, которая является причиной снижения начальной обеспеченности расчетного сопротивления и, следовательно, нормативного запаса прочности газобетона [1].

Изменение свойств материала определяют по результатам их испытаний после длительного действия механической нагрузки, температуры, влажности, углекислого и других газов в атмосферных условиях, которые в определенной мере соответствуют испытаниям на надежность. Изменчивость свойств цементного газобетона [2] разной технологии и структуры после 10 лет испытания на ползучесть при нагрузке $0,4 R_b$ показана в таблице.

Сравнительные испытания свойств газобетона после разгрузки призм позволяют заключить, что средняя плотность всех его видов в связи с карбонизацией гидратных соединений и усадкой возросла на 8...12%; призмная прочность газобетона, изготовленного по обычной технологии согласно СН 277-70 (80), снизилась за 10 лет на 3...4%, а оптимизированной структуры на грубомолотом песке по литой и вибрационной технологии возросла на 9...15%, особенно значительно у неавтоклавного газобетона — на 45...59%. Модуль упругости газобетона, изготовленного по обычной литой технологии, снизился на 8...24%, газобетона оптимизированной структуры на грубомолотом песке возрос на 4...5% у неавтоклавного и на 16...31% у автоклавного. Коэффициент Пуассона снизился на 16...40% у всех видов газобетона, особенно при меньшей средней плотности. Равновесная влажность газобетона всех видов уменьшилась в 2...4 раза, в большей мере у неавтоклавного газобетона.

Были исследованы упругое последствие, деформативные свойства при кратковременном нагружении и усадка газобетона после 10 лет испытания на ползучесть. Деформации упругого последствие, наблюдавшиеся в течение 7...10 сут

после разгрузки призм, состоят преимущественно из мгновенно-упругой и вязкой составляющей, отнесенных к действующей нагрузке ($0,4 R_b$). Скачкообразное восстановление упругих деформаций наблюдалось у автоклавного и неавтоклавного газобетона (рис. 1). Обратимая упругая деформация оказалась в 1,5...2 раза меньше аналогичной при нагружении, что связано, по-видимому с необратимыми изменениями структуры цементного камня под влиянием атмосферных факторов и нагрузки.

Обращает внимание длительно затухающий характер ползучести обычного литого газобетона на тонкомолотом песке и значительное (в 1,5...2 раза) превышение меры его ползучести над мерами ползучести газобетона оптимизированной структуры на грубомолотом песке, в том числе неавтоклавного твердения. Это хорошо согласуется с данными таблицы и физико-химического анализа структуры цементного камня через 10 лет после изготовления.

В полном соответствии с данными таблицы находятся деформации газобетона при кратковременном нагружении (рис. 2). У всех видов газобетона, кроме изготовленного по литевой технологии (кривые 1, 1'), увеличился угол наклона кривых продольных и поперечных деформаций к горизонтальной оси, что свидетельствует об уменьшении деформативности и увеличении модуля упругости. Практически исчезают пластические деформации быстроснатекающей ползучести, при нагрузке $< 0,8 R_b$ для автоклавного га-

зобетона и $< 0,5 R_b$ для неавтоклавного. По сравнению с начальными (после изготовления) они уменьшились в 4,3 раза у обычного газобетона; в 1,6 и 2,8 раза — у литого и вибрационного оптимизированной структуры автоклавного твердения и в 11 раз — у неавтоклавного. Величина их при $0,9 R_b$ (перед разрушением) после 10 лет испытаний на ползучесть составляет для всех видов газобетона $(3...3,5) \times 10^{-3}$.

Коэффициент упругих деформаций — $\nu = \varepsilon_y / (\varepsilon_y + \varepsilon_{пл})$ (ε_y , $\varepsilon_{пл}$ — относительные мгновенно-упругая и пластическая деформации при кратковременной нагрузке) для всех видов газобетона уменьшился в 1,01...1,16 раза, в большей мере у неавтоклавного. На 5...8% уменьшилось водопоглощение при капиллярном подсосе у газобетона оптимизированной структуры автоклавного (кривые 2, 2') и неавтоклавного (кривые 4, 4') твердения; у обычного (кривые 1, 1') и изготовленного по вибрационной технологии (кривые 3, 3') практически не изменились. Различие обусловлено разной степенью карбонизации гидратных соединений и соответственно проявившейся усадкой, что согласуется с данными физико-химического анализа цементного камня и ползучести (см. рис. 1).

Вместе с тем возросла полная усадка газобетона при высушивании образцов при 105...110°C, которая составила: у автоклавного газобетона ПЛ 700 кг/м³ по литой технологии на тонкомолотом песке — 4,04 мм/м (вместо 1,69 мм/м после изготовления), оптимизированной струк-

нормативная плотность, кг/м ³	Вид технологии	Средняя плотность, кг/м ³	W, %	R_b , МПа	E_b , МПа	μ , %
500	Л	490/534	9,18/3,11	2,42/2,68	1230/1280	0,21/0,16
700	Л	688/740	7,00/2,76	3,77/3,96	2510/2120	0,22/0,12
700	ЛО	739/807	5,44/2,97	4,68/5,57	3690/4530	0,26/0,11
700	ВО	682/764	6,31/3,19	3,51/4,33	3080/4320	0,27/0,19
800	ВО	768/813	6,63/2,70	3,87/4,64	3500/4770	0,23/0,19
700	Н	669/720	8,02/2,30	2,95/3,64	2290/2620	0,30/0,18
800	Н	770/860	7,20/1,97	3,16/5,64	2700/3190	0,24/0,19
1000	Н	1050/1170	6,62/1,75	7,00/11,38	4900/5690	0,25/0,21

Примечания. 1. Индексы: Л — литая технология, на тонкомолотом песке; В — вибрационная, Н — неавтоклавный газобетон, О — газобетон оптимизированной структуры на грубомолотом песке. 2. Данные при фактической влажности газобетона. 3. Перед чертой — данные 1974 г; после черты — 1984 г.

туры на грубомолотом песке — 3,49 мм/м (вместо 1,2 мм/м), по вибрационной технологии на грубомолотом песке — 3,68 мм/м (вместо 1,0 мм/м) и неавтоклавного газобетона — 2,88 мм/м (вместо 1,66 мм/м). Значительное увеличение усадки при высушивании карбонизированного газобетона обусловлено обезвоживанием большого количества кремнегеля, сближением и сжатием его частиц и кристалликов кальцита и арагонита. Абсолютная величина ее более всего у обычного газобетона, а относительная — у газобетона оптимизированной структуры, изготовленного по литой и вибрационной технологии.

Наименьшая полная усадка наблюдается у неавтоклавного газобетона, что связано, по-видимому, с его более полной карбонизацией, уплотнением и упрочнением геля под нагрузкой и огрублением структуры. Однако в обычных условиях эксплуатации полная усадка не происходит. Возможность ее проявления следует учитывать только при пожарах и теплоизоляции горячих поверхностей, допускающих увлажнение в период эксплуатации.

Сравнительный рентгенофазовый, термографический и химический анализ газобетона после действия нагрузки в течение 10 лет в нормально-влажностных воздушных условиях обнаружил характерные изменения в структуре и фазовом составе цементирующих соединений. Общее количество летучих веществ в газобетоне всех видов за 10 лет увеличилось с 8...11% до 33...36%, в т. ч. углекислоты (CO_2) с 2,2...5,5% до 23...26%; воды химически связанной с 5,6...7,4% до 10...12%, включая адсорбированную гелем воду. Это свидетельствует о значительной карбонизации гидратных соединений.

В свежизготовленных образцах автоклавного твердения содержалось не более 5% зерен негидратированного клинкера. Преобладающими продуктами твердения были гидросиликаты кальция группы CSH(B) и тоберморит, гидрогранатов мало. После 10 лет количество негидратированных клинкерных частиц сократилось до 1...2%. Гидросиликаты кальция группы CSH(B) полностью разрушены атмосферной углекислотой; тоберморит же, модифицированный глиноземом, практически не изменился.

Наиболее глубокие изменения во времени происходят в структуре цементного камня неавтоклавного газобетона. В отличие от автоклавного, гидратные соединения в нем разлагаются полностью в значительной мере снижается количество негидратированного цемента и связанной воды. Этой спецификой объясняются большие количественные изменения ряда свойств неавтоклавного газобетона

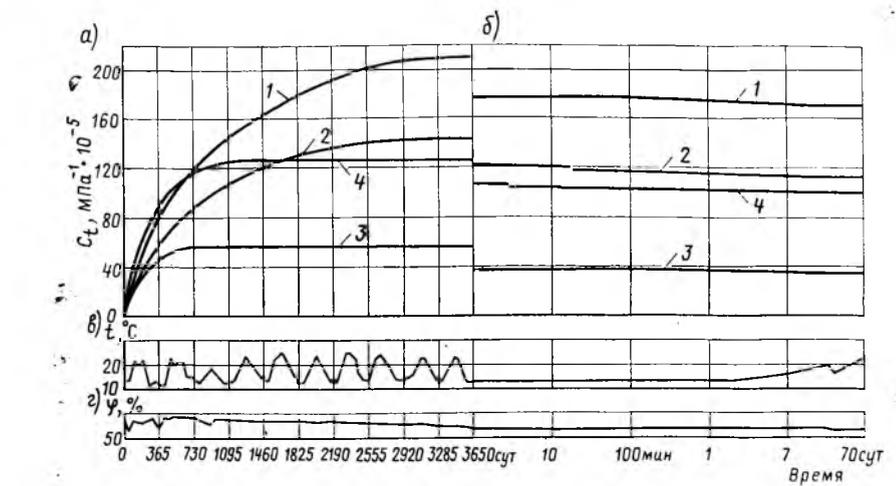


Рис. 1. Удельные относительные деформации ползучести газобетона средней плотностью 700 кг/м^3 (а); упругого последствия после разгрузки (б); изменение температуры (в) и относительной влажности воздуха помещения (г) Газобетоны: 1—4 — обычный автоклавный литой на тонкомолотом песке; автоклавный литой, вибрационный и неавтоклавный вибрационный оптимизированной структуры на грубомолотом песке

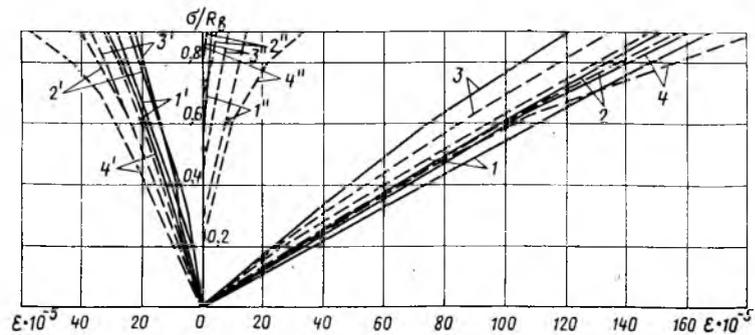


Рис. 2. Деформации газобетона средней плотностью 700 кг/м^3 при кратковременном ступенчатом нагружении

1—4 — продольные деформации газобетона обычного автоклавного литого на тонкомолотом песке, автоклавного литого, вибрационного и неавтоклавного вибрационного оптимизированной структуры на грубомолотом песке; 1'—4' — поперечные деформации тех же видов газобетона; 1''—4'' — продольные деформации быстронатекающей ползучести тех же видов газобетона через 10 лет после изготовления и испытания на ползучесть при $\sigma=0,4 R_B$; — — — после изготовления

по сравнению с автоклавым, и в частности, наибольший прирост призмной прочности, большее снижение пластических деформаций при кратковременном нагружении. Упрочнением неавтоклавного газобетона под нагрузкой во времени, повышением модуля его упругости и снижением коэффициента поперечных деформаций объясняется также более быстрое затухание меры его ползучести и ее значения по сравнению с обычным автоклавым. Таким образом, свойства неавтоклавного цементного газобетона, в момент изготовления близкие к свойствам обычного автоклавного, со временем улучшаются и превосходят их, что характеризует его как надежный и перспективный конструктивно-теплоизоляционный материал.

Наилучшими показателями непосредственно после изготовления и при последующем поведении материала под нагрузкой в атмосферных условиях характери-

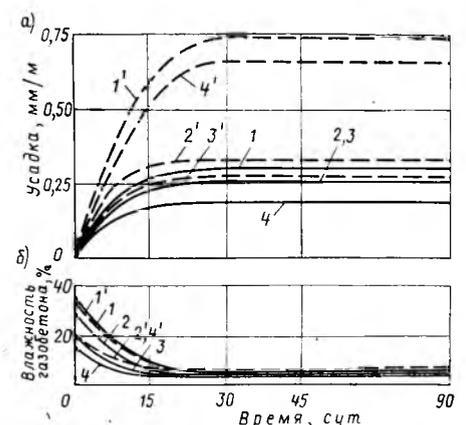


Рис. 3. Деформации усадки газобетона средней плотностью 700 кг/м^3 (а); изменение влажности тех же видов газобетона (б)

1—4 — обычный автоклавный литой на тонкомолотом песке, автоклавный литой, вибрационный и неавтоклавный вибрационный оптимизированной структуры на грубомолотом песке через 10 лет после изготовления и испытания на ползучесть при $\sigma=0,4 R_B$; 1'—4' — то же, после изготовления (— — —).

зуется автоклавный газобетон оптимизированной структуры на грубомолотом песке. Гарантированное оптимальным составом смеси [3] необходимое количество глиноземистого тоберморита в цементно-вязкой связке, наряду с низкой капиллярной пористостью цементного камня и грубомолотым заполнителем, существенно снижает усадку и ползучесть газобетона, повышает его трещиностойкость и вероятность остаточного самонапряжения армированных конструкций после автоклавной обработки.

Благодаря повышенной однородности оптимизированной структуры, обеспечиваемой комплексом технологических мероприятий [3], и приросту призмочной прочности во времени повышается начальная

обеспеченность нормативного (с 0,95 до 0,9918) и расчетного (с 0,9986 до 0,999) сопротивлений газобетона сжатию и, следовательно, несущая способность конструкций, в т. ч. из неавтоклавного газобетона. Это позволяет рекомендовать газобетон оптимизированной структуры к широкому применению в строительстве и повысить его расчетное сопротивление (по мере накопления данных). Снижение во времени призмочной прочности обычного автоклавного газобетона свидетельствует о его меньшей надежности по сравнению с газобетоном оптимизированной структуры. В связи с этим СН 277-80 должен быть дополнен требованиями и мероприятиями, обеспечивающими повышение однородности и создание устойчивой во вре-

мени структуры газобетона в соответствии с имеющимися рекомендациями [3, 4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздев А. А., Краковский М. Б., Бруссер М. И. и др. Связь статистического контроля прочности бетона с надежностью железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. — 1985. — № 3. — С. 37—38.
2. Сахаров Г. П., Попов К. И., Мысатов И. А. Прочность и деформативность ячеистого бетона на грубомолотом песке // Бетон и железобетон. — 1977. — № 12. — С. 10—12.
3. Сахаров Г. П., Виноградов Б. Н., Батаев С. С. Совершенствование технологии и улучшение свойств ячеистого бетона на смешанном вяжущем // Бетон и железобетон. — 1982. — № 11. — С. 8—9.
4. Горчаков Г. И., Сахаров Г. П. Повышение надежности технологии и изделий из ячеистого бетона // Работоспособность композиционных строительных материалов на основе и с применением отходов промышленности и местного сырья. — Казань. Инж. — строит. ин.-т 1983. — С. 48—50.

УДК 691.328:539.37/4

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

Влияние возраста сталефибробетона на его ползучесть

Были проведены экспериментальные исследования зависимости показателей прочности, модуля упругости и ползучести сталефибробетона от его возраста.

Осуществлялись кратковременные и длительные испытания образцов при сжатии, растяжении и кручении. Параллельно исследовали образцы различного возраста t_0 из сталефибробетона и из неармированного бетона, изготовленные из мелкозернистого бетона состава 1:2 (по массе) при водоцементном отношении 0,45. Использовали песок кварцевый речной, крупностью до 2,5 мм и портландцемент марки 450. Для сталефибробетонных смесей применяли стальные волокна с боковой профилированной поверхностью, диаметром 0,4 и длиной 40 мм при $\mu=2\%$.

Для испытаний готовили образцы различных форм и размеров: на сжатие — призмы $70 \times 70 \times 280$ мм; на растяжение — плоские «восьмерки» толщиной 50 мм, общей длиной 530 мм, шириной рабочей части 70 мм; на кручение — сплошные цилиндры диаметром 70, длиной 610 мм.

Образцы испытывались в возрасте t_0 3, 7, 14, 28, 60 и 180 сут после изготовления. Перед испытаниями они хранились

в подвальном помещении с относительной влажностью воздуха 100 % при температуре $T=20 \pm 1$ °С.

Результаты кратковременных испытаний — показатели разрушающих напря-

жений при сжатии (σ_{11}), растяжении (σ_{11}), кручении ($\sigma_{12}=\tau$) и модули упругости E и G образцов в зависимости от возраста (средние по 6 образцам-близнецам) даны в табл. 1.

Эксперименты на ползучесть длились 180 сут в среде при $T=20 \pm 1$ °С с относительной влажностью воздуха 100 %. Влажность образцов W в возрасте t_0 3, 7 сут равнялась соответственно 5,3 и 5 %, а образцов в возрасте t_0 14, 28, 60 и 180 сут $W=4,7$ % массы. В конце экспериментов влажность их была одинаковой $W=4,7$ %.

В опытах на ползучесть ($0 \leq t-t_0 \leq 180$ сут, $t-t_0=0$ — мгновенная нагрузка) образцы различных возрастов нагружались нагрузками $\sigma_{11}^0=0,4$ при сжатии [1, 2], $\sigma_{11}^0=0,5$ при растяжении и $\sigma_{12}^0=0,5$ при кручении [2] от соответствующих разрушающих напряжений (см. табл. 1).

Устанавливались средние для 4 образцов-близнецов деформации ползучести $\epsilon_{11}(t, t_0)$ — при сжатии и растяжении и $\gamma=2 \epsilon_{12}(t, t_0)$ — при кручении для каждого возраста t_0 . По этим данным опреде-

Таблица 1

Возраст t_0 , сут	Сжатие σ_{11} , МПа	Растяжение σ_{11} , МПа	Кручение σ_{12} , МПа	Сжатие $E \cdot 10^4$, МПа	Растяжение $E \cdot 10^4$, МПа	Кручение $G \cdot 10^4$, МПа
3	14,75	1,80	2,20	1,88	1,70	0,71
	27,00	4,60	7,40	2,02	2,21	0,93
7	20,00	2,46	3,20	2,45	2,25	0,96
	36,00	6,80	9,20	2,51	2,76	1,11
14	25,00	3,06	3,80	2,77	2,65	1,09
	39,75	7,80	10,20	2,86	3,12	1,30
28	31,00	3,56	4,56	2,94	2,98	1,22
	42,50	8,24	11,60	3,24	3,26	1,35
60	33,50	4,00	5,00	3,00	3,05	1,24
	45,00	8,50	12,20	3,26	3,30	1,35
180	36,25	4,08	5,40	3,10	3,00	1,25
	46,00	8,60	12,20	3,30	3,35	1,38

Примечание. Над чертой — бетон, под чертой — сталефибробетон.

ляля ядра ползучести (полные удельные деформации ползучести материалов) из соотношений:

$$\Pi(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{12}(t, t_0)}{\sigma_{12}^0};$$

$$\Pi_p(t, t_0) = \frac{\varepsilon_{11}(t, t_0)}{\sigma_{11}^0},$$

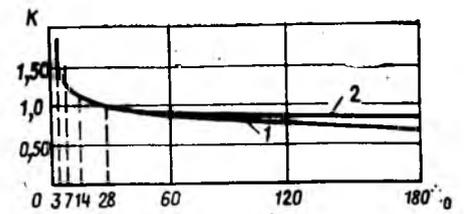
где $\Pi(t, t_0)$ — сдвиговое ядро ползучести, $\Pi_p(t, t_0)$ — ядро ползучести растяжения-сжатия.

Полученные значения $\Pi(t, t_0)$, $\Pi_p(t, t_0)$ для обоих материалов при различных воз-

растах образцов в зависимости от времени t приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что для обоих материалов соответствующие ядра ползучести $\Pi_p(t, t_0)$ при растяжении и сжатии в линейной области практически одинаковы.

Сравнение кривых ядер ползучести, построенных в координатах $[\Pi(t, t_0); \Pi_p(t, t_0)] \propto t$, по данным табл. 2, показало, что для бетона и сталефибробетона при разных t_0 эти значения подобны во всем диапазоне времени наблюдения ($0 \leq t - t_0 \leq 180$ сут), за исключением облас-



Изменение значений коэффициентов подобия K в зависимости от возраста материала
1 — бетона; 2 — сталефибробетона

ти $t - t_0 = 2 \dots 4$ сут. Сравнивали значения ядер ползучести при $t - t_0 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 \dots 180$ сут (всего 26 точек). В каждой точке коэффициенты подобия K определялись отношением $\Pi(t, t_0)$, $\Pi_p(t, t_0)$ образцов при разных t_0 к $\Pi(t, t_0 = 28)$, $\Pi_p(t, t_0 = 28)$ образцов возраста $t_0 = 28$ сут (стандартные образцы). Результаты показали, что для обоих материалов значения соответствующих коэффициентов K при сжатии, растяжении и кручении практически одинаковы. Разброс не превышает 8 %, поэтому можно пользоваться их средними значениями.

На рисунке показаны средние значения изменения коэффициентов подобия K для обоих материалов в зависимости от возраста t_0 . Таким образом, имея экспериментальные кривые ядер ползучести материалов при данном t_0 и кривую изменения коэффициента подобия K от t_0 , построим $\Pi(t, t_0)$; $\Pi_p(t, t_0)$ для любого t_0 .

В экспериментах данные получены для образцов указанных сечений. Однако следует учесть, что при применении сталефибробетона в конструкциях с более тонкими сечениями (1...2 см) и при изменении процента армирования установленные характеристики могут иметь некоторые отклонения.

Выводы

Получены показатели прочности, модулей упругости и ползучести бетона и сталефибробетона. При этом полные удельные деформации ползучести сталефибробетона меньше по сравнению с деформациями бетона-матрицы на 20...50 %. Влияние фиброармирования уменьшается с увеличением возраста материала к моменту нагружения. Установленные характеристики могут быть использованы при проектировании сталефибробетонных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести. ГОСТ 25544-81. — М.: Изд-во стандартов, 1981. — С. 21—32.
2. Сакварелидзе А. В. Влияние влажностного содержания на ползучесть сталефибробетона // Респ. науч.-техн. конф. и Всесоюз. координац. совещ. Влияние климатических условий и режимов нагружения на деформации и прочность конструктивных бетонов и элементов железобетонных конструкций: Тез. докл. — Тбилиси, 1985. — С. 58—59.

Таблица 2

Возраст t_0 , сут	$(\Pi, \Pi_p) \cdot 10^{-6}$, МПа $^{-1}$, за время наблюдения $t - t_0$, сут								
	0	2	10	20	30	60	90	120	180
Сжатие									
3	58,0 51,0	82,0 57,0	120,0 77,0	136,0 86,0	144,0 91,5	158,0 100,0	166,0 105,0	172,0 109,0	180,0 114,0
7	44,0 39,0	62,0 47,0	86,0 61,0	93,0 68,0	105,0 71,7	115,0 78,5	122,0 82,5	127,0 85,2	133,0 89,5
14	36,0 36,3	50,0 42,0	71,0 54,2	81,0 60,5	87,0 64,1	96,0 70,5	101,0 73,8	106,0 76,1	111,0 80,0
28	34,0 32,0	45,3 37,3	64,0 49,5	72,0 54,5	78,0 57,5	86,0 63,0	91,0 66,0	95,0 68,0	100,0 71,5
60	32,0 30,0	38,0 34,0	57,0 44,0	64,0 49,0	68,0 52,0	75,0 57,0	79,0 60,0	82,0 62,0	86,0 65,0
180	30,0 28,0	36,0 31,0	47,0 37,0	53,0 41,5	57,0 43,5	63,0 48,0	66,0 50,3	68,0 52,2	72,0 54,7
Растяжение									
3	50,0 48,7	95,6 63,9	125,0 83,0	144,0 92,5	154,0 98,0	169,0 108,0	180,0 112,0	183,0 115,5	198,0 121,0
7	40,0 40,0	65,0 49,1	96,0 63,5	108,0 70,5	115,0 74,5	128,0 81,0	136,0 84,5	141,0 87,5	149,0 91,5
14	35,5 35,1	56,7 45,1	78,0 58,5	88,0 64,5	92,0 67,5	105,0 73,0	112,0 76,5	117,0 79,0	122,4 82,5
28	33,1 31,6	44,9 37,1	66,0 52,0	75,0 57,0	82,0 60,0	90,0 66,0	95,0 69,0	98,0 71,5	104,0 74,0
60	33,0 31,1	42,0 36,9	58,0 46,0	65,0 50,0	69,0 52,5	77,0 57,0	81,0 59,5	84,0 61,5	87,5 64,0
180	31,9 27,0	36,8 32,1	46,0 38,5	54,0 42,5	56,0 45,0	63,0 49,0	67,0 52,0	70,0 53,5	72,0 56,0
Кручение									
8	74,1 61,1	104,1 68,0	146,0 93,5	161,0 104,5	172,0 109,7	189,0 121,0	200,0 127,5	207,0 131,5	218,0 138,1
7	53,1 48,5	74,0 54,0	108,0 72,0	120,0 79,8	128,0 84,5	140,0 92,0	147,0 97,8	152,0 100,5	159,0 105,0
14	47,1 44,1	66,0 48,5	93,0 63,1	105,0 71,0	110,0 75,3	120,0 82,0	127,0 86,5	131,0 89,2	138,0 93,8
28	41,0 38,0	56,8 42,3	80,1 57,0	90,0 64,7	94,9 67,8	105,0 75,0	111,0 79,1	115,0 81,5	120,0 85,0
60	40,0 36,1	48,0 39,0	68,0 51,0	75,0 56,5	80,0 60,5	88,0 66,0	93,0 69,5	96,0 71,9	101,0 75,8
180	40,0 33,0	44,1 36,0	57,0 44,5	63,0 49,1	67,0 52,6	74,0 56,9	77,0 60,0	80,0 62,1	84,0 65,0

Примечание. Над чертой — бетон, под чертой — сталефибробетон.

УДК 691.328:66.04

В. В. БУБЕЛО, канд. техн. наук, В. М. ТИМОФЕЕВ, Р. М. ФРОЗЕ, инженеры (Целиноградский инженерно-строительный ин-т); В. Д. БУЛЛЕР, инж. (комбинат ЖБИ); В. И. ЧЕРЕБЕДОВ, инж. (ДСК, Целиноград); Б. А. АБДИКАЛИКОВ, инж. (Главстройиндустрия Минстроя КазССР)

Тепловая обработка железобетона в паровоздушной среде

В заводском домостроении все большее применение находит тепловая обработка железобетонных изделий в камерах непрерывного действия. Однако при обработке в неподвижной паровоздушной среде создаются температурные перепады, отсутствует четкое зонирование камеры по основным стадиям твердения, наблюдается значительная инфильтрация тепловой энергии через грузочно-съемные торцы. При подаче открытого пара при давлении $< 0,1$ МПа время тепловой обработки возрастает до 20 ч и более, изделия выходят перенасыщенными, с низкими качественными характеристиками.

Если тепловую обработку вести в щелевых камерах в неподвижной среде при подаче пара в глухие регистры, то даже при давлении пара $P = 0,25 \dots 0,4$ МПа и при температуре $85 \dots 95^\circ\text{C}$ не всегда удается обеспечить созревание изделий ранее чем за 24 ч. При такой длительности процесса в сухой и влажной неподвижной среде часто наблюдаются деструктивные явления — шелушение открытых поверхностей, микро- и макротрещины, замедление и даже полное прекращение роста прочности.

В описанных выше способах твердения расход тепловой энергии на 1 м^3 бетона достигает $0,36 \dots 0,4$ Гкал, а производительность конвейерных линий снижается на 40...50% проектной. По нашему мнению, это свидетельствует о недостаточной эффективности способов тепловой обработки в неподвижной паровоздушной среде с нерегулируемыми температурой $t_{\text{ср}}$ и относительной влажностью $\varphi_{\text{ср}}$.

Как показано в [1], изменение температуры $t_{\text{ср}}$ и относительной влажности $\varphi_{\text{ср}}$ в зависимости от стадии твердения существенно влияет на величину тепло- и массообмена и процессы гидратации. Разработанные в Целиноградском инженерно-строительном институте способы тепловлажностной обработки бетона в подвижной паровоздушной среде обеспечивают [2] возможность регулирования $t_{\text{ср}}$ и $\varphi_{\text{ср}}$, улучшая при этом качественные показатели твердеющих бетонов.

Специально поставленные в лабораторной установке опыты на образцах-кубах состава: цемент — 270 кг, песок — 960 кг, щебень — 1040 кг, вода — 122 л, портландцемент карагандинский марки 500 позволили сопоставить качество тепловлажностной обработки в подвижной и неподвижной среде.

Было осуществлено по 4 серии опытов, в которых постоянно фиксировали температуру паровоздушной среды, температуру «сухого» и изменение массы свежесформованного кубов, а также относительную влажность среды. При этом использовали малоинерционные терморезисторы типа КМТ-4, цифровой вольтметр ВК-7-16 и электронные потенциометры типа ПЭ. На рис. 1 приведены графики изменения указанных параметров в процессе тепловой обработки в неподвижной среде (с регулируемой относительной влажностью).

Как следует из графика, после предварительного выдерживания образцов-кубов при температуре среды $t_{\text{ср}} = 18 \dots 20^\circ\text{C}$ достаточно плавный прогрев паровоздушной среды камеры обеспечивают посредством изменения по-

дачи пара в ее объем. При этом наблюдается почти линейный характер роста температуры в сухом и свежесформованном кубах, быстрый рост относительной влажности, увлажнение поверхности образца: за 10...20 мин на открытую его поверхность площадью 1 дм^2 натекает до $7 \dots 10$ г конденсата, этот уровень сохраняется практически на протяжении всей стадии изотермического прогрева. Вследствие развития экзотермических реакций температура в центре свежесформованного куба на $5 \dots 7^\circ\text{C}$ превышает температуру среды.

Сравнение изменения температуры на стадии ее подъема в сухом и свежесформованном бетоне позволяет, по нашему мнению, фиксировать момент начала интенсивного развития реакций гидратационного твердения. Действительно, процесс прогрева под действием градиентов влажности и температуры ΔV и Δt в обоих кубах идет практически одинаково. Об этом свидетельствует и параллельность температурных кривых до тех пор, пока в свежесформованном бетоне не начинают интенсивно развиваться гидратационные процессы (для тепловой обработки в неподвижной среде с нерегулируемой влажностью эта температура $> 60^\circ\text{C}$).

Проведенные (см. рис. 1) в условиях подвижной паровоздушной среды аналогичные опыты с регулируемой относительной влажностью показывают, что в начале тепловой обработки при замедленном росте влажности одновременно с более быстрым прогревом достигают удаления с 1 дм^2 открытой поверхности бетона до $3 \dots 4$ г влаги. Затем при относительной влажности более 50% наблюдается небольшое увлажнение поверхности образца, которое после $2 \dots 3$ ч изотермического прогрева полностью исчезает, а суммарный вынос влаги к концу тепловой обработки с 1 дм^2 открытой поверхности достигает $6 \dots 8$ г. При более жестких режимах обдува поверхности изделий горячим воздухом характер кривых не меняется, но они сдвигаются ближе к началу координат, а суммарный вынос влаги достигает $10 \dots 12$ г с 1 дм^2 поверхности.

Многочисленные эксперименты показывают, что температура центра свежесформованного куба растет более быстро: фиксируемый в этих опытах момент превышения температуры по сравнению с температурой в центре сухого образца наблюдается при $t =$

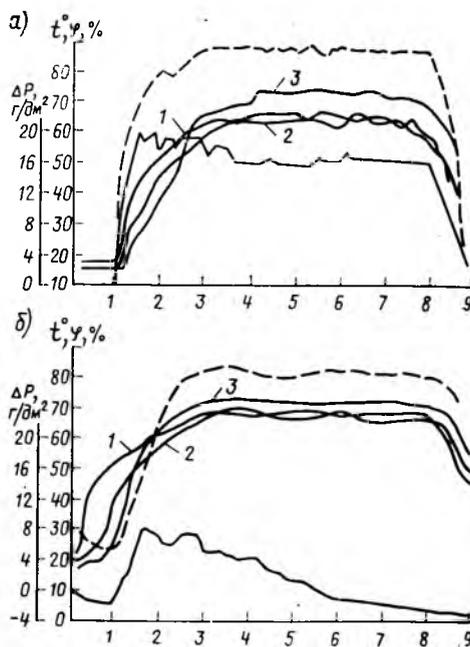


Рис. 1. Изменение температуры и относительной влажности паровоздушной среды и бетона при термообработке в неподвижной (а) и подвижной (б) паровоздушной среде
1 — температура паровоздушной среды; 2 — температура в центре сухого бетона; 3 — температура в центре свежесформованного бетона; — — — относительная влажность паровоздушной среды; относительное изменение степени увлажнения поверхности образца, г/дм²

=52...57°C и ниже, что свидетельствует о более раннем развитии реакций гидратационного твердения.

Вероятно, вынос небольшого количества влаги на ранних стадиях твердения и одновременный ускоренный прогрев бетона теплым воздухом ведет к заметному ускорению процессов гидратации [2, 3]. Одновременно создается возможность понижения температуры изотермического выдерживания.

В производственных условиях тепловую обработку железобетонных изделий осуществляют следующим образом. Сразу после формирования их подают в камеру предварительной подсушки, где в течение 15...20 мин обдувают горячим воздухом $t=65...85^\circ\text{C}$. Отработанный воздух используют для герметизации загрузочного торца туннеля. Затем изделие перемещают в зону подъема температуры, где производят комбинированный его прогрев от двух независимых источников тепла (посредством одновременной подачи открытого пара и подогретой паровоздушной среды при ее циркуляции через электрокалорифер). Температура и влажность подвижной паровоздушной среды соответственно поднимаются с 40...50°C и 30...40% до 65...75°C и 80...90%. Пар подают при давлении 0,01...0,02 МПа.

Далее изделия подают в зону изотермической выдержки, где также подвергают комбинированному тепловому воздействию от двух независимых источников тепла, смешивая одновременно подаваемый в объем камеры открытый пар и подогретую до 100...110°C подвижную паровоздушную среду. На данной стадии для ускоренного твердения являются достаточными изотермы 65...75°C и влажность 80...90%.

Зона окончания тепловой обработки образована системой рециркуляции и подогрева. Здесь изделия обдувают паровоздушной средой с $t=60^\circ\text{C}$, а относительная влажность остается на уровне 60...70%. Длина зон тепловой обработки, скорость циркуляции и уровни температуры и влажности зависят от вида изделий и характеристик бетонной смеси. Для производства плит пустотного настила был принят режим (1, 5...2+4...4,5+1...0,5), для производства плит перекрытий — (2+7...8+2...1) ч.

В настоящее время технология термообработки бетона в подвижной среде внедрена на туннельных и щелевых камерах непрерывного действия. С этой целью зоны туннеля оснащены автономными контурами рециркуляции.

Схема установки приведена на рис. 2. Наверху туннеля монтируют камеру предварительной подсушки, которая с помощью воздухопроводов соединена со всасывающими патрубками вентиляторов завесы. Кроме того, три контура рециркуляции и подогрева паровоздушной среды на калориферах, расположенные вне туннеля, образуют совместно с системой пароснабжения зоны подъема, изотермы и окончания тепловой обработки. Направление и окончание циркулируемых потоков в зонах подъема таково, что обеспечивает плавный подъем температуры в I-й зоне и плавное ее снижение в III-й, стабилизацию t и ϕ в средней зоне, а также и герметизацию зон.

В таблице приведены результаты производственных испытаний термообра-

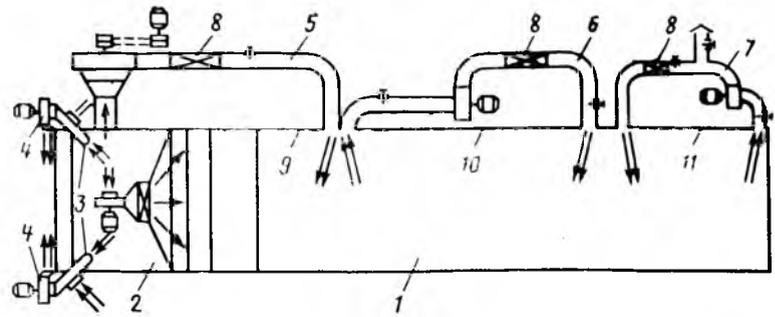


Рис. 2. Схема установки оборудования по зонам туннельной (щелевой) камеры для создания подвижной паровоздушной среды с регулируемой температурой и относительной влажностью: 1 — туннель; 2 — камера предварительной подсушки; 3 — воздухопроводы; 4 — патрубки вентиляторов завесы; 5, 6, 7 — контуры рециркуляции и подогрева паровоздушной среды; 8 — калориферы; 9, 10, 11 — система пароснабжения зоны подъема, изотермы и окончания тепловой обработки

Завод-изготовитель, тип изделий, марка бетона	Состав смеси, кг				Давление пара	Прочность образцов			Естественное хранение 28 сут	Коэффициент вариации	Длительность ТВО, ч
	Ц	П	Щ	В		ТВО	ТВО+ +16 ч	ТВО+ +28 сут			
Целиноградский комбинат ЖБИ, ППТК, М 200	260	1308	750	75	0,04	13,6	14,6	17,8	21,0	14	18
					0,01	14,4	16,1	20,1	20,5	9,2	7
Целиноградский ДСК, плиты перекрытий, М 250	380	700	1140	130	0,3	12,2	15,5	22,3	26,2	16,5	22
					0,25	18,1	22,4	27,8	26,1	9,5	11

Примечания: 1. На комбинате ЖБИ пар подается непосредственно в объем камеры, на ДСК — в глухие регистры.

2. Над чертой — тепловая обработка в неподвижной паровоздушной среде, под чертой — в подвижной.

ботки бетона в подвижной и неподвижной среде на обоих комбинатах.

Из таблицы видно, что термовлажностная обработка в подвижной среде, наряду с улучшением прочностных характеристик и однородности по прочности, позволяет существенно сократить длительность тепловой обработки. Установка по новому методу дополнительных источников тепла дает возможность тепловую обработку бетона сделать более независимой от колебаний давления пара. Например, на комбинате ЖБИ ее можно производить даже при давлении $P=0,01$ МПа.

Несмотря на введение дополнительных источников тепла, удельный расход энергии, как показывают расчеты, снижен до 71...87 тыс. дкал на 1 м³ бетона в плотном теле.

Проведенное в июле 1983 г. выездное заседание Главстройиндустрии Минстроя КазССР подтвердило целесообразность внедрения данных разработок на других предприятиях. В настоящее время разработаны чертежи на реконструкцию щелевых камер ДСК. Описанный способ может быть рекомендован для быстрого и широкого внедрения на ряде предприятий страны. Чертежи по согласованию с Целиноградским инженерно-строительным институтом могут быть получены в институте Карагандаоргтежстрой. Как показывает опыт, реконструкция действующих установок проводится без значительных капитальных затрат, экономический эффект составляет 50...90 тыс. р. на одну технологическую линию.

В настоящее время способ и установка защищены патентами США 436505,

4464845, Франции 8022966, Великобритании 2085425В, Канады 1172835 и ГДР 161.152АЗ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Малинина Л. А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1977.
- Бубело В. В. Комплекс технологических требований для оптимизации управления дозированием и тепловой обработкой // Изв. вузов. Сер. Стр-во и архитектура. — 1979. — № 4.
- Бубело В. В., Асанбеквв Х. А., Ганжара В. И. и др. О кинетике роста прочности бетона в производственных пропарочных камерах // Изв. вузов. Сер. Стр-во и архитектура. — 1977. — № 4.

Новые книги Стройиздата

Смородинов М. И., Федоров Б. С. Устройство сооружений и фундаментов способом «стена в грунте». — 2-е изд., перераб., доп. — М.: Стройиздат, 1986. — 216 с. — 80 к.

Васьковский А. П. Микроклимат и температурно-влажностный режим ограждающих конструкций зданий на Севере. — М.: Стройиздат, 1986. — 165 с. — 1 р. 70 к.

Серов В. М. Производительность труда в строительстве: измерение, анализ, резервы. — М.: Стройиздат, 1986. — 254 с. — 75 к.

Б. И. ЗЫКОВ, канд. техн. наук, С. Н. АППОЛОНОВ, инж. (Ярославский политехнический ин-т); Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); В. А. ГЕРАСЕЧКИН, инж. (Ярославский завод ЖБК-1)

Технология и оборудование разночастотного действия для формования пустотных плит

Создание высокоэффективной виброуплотняющей техники представляет собой актуальную задачу. Под действием динамических параметров бетонная смесь приводится в тиксотропное состояние, в ней обеспечивается напряженное состояние, приводящее к деформированию и уплотнению. При этом важно обеспечить изменение структурно-механических свойств и тиксотропные превращения смеси за короткий промежуток времени при минимальных энергетических затратах.

Исследованиями [1, 2, 3] и др. установлено, что действие переменных параметров вибрации повышает эффективность уплотнения бетонной смеси. При этом низкочастотная вибрация в начальной стадии уплотнения вызывает больший рост взаимных перемещений крупных частиц и образование макроструктурных особенностей, а последующее воздействие на смесь более высокой частоты приводит к интенсивному уплотнению растворной составляющей, равномерному распределению ее в объеме и получению плотной микроструктуры бетона. Другими факторами интенсифицирующего действия являются динамическое давление, прикладываемое сверху вниз на заключительной стадии вязкопластического деформирования смеси, а также действие пространственной вибрации под углом направления колебаний $\beta = 60 \dots 70^\circ$.

Учитывая преимущества низкочастотных режимов [4] и положительный опыт использования виброплощадок типа ВРА [5], Ярославским политехническим институтом совместно с НИИЖБ разработано оборудование разночастотного действия для формования пустотных плит перекрытий. В основу положен новый способ уплотнения жестких бетонных смесей*, предусматривающий последовательное воздействие снизу вверх низкочастотной вибрации, а затем, по мере выхода газообразной фазы, сверху вниз динамической нагрузкой более высокой частоты. Это обеспечивает доуплотнение смеси и

разжижение растворной составляющей, выход заземленного воздуха и образование равномерной по толщине структуры бетона с хорошим качеством лицевых поверхностей и калибровкой изделия, а также выравнивание динамических давлений (напряжений) σ по толщине формируемого изделия.

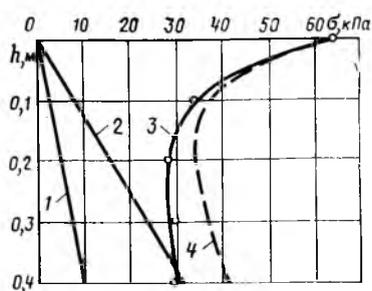


Рис. 1. Распределение напряжений в слое бетонной смеси

1 — от силы тяжести; 2 — от действия вибрации снизу вверх; 3 — от действия динамического пригруза; 4 — результирующее значение

Распределение σ в бетонной смеси при действии динамической нагрузки по указанному способу приведено на рис. 1. Результирующее напряжение рекомендуется рассчитывать по зависимости

$$\sigma = \rho_0 (g + j) h K_1 + P_n l^{-\mu} h K_2, \quad (1)$$

где ρ_0 — средняя плотность бетонной смеси; g — ускорение силы тяжести; j — действующее виброускорение; h — высота столба смеси; P_n — пригрузочное контактное давление; μ — коэффициент, зависящий от свойств бетонной смеси; K_1 и K_2 — опытные коэффициенты режима нагружения. Установлено, что для смеси жесткостью 10 с (ГОСТ 10181.1—81) эффективное уплотнение обеспечивается при $\sigma = 50 \dots 70$ кПа. Средние значения коэффициентов для такой смеси $K_1 = 1,5$, $K_2 = 1,0$ и $\mu = 4,0$.

В комплект оборудования входят виброплощадка ВР-10 с наклонными колебаниями, смонтированный на портале пригруз динамического действия, бетоноукладчик, пустообразователи. Схема оборудования для формования плит приведена на рис. 2.

Виброплощадка ВР-10 состоит из рабочего органа с пневмозажимами для крепления формы. Рабочий орган наклонными тягами с помощью шарниров и упругих связей соединен с уравновешивающей рамой, установленной на упругих опорах. Между рабочим органом и уравновешивающей рамой смонтированы ограничители удара, а к рабочему органу присоединен кривошипно-шатунный возбудитель с упругим звеном в шатуне. Привод рабочего органа виброплощадки состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, приводного вала с эксцентриковыми втулками, шкива с уравновешивающей массой и опор. Пневмозажимы форм смонтированы лпарно на боковых сторонах рабочего органа и приводятся в действие пневмокамерами, сжатый воздух в которые подается с помощью крана. К верхней поверхности рабочего органа приклеена резиновая прокладка, а к раме, устанавливаемой на поддон, приварены листы с отверстиями для входа захватов пневмозажимов.

Динамический пригруз смонтирован на самоходном портале и может вертикально перемещаться с помощью механизма, фиксирование пригруза относительно формы осуществляется с помощью упоров. Привод пригруза включает электродвигатель, клиноременную передачу, двухвалцовый дебалансный вибратор с шестеренчатым синхронизатором.

Технические данные оборудования

Жесткость формируемой бетонной смеси, с	10...20
Грузоподъемность виброплощадки, кН	100
Вид колебания виброплощадки	наклонные асимметричные
пригруза	гармонические вертикально направленные
Частота колебаний, Гц	
виброплощадки	15
пригруза	50
Амплитуда колебаний, мм	
виброплощадки	3...6
пригруза	0,5...1,0
Размеры рабочего органа виброплощадки, мм	1600×6600
Мощность электродвигателя, кВт	
виброплощадки	30
пригруза	7,5
Масса виброплощадки, кг	7000

* А. с. 1066808 СССР. МКИ³ В 28 В 1/08. Способ уплотнения жесткой бетонной смеси / Б. И. Зыков, Б. В. Гусев (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1984. — № 2. — С. 158.

Оборудование работает следующим образом. Бетонная смесь подается укладчиком в форму, состоящую из поддона и рамки, прижатых к рабочему органу пневмоприжимами. Затем включается виброплощадка и работает в течение 40...60 с, обеспечивая начальное уплотнение смеси колебаниями, действующими снизу вверх, с выходом основной части газообразной фазы. После этого электродвигатель виброплощадки отключается, пригруз опускается на смесь и включается в работу на время, составляющее $6Ж$, где $Ж$ — жесткость смеси. Общее время уплотнения составляет

$$t = (40 \dots 60) + 6Ж. \quad (2)$$

Опытно-промышленный образец виброплощадки ВР-10 и динамический пригруз изготовлены на Ярославском ремонтно-механическом заводе объединения «Стройтехника». Оборудование смонтировано на Ярославском заводе ЖБК-1 в линии по формированию пустотных плит перекрытий типа ПК-63-15А (рис. 3). Заводские и производственные испытания оборудования выявили устойчивую работу виброплощадки на холостом ходу и в рабочем режиме. Динамические испытания виброплощадки показали, что средние квадратичные отклонения амплитуды по длине рабочего органа составили 0,23 в холостом и 0,08 мм в рабочем режимах, а коэффициенты вариации, соответственно, 4,1 и 2,9 %. Эти данные подтвердили рациональность шарнирной подвески рабочего органа и устойчивую его работу без галопирования и при наличии пустотообразователей.

Контрольные испытания качества отформованных плит проводили на смеси жесткостью 5 и 15 с состава 1:2,44:2,86 при расходе цемента 350 кг/м^3 и В/Ц, равном 0,50 и 0,44. Бетон изготавливали в расчете на марку М 200 с использованием портландцемента марки 400, песка с $M_k = 1,5 \dots 2,0$ и щебня фракции 5...20 мм. Одновременно из этих смесей отформовывали кубы с ребром 10 см, которые после пропаривания в возрасте 1 сут имели прочность, соответственно, 19,4 и 20,7 МПа. Прочность бетона в изделии определяли ультразвуковым методом в семи точках вдоль плиты с обеих сторон. Предварительно, по данным 150 кубиков, строили тарировочную кривую $V_{уз} = F(R_{сж})$. На основе гистограммы прочности по длине отформованных плит установлено, что средняя прочность изделий из смесей указанных составов после пропаривания равнялась 19,6 и 21,3 МПа. Средние квадратичные отклонения частных результатов от средней прочности $R_{сж}$ составили 1,29 и 1,97 МПа, а коэффициенты вариации прочности по длине — 6,6 и 9,2 %. Это свидетельствует о доста-

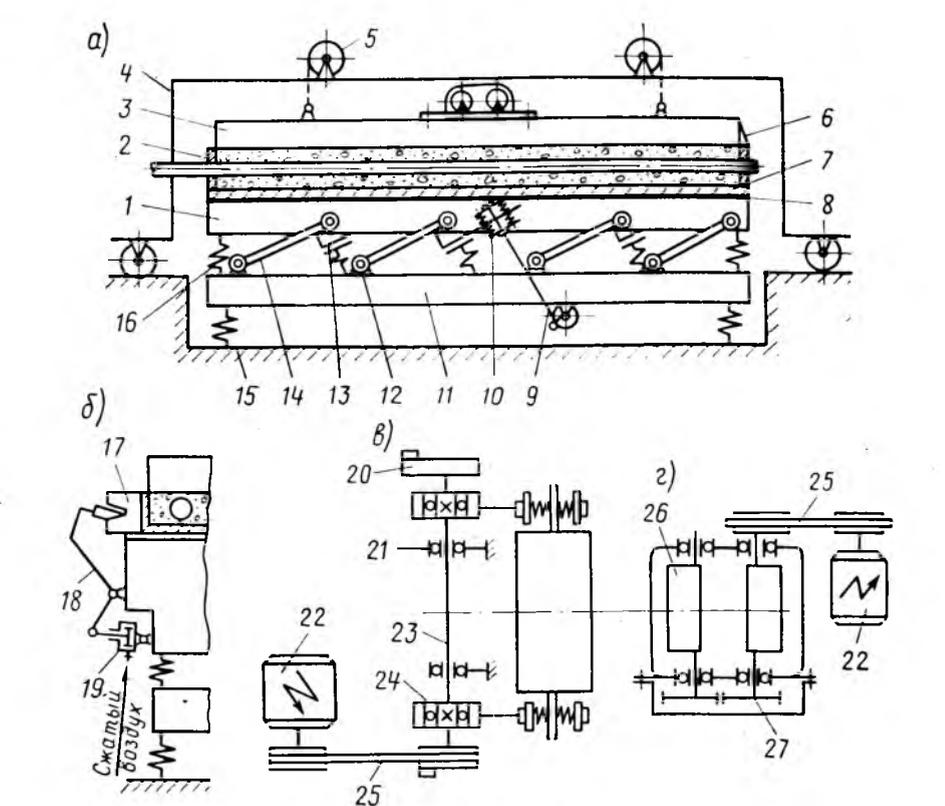


Рис. 2. Схема формирующего оборудования

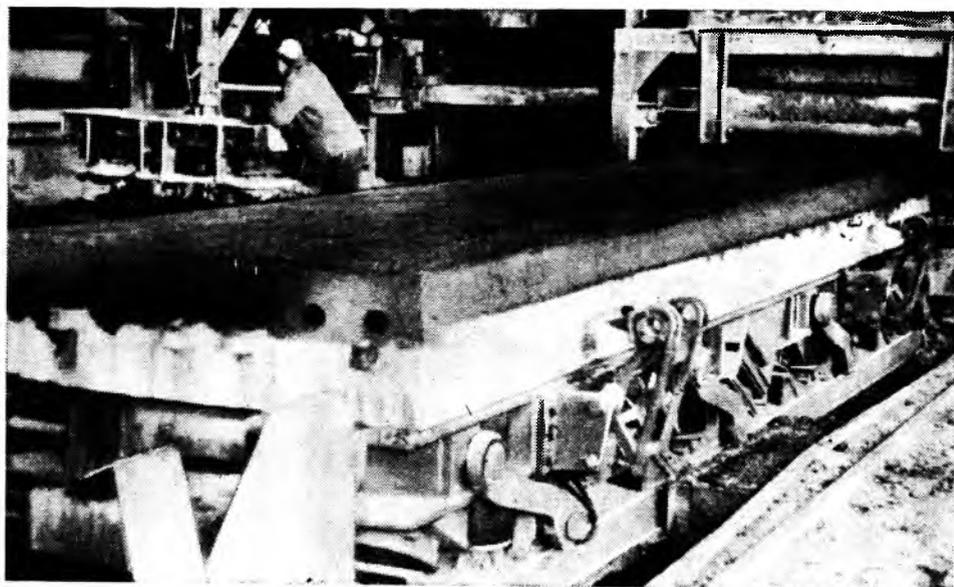
а — виброплощадка с динамическим пригрузом; б — пневмозахваты форм; в — привод виброплощадки; г — привод пригруза; 1 — рабочий орган; 2 — форма; 3 — динамический пригруз; 4 — самоходный портал; 5 — механизм для перемещения; 6 — упоры; 7 — поддон; 8 — резиновая прокладка; 9 — кривошипно-шатунный возбудитель; 10 — упругое звено в шатуне; 11 — уравнивающая рама; 12 — шарниры; 13 — ограничители удара; 14 — наклонные тяги; 15 — упругие опоры; 16 — упругие связи; 17 — листы с отверстиями для захватов пневмозажимов; 18 — пневмозажимы; 19 — пневмокамеры; 20 — шкив; 21 — опоры; 22 — электродвигатели; 23 — приводной вал; 24 — эксцентриковые втулки; 25 — клиноремные передачи; 26 — двухвальцовый дебалансный вибратор; 27 — шестерчатый синхронизатор

точно равномерной прочности по длине изделия (норматив 13,5 %) и эффективности технологии и оборудования с дискретным амплитудно-частотным фо-

ном и пространственными колебаниями.

Акустические испытания оборудования установили, что по сравнению с серийным оборудованием уровень шума значитель-

Рис. 3. Виброплощадка с отформованным изделием



но меньше в нижней части предельно допустимого уровня и практически соответствует предельному спектру ПС-85 по СН 245-71. Использование резиновой упругой подвески и ограничителей удара позволило снизить уровень шума. За время наблюдений было отформовано 250 изделий. Простое по техническим причинам не наблюдалось. Вместе с тем, выявилась необходимость в уходе за состоянием поверхности пригруза.

Технико-экономические расчеты подтвердили эффективность нового оборудо-

вания. Производительность труда увеличивается на 12...20 %, удельные приведенные затраты уменьшаются на 2 р/м³, а затраты на электроэнергию — в 1,6 раза. Возможность уплотнения более жестких бетонных смесей позволяет экономить цемент на 7...10 %. Одновременно повышается качество изделий благодаря улучшению ровности лицевой и верхней поверхностей, равномерной прочности по длине, калибровке толщины изделий. Опытно-промышленный образец принят к постоянной эксплуатации на Ярославском заводе ЖБК-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмигальский В. Н., Коломеец Р. Г. Уплотнение бетонных смесей различной частотой вибрацией // Бетон и железобетон. — 1974. — № 11. — С. 28—29.
2. Зыков Б. И. Интенсификация процесса уплотнения бетонных смесей переменными параметрами вибрации // Исследование конструктивных параметров и динамики вибрационных машин. — Ярославль, 1985. — С. 51—56.
3. Зазимко В. Г. Технология уплотнения бетонной смеси управляемой вибрацией: Дис. ... д-ра техн. наук: М., 1984. — 46 с.
4. Комар А. Г., Гусев Б. В. Уплотнение бетонной смеси при воздействии низкочастотных ударно-вибрационных режимов // Бетон и железобетон. — 1978. — № 5. — С. 18—19.
5. Демин А. Д., Крюков Б. И., Гусев Б. В. Низкочастотные резонансные виброплощадки для уплотнения бетонной смеси // Промышленность строительных материалов Москвы. — 1975. — № 1. — С. 2—6.

УДК 666.982

Внедрение прогрессивных разработок

На заводе ЖБИ № 7 Главновосибирскстроя Минуралсибстроя СССР старается достичь повышения эффективности производства на каждом рабочем месте. Этот завод специализируется на выпуске колонн, свай, лестничных маршей, фундаментных блоков, различных видов бортового камня и др. Практически все сборные железобетонные конструкции выпускают на полигоне. При этом технологический процесс связан со многими трудностями, но и здесь при творческом подходе можно найти значительные резервы повышения эффективности производства.

Довольно трудоемким было изготовление фундаментных блоков, бортового камня и других изделий в стендах-камерах. Рабочим приходилось вручную виброулавками уплотнять бетон, что отрицательно сказывалось на производительности, качестве (особенно в зимнее время) и, самое главное, на здоровье людей.

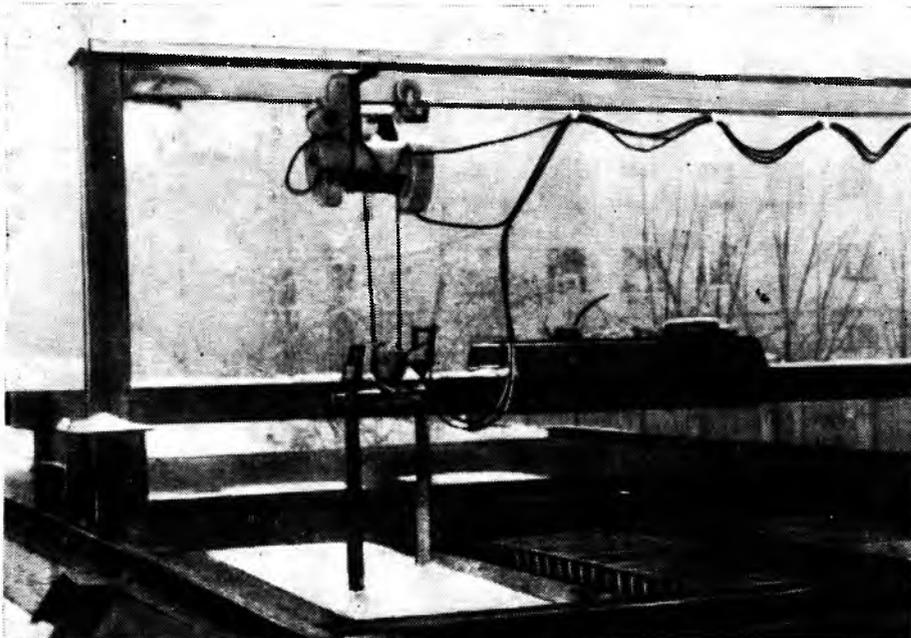
Новосибирский филиал ЭКБ Минуралсибстроя в содружестве с заводчанами разработал установку для уплотнения железобетонных изделий. Она передвигается по стенкам стенда-камеры и при помощи специальной каретки, на которой

укреплен блок глубинных вибраторов, уплотняет бетон в формах. Кроме этого на установке смонтирован механизм для смазки форм, а также специальный разъем для подключения вибраторов на бункерах раздачи бетона (рис. 1).

Техническая характеристика

Скорость передвижения установки, м/мин	24
Привод	
двигатель	W=2,2 кВт, n=900 об/мин Ц-2-250-20-7
редуктор	
Скорость подъема каретки, м/мин	8
Скорость передвижения каретки, м/мин	1,5
Тип вибраторов	ИВ-102
Ширина колеи, мм	6600
Габариты установки, мм	7970×1820×2720
Масса установки, кг	2700

Рис. 1. Установка для уплотнения железобетонных изделий



Внедрение этой установки позволило повысить на 20 % производительность труда, резко уменьшить трудозатраты, сэкономить цемент благодаря применению более жестких бетонных смесей, а также уберечь людей от вредного воздействия вибрации. Годовой экономический эффект от внедрения предложения составил 4 тыс. р.

Длительное время завод изготавливает дорожный и садовый бортовой камень в кассетных формах на 30...56 изделий. Основной недостаток заключался в том, что для удобства распалубки изделий после термообработки каждый отсек имел разъем. Это приводило к тому, что во время уплотнения бетона через разъем уходило цементное молоко, при этом резко снижалось качество и морозостойкость изделий, а значит, уменьшалась их долговечность. Было предложено в месте разъема применить гибкий элемент, что сделало кассетную форму более технологичной и

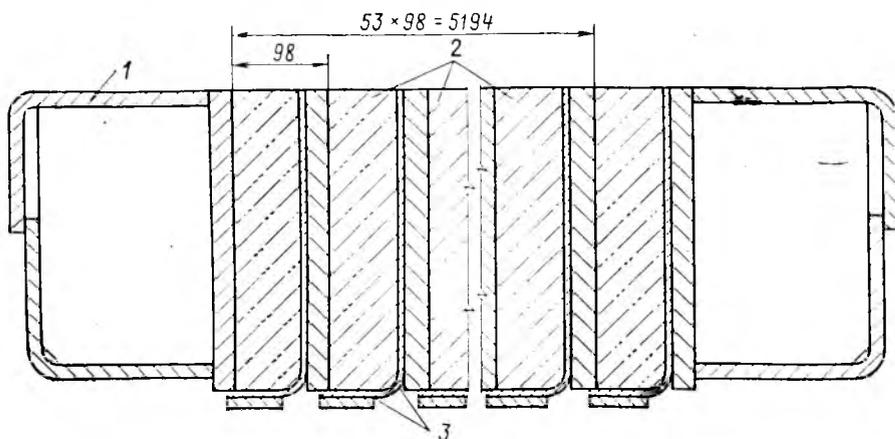


Рис. 2. Поддон кассетной формы для изготовления садового бортового камня на 54 изделия с применением гибкого элемента

1 — торцевой борт; 2 — отсек с изделием; 3 — зона изгиба

удобной, устранило утечку цементного молока.

Изготовленные специалистами литейно-механического завода треста «Железобетон» кассетные формы с применением гибкого элемента в месте разъема (рис. 2) позволили полностью устранить отмеченные недостатки. Переделка всего парка форм на заводе на различные виды бортового камня значительно увеличит срок службы выпускаемых изделий. Годовой экономический эффект от внедрения этого новшества — около 10 тыс. р.

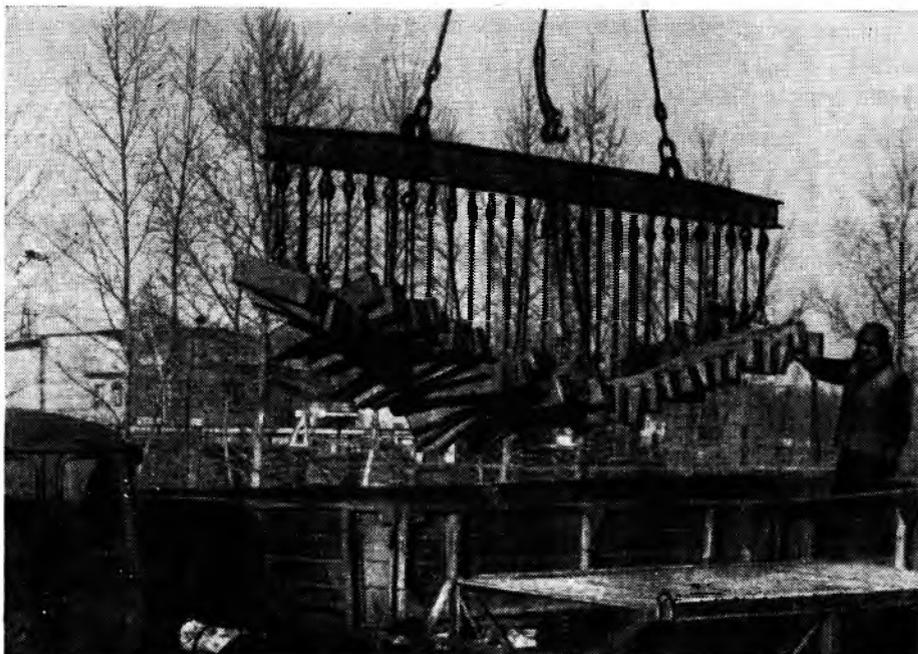
С целью снижения трудозатрат и экономии рабочего времени, особенно в утренние часы, когда одновременно ведется распалубка изделий, их складирование и отгрузка, на заводе используют набор траверс (рис. 3). Особенно целесообразно их применение при производстве в мно-

гоместных формах бортовых камней, фундаментных блоков и др. При этом удается полностью использовать грузоподъемность кранов и тем самым сократить число крановых операций при распалубке изделий, их погрузке и складировании, а также сократить простои автотранспорта под погрузкой почти на 30%.

Новосибирским филиалом ЭКБ Минуралсибстроя разработан проект полигона для выпуска свай длиной до 16 м с механизацией укладки бетона, раскладки и натяжения арматуры. С вводом его в производство все сваи будут преднапряженными. Это приведет к экономии арматурной стали в 2...2,5 раза.

В настоящее время осваивается производство стыкованных 16-метровых свай, что также сократит расход арматурной стали на эти изделия почти в 2 раза и

Рис. 3. Траверса для распалубки, складирования и погрузки бортового камня



упростит технологию изготовления свай. Для старых полигонов Новосибирским филиалом ЭКБ Минуралсибстроя разработаны более удобные и технологичные установки для натяжения арматуры, хорошо зарекомендовавшие себя, особенно в зимнее время.

В настоящее время в содружестве со специалистами Новосибирского филиала ЭКБ Минуралсибстроя заводчане работают над повышением качества и долговечности изделий сборного железобетона, экономией теплоэнергоресурсов.

Так, применение в качестве добавки в бетоны небольшого количества кремний-органической жидкости (ГКЖ-94 или ее модификации) позволяет увеличить морозостойкость изделий более чем в 2 раза. Установка в пропарочных камерах несложных технических средств, разработанных филиалом ЭКБ, утепление стенок этих камер, а также использование тепла, выделяемого бетоном при термообработке, позволит вдвое снизить потребление теплоносителя (пара).

Ю. М. КРОШКИН,
Ю. Л. ГОРОДЕЦКИЙ,
В. А. ГАСЕВСКИЙ, инженеры

Авторские свидетельства

№ 46*

1276733. ЦНИИпроектстальконструкций. В. С. Данков, В. А. Тарнарукский, Н. Н. Стрелецкий и др. **Сталежелезобетонное пролетное строение моста.**

1276734. ЛИСИ. В. А. Быстров, Н. И. Новожилова и М. Д. Будняцкий. **Сталежелезобетонное пролетное строение моста.**

1276774. НИИСК. Е. С. Манискевич, Б. П. Ковтунов и Ю. В. Заварзин. **Шарнирное стыковое соединение ригеля с колонной.**

1276775. СКТБ с опытным производством стеклопластиков ин-та механики АН УССР. В. В. Коноваленко, А. И. Малицкий, Г. Н. Сиренко и О. В. Галушак. **Угловое соединение многослойных панелей.**

1276776. В. У. Котельников и Г. М. Касаткин. **Многослойная панель.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

О назначении режимов транспортирования бетонных смесей по трубопроводам

В практике строительства для транспортирования бетонных смесей внутри объектов наряду с другими механизмами используются различные пневмонагнетатели с дискретным режимом транспортирования. Принцип их действия заключается в том, что лопасть встроенной мешалки при вращении перекрывает выходное отверстие нагнетательного резервуара и делит поток нагнетаемой смеси на порции, движущиеся в трубопроводе между воздушными прослойками. Сжатый воздух подается как в нагнетательный резервуар, так и в его выходной патрубок.

Применение таких пневмонагнетателей позволяет увеличить дальность и высоту подачи смеси, совместить процессы ее транспортирования и укладки в конструкцию без установки на конце трубопровода громоздкого гасителя. Кроме того, подаются смеси с $O.K.=1...7$ см, исключается необходимость установки на объекте устройств для дополнительного перемешивания смеси перед началом транспортирования, можно доставлять на объект смеси малой подвижности или сухие, что позволяет применить для этой цели автосамосвалы как наиболее дешевые и широко распространенные транспортные средства, расширить зону действия раствобетонных заводов. Пневмонагнетатели могут монтироваться на специальных шасси, что значительно увеличивает их мобильность.

Установлено, что дискретное транспортирование бетонных смесей имеет специфические особенности, влияющие на его режимы¹. К ним относятся разрушение смеси в трубопроводе при выходе ее из резервуара пневмонагнетателя под ударным воздействием сжатого воздуха, подаваемого в выходной патрубок; деформация порции смеси в трубопроводе под действием силы тяжести с образованием зазора между смесью и стенками трубы; воздухопроницаемость смеси, т. е.

способность ее пропускать воздух через сквозные каналы в своем объеме и через зазор между смесью и стенками трубы; потери давления на трение воздуха при движении его по трубопроводу.

Таким образом, успешное транспортирование бетонных смесей в дискретном режиме будет осуществляться при выполнении следующих условий:

$$P_0 = P_{\Sigma}, \quad (1)$$

$$P_0 \leq P_{д.п.}, \quad (2)$$

$$\delta = 0, \quad (3)$$

$$Q_{\Pi} = Q_{\tau}, \quad (4)$$

где P_0 — начальное давление транспортирования, Па; P_{Σ} — суммарные потери давления при транспортировании; δ — максимальная ширина зазора между стенками трубы и порцией смеси при ее деформации под действием гравитационных сил, м; $P_{д.п.}$ — максимальная величина динамического давления, при котором порция смеси не разрушается, Па; Q_{Π} — максимальный расход воздуха компрессора, м³/с; Q_{τ} — необходимый расход воздуха, м³/с.

Суммарные потери давления P_{Σ} при пневмотранспортировании бетонных смесей в дискретном режиме складываются из трех составляющих

$$P_{\Sigma} = P_{см} + P_{в} + P_i, \quad (5)$$

где $P_{см}$ — давление для преодоления сопротивления движению смеси по трубопроводу, Па; $P_{в}$ — давление для преодоления сопротивления движению воздуха

по трубопроводу, Па; P_i — давление, необходимое на восполнение потерь в результате воздухопроницаемости порции смеси, Па.

После определения трех составляющих, подставки их в выражения (5) и (1) и преобразования получена формула для вычисления рабочего давления в пневмонагнетателе для транспортирования бетонной смеси в дискретном режиме на заданное расстояние

$$P_0 = 16 K_3 l_{тр} \left[\frac{\tau q K_{\Pi}}{\pi d_{тр}^3 v_{ср} t_p} + \frac{\mu}{d_{тр}^2} \left(v_{ср} - \frac{4 q K_{\Pi}}{\pi d_{тр}^2 t_p} \right) + 4 \frac{i q \tau K_{\Pi} K_{пр}}{\pi d_{тр}^3 v_{ср} (\pi d_{тр}^2 v_{ср} t_p - 4 q K_{\Pi})} \right], \quad (6)$$

где K_3 — коэффициент запаса ($K_3=1,15$); $l_{тр}$ — длина трубопровода, равная дальности транспортирования, м; τ — предельное напряжение сдвига, Па; q — полезная вместимость нагнетательного резервуара, м³; t_p — время разгрузки нагнетательного резервуара, с; K_{Π} — коэффициент насыщения воздухом ($K_{\Pi}=1,02$) движущейся порции бетонной смеси; $d_{тр}$ — внутренний диаметр трубопровода, м; $v_{ср}$ — средняя скорость движения порции смеси по трубопроводу, м/с; μ — коэффициент вязкости воздуха; i — воздухопроницаемость порции смеси, м³/с; $K_{пр}$ — коэффициент, учитывающий притекание воздуха в промежуток через следующую за рассматриваемой порцию смеси ($K_{пр}=0,65...0,85$).

Для определения численных значений $K_{пр}$ и K_3 были проведены две серии опытов.

Используя формулу (6), можно решить и обратную задачу, т. е. вычислить расстояние, на которое может быть транспортирована бетонная смесь при заданном начальном давлении. Обратная задача будет иметь решение при необходимости транспортирования бетонной смеси на расстояния, близкие к максимальным, а также когда паспортное давление в пневмонагнетателе больше предельно допустимого.

№ состава	Соотношение крупного и мелкого заполнителей, м ³ /м ³	Расход цемента, кг/м ³	Подвижность смеси, см	Потери давления, кПа	
				расчетные	экспериментальные
1	0,0	250	3	305	299
2	0,5	280	4	323	330
3	1,4	390	5	315	340
4	0,0	350	6	212	220
5	0,7	250	5	340	360
6	1,0	300	4	393	400
7	2,0	350	3	465	410

Примечание. Составы 1...3 исследовали в лабораторных условиях, составы 4...7 — в производственных.

¹ Коньков В. В., Рудов В. П., Бориков Л. Ф. Транспортирование бетонных смесей на пористых заполнителях при помощи пневмонагнетателей // Строительство и архитектура Белоруссии. — 1983. — № 3. — С. 38—39.

Расход воздуха при движении его по трубопроводу определяется по формуле

$$Q_T = 0,25 \pi d_{\text{тр}}^2 v_{\text{ср}} \frac{P_{\text{ср}}}{P_a} + \frac{i}{K_{\text{пр}}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{ср}}$ — среднее давление воздуха при транспортировании, Па; P_a — атмосферное давление, Па.

В формуле (7) скорость перемещения воздуха, находящегося в промежутках между порциями смеси, равна средней скорости движения этих порций, а расход воздуха возрастает на величину воздухопроницаемости при одновременном учете притекания его в воздушный промежуток.

Проверка зависимостей производилась в лабораторных условиях и на объектах треста № 28 Витебскгражданжилстрой совместно с Проектным конструкторско-технологическим бюро с опытным производством Минстроя БССР с использованием пневмонагнетателя ПБ-1 ($q=0,8 \text{ м}^3$, $P_{\text{max}}=700 \text{ кПа}$) и компрессора ДК-9М. Смесь транспортировали по горизонтальному трубопроводу ($l_{\text{тр}}=40 \text{ м}$, $d_{\text{тр}}=0,10 \text{ м}$), собранному из резиновых шлангов. Объем смеси, транспортировавшейся по рекомендуемому режиму при проведении испытаний, составил 96 м³. Исходными материалами для изготовления смесей различного состава служили предварительно водонасыщенные (до 95% объема пор) керамзитовый гравий фракции 5...20 мм, $\gamma_n=480...510 \text{ кг/м}^3$ и керамзитовый песок фракции 0...5 мм, $\gamma_n=770...790 \text{ кг/м}^3$, $M_{\text{пр}}=3,2$ Витебского комбината строительных материалов, портландцемент марки 400 нормальной густоты 28% Волковисского завода.

В качестве экспериментального значения $P_0=P_n$ принимали разность между показаниями манометров на начальном и конечном участках трубопровода и измеряющих давление воздуха в промежутках между порциями смеси. Результаты исследований приведены в таблице.

Отклонение экспериментальных значений P_n от расчетных в лабораторных условиях не превышало 7%, в производственных — 15%.

Полученные зависимости позволяют оценить транспортабельность бетонных смесей, назначить наиболее экономичные и надежные режимы транспортирования, исключить перерасход электроэнергии и сжатого воздуха, предотвратить закупорку бетоновода и, следовательно, увеличить производительность труда на бетонных работах, сократить сроки возведения зданий и сооружений. Это создает предпосылки для расширенного применения трубопроводного транспорта на строительных площадках.

В помощь проектировщику

УДК 624.072.2

А. С. СЕМЧЕНКОВ, канд. техн. наук (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов); А. Ф. КУТОВОЙ, инж. (Ивановский инженерно-строительный ин-т); Ю. П. ГУЦА, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Исследование действительной работы ригелей в составе сборных перекрытий

Поиск резервов прочности нормальных сечений и жесткости ригелей [1] особенно актуален для ригелей межвидового связевого каркаса сер. 1.020-1/83, где полностью исключены опорные моменты, пролеты ригелей высотой 45 см увеличены до 7,2 м, а высотой 60 см — до 9 м. Увеличение несущей способности 6-метровых ригелей высотой 45 см до 145 кН/м, а ригелей высотой 60 см — до 215 кН/м позволит получить перекрытия размером 6×6 м под унифицированные нагрузки 21 и 33 кН/м², а размером 6×12 м — под 16 кН/м² и благодаря этому еще более расширить область их применения.

Основной недостаток ригелей заключается в малой площади сжатой зоны бетона, для усиления которой приходится устанавливать большое количество арматуры и применять высокопрочные бетоны класса В40 и выше, производство которых пока мало освоено.

Из условия деформативности ригели высотой 45 см даже при пролетах 6 м и нагрузке 60 кН/м требуют использования преднапрягаемой арматуры. Первый опыт внедрения напрягаемых ригелей серии 1.020-1 показал, что заводы не готовы к их изготовлению. Дефицитной является и напрягаемая стержневая арматура класса Ат-V диаметром 18...25 мм, заложенная в проекты. Поэтому в настоящее время разрабатывают рабочие чертежи ригелей с ненапрягаемой арма-

турой класса А-III под нагрузки до 70...80 кН/м и со смешанным армированием под нагрузки 70...110 кН/м.

Наиболее эффективный способ увеличения прочности и жесткости ригелей заключается в учете их совместной работы со сборным настилом [1]. Действительно, при изгибе ригелей по контакту с настилом возникают погонные вертикальные V и касательные τ реакции (рис. 1), которые можно определить по методу сил. Для упрощения расчета пространственный настил целесообразно заменить эквивалентным стержнем с нулевой изгибной жесткостью, поскольку стыки между панелями не воспринимают поперечных изгибающих моментов. Действующую на верхний стержень нагрузку принимают равномерно распределенной по длине. Реакции шва устанавливают в результате решения системы из двух уравнений, выражающих равенство кривизны поясов составного стержня и сдвига вдоль шва. Находя интегрированием деформации элементов составного ригеля от действия нагрузки P и реакций τ и V , получим интегральное уравнение совместности деформаций в плоскости контакта

$$\int_x^{l/2} \left[\frac{v_i}{B_i} M_i - \gamma_i T_i \right] dx = \frac{\tau}{G_{\text{ш}}}, \quad (1)$$

где $M_i = \int_0^{x l/2} P dx^2$ — внешний изгиба-

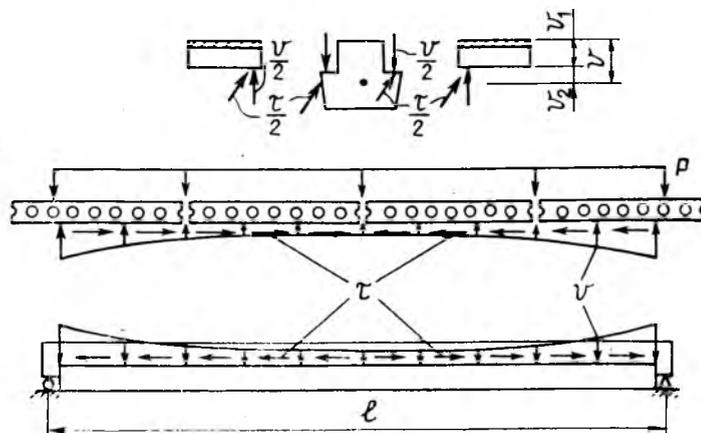


Рис. 1. Основная система двупоясной балки по методу сил

ющий момент в составном ригеле от нагрузки; $T_i = \int_0^x \tau dx$ — сдвигающая сила в шве, сжимающая настил и внецентренно растягивающая ригель.

Интегрируя уравнение (1) по участкам разложением внешней нагрузки и погонных касательных сил в тригонометрические ряды, получим

$$\tau = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4 P l}{\pi^2 n^2} \theta \cos \frac{\pi n}{l} x, \quad (2)$$

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^{m/2} \frac{v_i}{B_{2i}} \alpha_i}{\frac{\pi^2 n^2}{l^2 G_{ш}} + \sum_{i=1}^{m/2} \alpha_i \gamma_i}$$

$$\alpha_i = \cos \frac{\pi n}{l} x_{i-1} - \cos \frac{\pi n}{l} x_i;$$

$$\gamma_i = \frac{1}{\Pi_{1i}} + \frac{1}{\Pi_{2i}} + \frac{v_i^2}{B_{2i}};$$

B_{2i} — изгибная жесткость ригеля на i -м участке; Π_{1i} — осевая жесткость i -го участка эквивалентного верхнего пояса при сжатии; Π_{2i} — осевая жесткость i -го участка ригеля при растяжении; v_i — расстояние между центрами тяжести поясов составного ригеля на i -м участке: $v_i = v_{1i} + v_{2i}$ (см. рис. 1); $G_{ш}$ — жесткость шва на сдвиг; l — пролет ригеля; $m/2$ — число участков на половине длины ригеля.

Из формулы (2) видно, что касательные усилия прямо пропорциональны жесткостям Π_{1i} , Π_{2i} , $G_{ш}$ и обратно пропорциональны B_{2i} . Условие прочности составного ригеля

$$M_i \leq M_{сеч. i}^p + T_i (h_0 + v_{1i} - h_p), \quad (3)$$

где h_p — высота ребра ригеля.

Жесткости поясов составного ригеля, необходимые для вычисления реакций и прогибов, определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_{1i} &= 2 b_{pi} \delta_{pi} E_{bп} v_b^H; \\ \Pi_{2i} &= \Pi_{bi} + \Pi'_{si} + \Pi_{si}; \\ B_{2i} &= \frac{M_{2i}}{1/r_{2i}}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где Π_{bi} — осевая жесткость i -го участка бетона сжатой зоны ригеля: $\Pi_{bi} = \xi_i b h_0 E_b v_{bi} / \psi_{bi}$; Π'_{si} — осевая жесткость i -го участка сжатой арматуры: $\Pi'_{si} = A'_s (E'_s - E'_b v_{bi}) / \psi_{bi}$; Π_{si} — осевая жесткость i -го участка растянутой арматуры: $\Pi_{si} = (E_s A_s + E_{sp} A_{sp}) / \psi_{si}$; M_{2i} — момент всех внешних сил относительно центра тяжести сечения: $M_{2i} = M_i - T_i v_i$; $1/r_{2i}$ — кривизна внецентренно растянутого сечения ригеля, определяемая по СНиП; δ_{pi} , b_{pi} — толщина

и ширина верхней полки настила (см. рис. 1).

Параметры ξ_i , v_{bi} , ψ_{bi} и ψ_{si} подсчитывают в зависимости от уровня загрузки ригеля [2]

$$\kappa = \frac{M_{3i}}{M_{сеч. i}^p}, \quad (5)$$

где M_{3i} — заменяющий момент всех внешних сил относительно растянутой арматуры; $M_{сеч. i}^p$ — момент внутренних сил внецентренно растянутого сечения ригеля относительно растянутой арматуры.

Положение центра тяжести ригеля y_i , необходимое для вычисления геометрического параметра v_{2i} (см. рис. 1), находят с учетом неупругих деформаций бетона и арматуры ригеля

$$y_i = \frac{\Pi_{bi} (h - 0,5 \xi_i h_0)}{\Pi_{bi} + \Pi'_{si} + \Pi_{si}} + \frac{\Pi_{si} (h - a') + \Pi_{si} a}{\Pi_{bi} + \Pi'_{si} + \Pi_{si}}. \quad (6)$$

Осевая жесткость опорных участков плит слабо влияет на изменение прогибов ригеля f и сдвигающих сил T (см. таблицу). Поэтому для практических расчетов при определении осевой жесткости плит Π_{1i} ширину опорных участков настила, включающегося в совместную работу с ригелем, допускается принимать в соответствии со СНиП равной $l/6$ в каждую сторону от ригеля, а сжи-

	v_{1i} , см	$\Pi_{2i} \cdot 10^3$, кН	$B_{2i} \cdot 10^3$, кН·м ²	$\Pi_{1i} \cdot 10^3$, кН	P , кН/м	$G_{ш}$, МПа	
						500	30
28	927	312610	2024	75	100/100*	147/32	
				105	100/100	152/32	
20	927	312610	2024	75	121/96	156/25	
				105	123/99	163/25	
20	450	312610	2024	75	129/73	157/23	
				105	132/73	163/23	
20	450	150000	2024	75	189/117	264/43	
				105	206/117	286/43	
20	450	150000	770	75	203/103	266/41	
				105	216/103	288/42	

* Перед чертой — f , %; после черты — T , %.

мающие напряжения считать постоянными по всей ширине сжатых участков плит. В работе [3] для еще большего упрощения жесткость принимали равной бесконечности, что вполне допустимо, особенно при низких значениях жесткости стыка.

Для установления жесткости стыка $G_{ш}$ проанализировали многочисленные исследования гладких и шпоночных стыков, выполненные различными авторами, выявившие упругопластический характер деформирования при обжатии [4]. С учетом натуральных испытаний фрагмента перекрытия в Киеве предложена идеализированная диаграмма работы стыка на сдвиг, позволяющая находить жесткость стыка в зависимости от сдвига плит по полке ригеля Δ [5]:

$$G_{ш} = \frac{2 S}{\Delta L}, \quad (7)$$

где S — прочность шва на сдвиг: $S = S_q + S_H + S_{ш} + R$; S_q — сила трения настила по полке ригеля от вертикальной нагрузки, кН; S_H — сила трения от распора настила в ребро ригеля, принимаемого не менее усилия, воспринимаемого арматурными связями плит распорок, кН; $S_{ш}$ — сдвигающая сила, воспринимаемая шпонками смятия, определяемая в соответствии с [4], кН; R — поперечный распор связевых панелей в колонны, возникающий в случае, если ширина колонны больше ширины ребра ригеля, кН; L — расстояние между осями колонн в направлении ригеля, м.

Для расчета сдвигающих усилий в стыке ригеля и плит с учетом нелинейных деформаций арматуры, бетона и стыка разработан алгоритм и отлаживается программа на ЭВМ ЕС-1060.

При проведении натуральных испытаний фрагмента перекрытия из плит 2Т в Киеве [5] установлено, что прогиб среднего ригеля в составе фрагмента перекрытия достигал 12 см, что в 2,5 раза превышает предельные прогибы отдельно испытанного ригеля (рис. 2). За разрушаю-

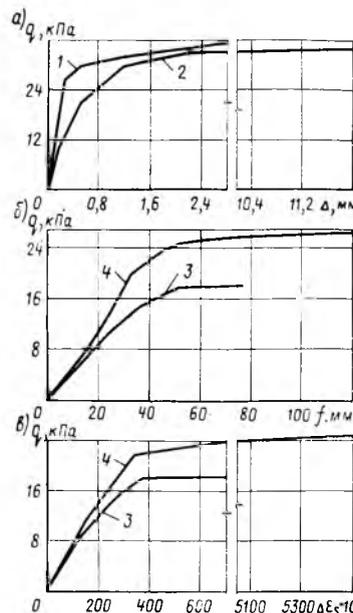


Рис. 2. Результаты испытаний фрагментов a — сдвиг плит по полке ригеля; b — прогибы ригелей; c — приращение деформаций напрягаемой арматуры; 1 — на расстоянии 70 см от середины пролета ригеля, $q_p^{\Phi} = 26,9$ кПа; 2 — то же, 150 см; 3 — отдельный средний ригель, $q_p^{\Phi} = 18$ кПа; 4 — средний ригель в составе фрагмента, $q_p^{\Phi} = 26,9$ кПа

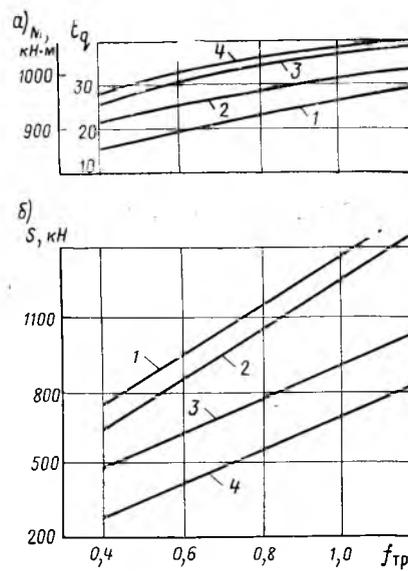
шую нагрузку для обеих ригелей принимали предельную нагрузку в момент раздробления бетона сжатой зоны. Разрушение среднего ригеля в составе фрагмента перекрытия происходило после текучести арматуры (см. рис. 2), в то время как в ригеле, доведенном до разрушения без влияния плит перекрытия, текучести арматуры не наблюдалось. Повышение несущей способности среднего ригеля

$$t_q = \frac{q_p^\Phi - q_p^0}{q_p^0} \cdot 100\% = 49,22\%$$

Незадолго до разрушения среднего ригеля в составе фрагмента перекрытия происходило отслоение средних плит от полки ригеля, вследствие чего перераспределилась внешняя нагрузка по длине ригеля, что эквивалентно увеличению момента в среднем сечении ригеля на 53,97 кН·м (повышение несущей способности нормального сечения ригеля на 7,14% объясняется перераспределением внешней нагрузки). После отслоения средних плит от полки ригеля в торцовых ребрах раскрылись трещины шириной до 3...5 мм. Учитывая, что в ребрах находилась арматура 2Ø10 А-III, а на плитах — набетонка толщиной 5 см из бетона класса В25, плиты при изгибе в поперечном направлении воспринимали изгибающий момент 43,18 кН·м (повышение несущей способности нормального сечения среднего ригеля на 5,72% объясняется работой на изгиб средних плит в поперечном направлении). Таким образом, только вследствие действия сдвигающих сил по контакту плит с ригелем повышение несущей способности сечения ригеля составило 36,36% (рис. 3).

Разрушение среднего ригеля в составе фрагмента перекрытия сопровождалось сдвигами плит по полке ригеля, равными 10...12 мм, причем разрушения шпонок от среза не установлено. Таким образом, пластический характер разрушения растворного стыка ригеля с настилом при гладкой поверхности контактируемых элементов и в случае неглубоких, вытянутых шпонок смятия позволяет рекомендовать для расчета прочности нормальных сечений ригелей с настилом метод предельного равновесия.

Расчет прочности нормального сечения среднего ригеля, испытанного в составе фрагмента перекрытия [5], по методу предельного равновесия, выполненный с учетом работы средних плит на изгиб в поперечном направлении, отрыва их от полки ригеля и перераспределения, вследствие этого, внешней нагрузки по длине ригеля и упругопластической работы шпонок смятия, показал (см. рис. 3) сов-



падение экспериментальных и теоретических данных при коэффициенте трения 0,89, который хорошо согласуется со средним значением 0,9 [4].

УДК 624.073.7

Б. В. КАРАБАНОВ, канд. техн. наук (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов)

Пространственный расчет сборно-монолитных ребристых перекрытий

В перекрытиях общественных зданий применяют различные железобетонные ребристые балочные элементы (П-образные, ТТ, а также коробчатого сечения), объединенные по продольным стыкам бетоном замоноличивания или сваркой закладных деталей. В расчетной схеме перекрытия такие стыки аппроксимируются линейными шарнирами [1]. На произвольную, в том числе локальную нагрузку перекрытия из ребристых панелей работают пространственно, передавая от более нагруженных элементов к менее нагруженным вертикальные перерезывающие силы V_i (i — номер линейного шарнира) и горизонтальные поперечные силы (рис. 1).

Пространственный расчет перекрытия заключается в определении той части локальной нагрузки, которая, будучи приложена к отдельному произвольному элементу, вызывает в нем напряженно-

Рис. 3. Несущая способность среднего ригеля в составе фрагмента перекрытия при учете S_q (1), $S_q + S_{ш}$ (2), $S_q + S_{ш} + S_H$ (3), $S_q + S_{ш} + S_H + R$ (4)

a — прочность нормального сечения; b — сдвигающее усилие в стыке

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резервы прочности нормальных сечений ригелей перекрытий многоэтажных зданий / Н. Н. Складнев, Ф. Е. Дрейер, А. С. Семченков, А. Ф. Кутовой // Бетон и железобетон. — 1983. — № 4. — С. 5—6.
2. Гуша Ю. П. Об учете неупругих деформаций бетона и арматуры в расчете железобетонных конструкций по первой и второй группам предельных состояний. Совершенствование конструктивных форм, методов расчета и проектирования железобетонных конструкций // Тр. ин-та / НИИЖБ. — 1983. — С. 11—18.
3. Фролов А. К. Исследование совместной работы сборных железобетонных элементов в дисках покрытий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1975. — 13 с.
4. Лишак В. И. Прочность и жесткость стыковых соединений панельных конструкций. — М.: Стройиздат, 1980. — 192 с.
5. Испытания дисков перекрытий из панелей 2Т / А. С. Семченков, С. И. Десятник, А. Ф. Кутовой и др. // Бетон и железобетон. — 1985. — № 2. — С. 7—9.

деформированное состояние, эквивалентное состоянию этого элемента в системе перекрытия. В СНиП отсутствуют рекомендации по распределению нагрузок между ребристыми плитами перекрытия.

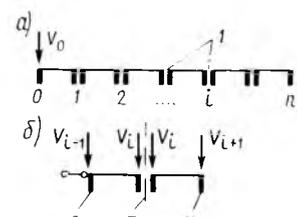


Рис. 1. Система перекрытия с краевым нагружением

a — схема перекрытия (0... n — номера продольных стыков); b — схема к расчету распределения нагрузки; 1 — замоноличенные продольные стыки, аппроксимируемые в расчетной схеме линейными шарнирами; 2 — плита; 3 — стык i ; 4 — плита $i+1$

Рассмотрим ребристые перекрытия, состоящие из П-образных плит, при действии локальных нагрузок, равномерно распределенных вдоль пролета. Особенности расчета перекрытий из плит ТТ, а также коробчатых сечений изложены в работе [2].

В источнике [1] показано, что расчет перекрытия на произвольную локальную нагрузку сводится к расчету некоторых систем перекрытий на краевую локальную нагрузку (см. рис. 1). Из условия совместности вертикальных прогибов вдоль продольных стыков смежных плит, зная их жесткости при изгибе и кручении, можно получить распределение усилий V_i . При этом пространственный расчет имеет существенно нелинейный характер, поскольку указанные жесткостные параметры зависят от уровня нагружения. Анализом работы ребристых перекрытий на локальные нагрузки установлено, что при расчете перераспределения нагрузки собственным весом сборных плит можно пренебречь. Однако погонный собственный вес плит q следует учитывать при вычислении изгибной жесткости B по СНиП 2.03.01—84.

Основным в напряженно-деформированном состоянии плиты является изгибное, а составляющие прогибов от кручения в 3..4 раза меньше. Следовательно, состояние от кручения накладывается на основное изгибное состояние.

В расчете следует использовать несимметричную модель плиты с различными жесткостями при изгибе левой и правой половин конструкции. Известно, что полная изгибающая нагрузка q_s распределяется пропорционально изгибным жесткостям левой B_1 и правой B_2 половин конструкции, незначительно отличающимся друг от друга. Поэтому в несимметричной модели прогибы ребер плиты будут одинаковыми и равными прогибам ребер симметричной модели при действии той же нагрузки q_s , при этом изгибная жесткость $B/2$ в симметричной модели равна полусумме изгибных жесткостей B_1 и B_2 . При этом составляющая прогиба от изгиба f_s посередине пролета оказывается равной полусумме прогибов левого и правого ребер i -й плиты.

$$f_s = \frac{M_\phi}{B/2}, \quad (1)$$

где M_ϕ — фиктивный балочный момент посередине пролета от нагрузки $V_s = (V_{i-1} - V_i)/2$.

Поскольку существенно большая часть прогиба ребер возникает от изгиба, то составляющую прогибов от кручения f_a целесообразно устанавливать также на основании симметричной модели и аналогично выражению (1) рассматривать

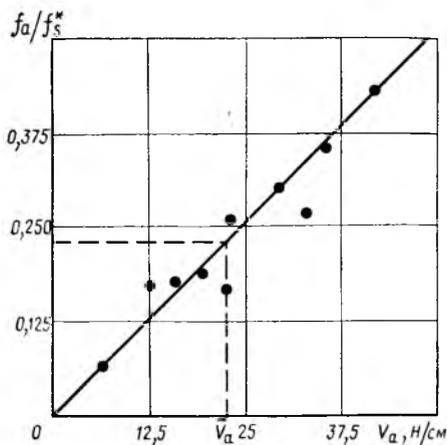


Рис. 2. Зависимость f_a/f_s^* от крутящей нагрузки V — расчетная зависимость; \circ — значения f_a/f_s^* , полученные на основании экспериментальных данных [5]

условную изгибную жесткость B^* при кручении для каждой половины конструкции под действием нагрузки от антисимметричной составляющей сил $V_a = (V_{i-1} + V_i)/2$. Величину f_a , соответствующую полуразности прогибов левого и правого ребер i -й плиты, подсчитывают по формуле

$$f_a = \pm f_s \alpha \beta, \quad (2)$$

причем плюс относится к составляющей прогиба для левого ребра, а минус — для правого (при действии краевой нагрузки слева); α — отношение интенсивностей антисимметричной и симметричной составляющей сил V_{i-1} и V_i для i -й плиты: $\alpha = (1 + \lambda)/(1 - \lambda)$; $\lambda = V_i/V_{i-1}$; β — отношение жесткостей половины конструкции i -й плиты при изгибе и кручении: $\beta = (B/2)/B^*$.

Изгибная жесткость плиты B нелинейно зависит от нагрузки, что связано с образованием нормальных трещин в ребре и в некоторых случаях — продольных трещин вдоль линии контакта полки с ребром. Для итерационных методов расчета более удобно $B = k \bar{B}$ (k — коэффициент, учитывающий при заданном уровне нагружения уменьшение начальной изгибной жесткости \bar{B} по СНиП 2.03.01—84 с учетом кратковременной

ползучести бетона). При отсутствии продольных трещин в полке k вычисляют в соответствии с методикой, разработанной в ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов, в зависимости от η . При наличии местного изгиба полки в поперечном направлении, сопровождающегося трещинообразованием, приведенную ширину полки, вводимую в расчет, следует находить по работе [3].

Параметр β определяют на основании экспериментальной линейной зависимости (3) между отношением f_a/f_s^* и интенсивностью антисимметричной нагрузки V_a для наиболее нагруженной плиты (для остальных плит, как правило, параметр β сохраняет неизменным начальное значение $\bar{\beta}$, устанавливаемое в предположении упругой работы по источнику [2]). Прогиб f_s^* , соответствующий нагрузке на плиту q_s ,

$$f_s^* = f_s \left(1 + \frac{q}{2V_s}\right). \quad (4)$$

Линейная зависимость (3) (рис. 2) справедлива до уровня нагружения, при котором в продольной растянутой арматуре ребер напряжения посередине пролета достигают текучести (условной или физической). Не вызывает трудностей построение билинейной зависимости с точкой перелома, соответствующей напряжениям в арматуре σ_{su} и конечной точкой графика, соответствующей предельным деформациям плиты при совместном действии изгиба и кручения.

Таким образом, параметр β можно получить на основании экспериментальных данных или по расчетной зависимости, график которой проходит через начало координат (в этом случае отсутствует кручение плиты и $f_a = 0$) и точку, координаты которой определяются из условия, что при предельной нагрузке \bar{V}_a и соответствующей ей предельной нагрузке q_s $\beta = \bar{\beta}$. Величину β можно представить в виде $\beta = \bar{\beta}/k^*$ [k^* — коэффициент, учитывающий наряду с коэффициентом k дополнительное уменьшение начальной жесткости при кручении B^* после вы-

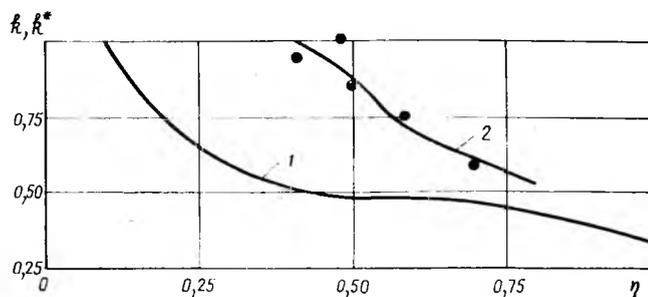


Рис. 3. Графики зависимости коэффициентов $k(1)$ и $k^*(2)$ от нагрузки η . \circ — значения k^* , полученные на основании экспериментальных данных [5]

ключения из работы растянутого бетона ребер (3)]. При образовании продольных трещин вдоль контакта полки и ребра при вычислении k^* следует учитывать рекомендации [4]. Графики k и k^* для ребристых плит экспериментального перекрытия показаны на рис. 3.

Если параметры k_i и β_i для i -й плиты известны, то распределение заданной краевой локальной нагрузки V_0 получают из рекуррентной зависимости, использующей условия совместности прогибов ребер смежных плит в произвольном продольном стыке

$$\lambda_i = \frac{1 - \beta_i}{C}, \quad (5)$$

где $C = 1 + \beta_i + \frac{k_i}{k_{i+1}} [1 + \beta_{i+1} - \lambda_{i+1} (1 - \beta_{i+1})]$.

Поскольку в крайней n -й плите $V_n = 0$ (на правом крайнем ребре при загрузке слева нагрузка отсутствует) и, следовательно, $\lambda_n = 0$, то по формуле (5), зная λ_n , последовательно находят λ_{n-1} , λ_{n-2} , ..., λ_1 . Величины V_i определяют затем по зависимостям $V_1 = V_0 \lambda_1$; $V_2 = V_0 \lambda_1 \lambda_2$; $V_i = V_0 \lambda_1 \dots \lambda_{i-1} \lambda_i$ ($i > 2$).

Поскольку прогибы ребер смежных плит равны, то для начального приближения $k_i/k_{i+1} = 1$, $\beta = \bar{\beta}$. Подсчитав λ_i по формуле (5) для начальной итерации, находят k_i и k_i^* в зависимости от нагрузок q_s и V_a по графикам, аналогичным приведенным на рис. 3, и затем по зависимости (5) уточняют λ_i и V_i . Итерационный расчет заканчивают, когда V_i отличаются от предыдущих значений не более чем, например, на 2%. Применение зависимости (3), многократно подтвержденной экспериментальными данными, обеспечивает сходимость нелинейного алгоритма.

В реальном проектировании V_0 находят из решения статически неопределимой задачи, последовательно уточняя значения V_0 . Так, отношение P/V_0 (рис. 4) последовательно уточняют с использованием формулы, полученной из условия совместности прогибов в продольном стыке 0:

$$\frac{P}{V_0} = 1 + \frac{k_0 (1 - \lambda_1) (1 + \alpha_1 \beta_1)}{2 k_1}. \quad (6)$$

Предлагаемый алгоритм расчета весьма эффективен, поскольку уже на третьей итерации (не считая начальной) погрешность в распределении нагрузки обычно не превосходит 1%. При выполнении пространственного расчета необходимо постоянно контролировать выполнение условия прочности, в том числе продольных стыков и плит в месте контакта полок и ребер.

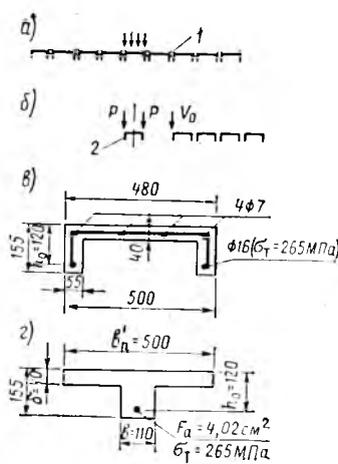


Рис. 4. Опытное перекрытие, состоящее из плит П-образного сечения
а — схема нагружения; б — схема для определения V_0 ; в — армирование плиты; г — расчетное сечение плиты для вычисления изгибной жесткости; 1 — плита; 2 — средняя нагруженная плита

Пример. Модель перекрытия, состоящая из 9 сборных железобетонных плит П-образного профиля без поперечных ребер, имеет размеры в плане $3,95 \times 4,66$ м (см. рис. 4), остальные параметры взяты из работы [5]. При загрузке плиты 0 локальной нагрузкой $P = 82,25$ Н/см наибольшее крутящее воздействие испытывает плита 1, при этом прогиб левого ребра 2,28, правого 0,91 см. Вычислим прогибы плиты и рассчитаем, как в этом случае распределяется локальная нагрузка. При $\eta \leq 0,1$ $k = 1$; при $0,1 \leq \eta \leq 0,7$ $k = 1,33 - 4,38 \eta + 7,67 \eta^2 - 4,55 \eta^3$; при $\eta \geq 0,7$ $k = 1,355 - 0,811 \eta - 0,207 \eta^2$. Условие (3) имеет вид $f_a/f_s^* = 0,0102 V_a$. Согласно источнику [2], $\beta = 0,13$. По формуле (5), при $k_i/k_{i+1} = 1$ и $\beta_i = \bar{\beta}$ находим λ_i для плит 1...4: $\lambda_4 = 0$; $\lambda_3 = 0,385$; $\lambda_2 = 0,452$; $\lambda_1 = 0,466$. По зависимости (6), $V_0 = 60,34$ Н/см. Определим V_i для начального приближения: $V_1 = 28,12$, $V_2 = 12,71$, $V_3 = 4,89$ Н/см. Уточним k_i ($k_0 = 0,408$; $k_1 = 0,472$; $k_2 = 0,519$; $k_3 = 0,619$; $k_4 = 0,692$), а также k_i^* ($k_0^* = k_4^* = 1$; k_1^* определим, учитывая, что, по формуле (5),

$$\lambda_1 = \frac{1 - \beta_1}{1,67 + \beta_1},$$

$$\text{отсюда } \alpha_1 \beta_1 = \frac{2,67 \beta_1}{2 \beta_1 + 0,67}. \quad (7)$$

$V_a = 44,23$ Н/см. Для плиты 1 из условия (3) $f_a/f_s^* = 0,0102 V_a = 0,451$. На основании опытов, $f_a/f_s^* = 0,429$. Из условия (3), $\alpha_1 \beta_1 = (f_a/f_s^*) (1 + q/2 V_s) = 0,577$; следовательно, зная $\alpha_1 \beta_1$ по (7), $\beta_1 = 0,255$. Далее уточним распределение нагрузки по зависимости (5) и величину V_0 по формуле (6). В первом приближении

$V_0 = 58,17$, $V_1 = 22,86$, $V_2 = 11,16$, $V_3 = 4,53$ Н/см. Аналогично для третьего приближения $V_0 = 59,6$, $V_1 = 25,6$, $V_2 = 12,4$, $V_3 = 5$ Н/см, $\beta_1 = 0,216$; $f_a/f_s^* = 0,434$ (погрешность 1,2%). Результаты четвертого приближения практически совпадают с результатами третьего. Вычислим прогибы левого и правого ребер плиты 1, используя формулы (1), (2), — 2,75 и 1,03 см (погрешности 20,6 и 13,2%).

ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов предложен удобный практический способ определения жесткости ребристых плит при кручении. Достоинство его заключается в учете физической нелинейности железобетона как при изгибе, так и при кручении. Использование методики позволяет существенно уменьшить металлоемкость плит при действии локальной нагрузки. Так, в перекрытии, рассмотренном в работе [5] (см. рис. 4), на среднюю плиту передается всего $1/4$ локальной нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байков В. Н. Расчет сборного панельного перекрытия на местную продольную линейно сосредоточенную нагрузку // Проектирование железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1966. — 380 с.
2. Карабанов Б. В. Расчет сборно-монолитных ребристых перекрытий методом суперэлементов на локальные нагрузки // Экспресс-информация ВНИИИС. — Сер. 03. — Вып. 9. — 1983. — 31 с.
3. Складнев Н. Н. Исследование ребристых железобетонных панелей П-образного профиля как неоднородных пространственных систем. Пространственная работа железобетонных конструкций // Тр. ин-та / МИСИ. — 1969. — М.: 1969. — 238 с.
4. Бедов А. И., Трифионов И. А., Складнев Н. Н. Практический способ расчета тонкостенных железобетонных корчатых конструкций с замкнутым контуром // Изв. вузов Сер. Стр.-в и архитектура. — 1974. — № 7. — С. 3—10.
5. Горнов В. Н. Исследование прочности и жесткости индустриальных конструкций жилых зданий. — М.: Госстройиздат, 1954. — 212 с.

Новые книги Стройиздата

Штоль Т. М., Кикава О. Ш. Технология керамзитобетонных изделий на горячем заполнителе. — М.: Стройиздат, 1986. — 131 с. — 45 к.

Ялфимов В. И. Комплектование объектов строительства технологическими линиями и установками повышенной готовности. — М.: Стройиздат, 1986. — 148 с. — 55 к.

Попов Г. И. Железобетонные конструкции, подверженные действию импульсивных нагрузок. — М.: Стройиздат, 1986. — 129 с. — 1 р.

Новый метод расчета поперечной арматуры в коротких элементах

Короткие элементы широко распространены в строительстве. По форме их можно разделить на три группы: короткие консоли, короткие балки и их разновидности. Массовое применение имеют консоли колонн и короткие балки в виде перемычек над проходами в надкрановой части колонн, а также в виде подкрановых ригелей двухветвевых колонн при строительстве одноэтажных промышленных зданий и эстакад. Не менее распространены ригели с консольными опорами. Они применяются в каркасах многоэтажных зданий межвидового назначения. Названные представители класса коротких элементов являются тяжело нагруженными конструкциями и проектируются из бетона высоких марок с применением всех видов поперечной арматуры. Как правило, поперечная арматура принимается по конструктивным требованиям, в большинстве случаев в избыточном количестве. Технико-экономический анализ показывает, что на армирование консольных частей колонн и ригелей, а также на подкрановые ригели и перемычки двухветвевых колонн затрачивается от 20 до 45% общего расхода арматуры на колонну или ригель. Высокий процент этого расхода свидетельствует о необходимости совершенствования расчета и конструирования поперечной арматуры в коротких элементах.

В нормах СНиП 2.03.01—84 принят новый подход к расчету коротких консолей. Он основывается на расчетной схеме, согласно которой прочность консоли при действии поперечной силы определяется прочностью наклонной сжатой полосы, расположенной между грузом и опорой. Расчетная схема показана на рис. 1. Угол наклона сжатой полосы в консолях колонн определяется как угол наклона линии, соединяющей внешнюю грань опорной площадки на уровне растянутой арматуры с вершиной нижнего угла примыкания консоли к колонне. В опорных консолях ригеля, отличающихся от консолей колонн отсутствием опоры со стороны, противоположной действию силы, угол наклона расчетной полосы определяется аналогично консолям колонн. При этом внешняя грань опор-

ной площадки на уровне продольной арматуры консоли соединяется с центром сосредоточенных у подрезки вертикальных хомутов на уровне верхней горизонтальной арматуры ригеля (см. рис. 1, б).

Условие прочности записывается в виде

$$Q \leq \varphi_1 \varphi_{\omega_2} R_b b l_b \sin \theta, \quad (1)$$

где правая часть принимается не более $3,5 R_b l_b h_0$. Коэффициент $\varphi_1 = 1$ — для консолей ригелей и $\varphi_1 = 0,8$ — для консолей колонн. Ширина наклонной сжатой полосы определяется по формуле

$$l_b = \varphi_e l_{sup} \sin \theta, \quad (2)$$

где l_{sup} — длина площадки передачи нагрузки вдоль вылета консоли. Коэффициент φ_e учитывает особенности передачи нагрузки в зависимости от схемы опирания конструкций на консоль и принимается равным единице для консолей колонн и равным 0,8 для консолей ригелей.

Влияние поперечной арматуры на проч-

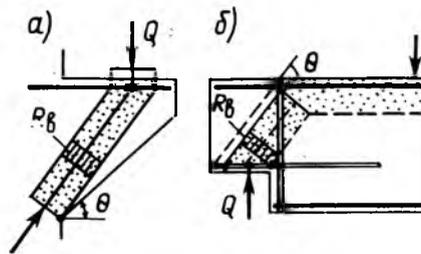


Рис. 1. Расчетные схемы консолей а — колонны; б — ригеля

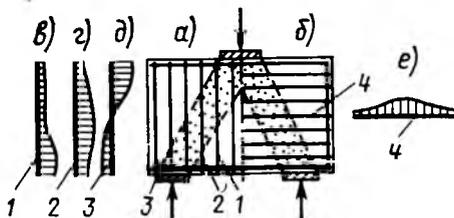


Рис. 2. Схема армирования коротких балок а — вертикальными хомутами A_{sw}^v ; б — горизонтальными хомутами A_{sw}^g ; в, г, д, е — фрагменты характера распределения деформаций в стержнях арматуры указанных позиций

ность сжатой наклонной полосы учитывается коэффициентом φ_{ω_2} , который определяется по эмпирической зависимости

$$\varphi_{\omega_2} = 1 + 5 \alpha \mu_{\omega_1}, \quad (3)$$

где $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$; $\mu_{\omega_1} = \frac{A_{sw}}{b S_w}$;

A_{sw} — площадь сечения хомутов в одной плоскости; S_w — расстояние между хомутами.

При расчете учитываются хомуты горизонтальные и наклонные под углом не более 45° к горизонтали.

Такой способ учета работы поперечной арматуры является шагом вперед по сравнению со СНиП II-21-75. Однако этот способ позволяет учитывать только влияние, а не производить расчет поперечной арматуры. К тому же, расхождение между опытами и расчетом составляет 50...100% в сторону запаса прочности. Это говорит о том, что зависимость (3) не оценивает физической работы поперечной арматуры.

В Пензенском инженерно-строительном институте под руководством НИИЖБ проведена серия целенаправленных экспериментов, посвященных исследованию поперечной арматуры в коротких элементах. В качестве основных элементов испытывались короткие балки, в которых изменялся вид, количество и распределение поперечной арматуры. Были испытаны короткие балки размером $20 \times 40 \times 70$ см, армированные поочередно горизонтальными, вертикальными, наклонными хомутами, а также совместно вертикальными и горизонтальными хомутами (рис. 2).

Для распространения результатов исследований производились испытания коротких консолей, перемычек и подкрановых ригелей колонн промышленных зданий с усовершенствованными видами армирования, примеры которых показаны на рис. 5. Из анализа результатов испытаний приведем только те основные моменты, которые отвечают поставленной задаче.

Величина разрушающей силы увеличилась при применении любого вида поперечной арматуры по сравнению с короткой балкой, содержащей только про-

дольную растянутую арматуру. Степень увеличения разрушающей силы различна. При одинаковых параметрах вертикальных и горизонтальных хомутов — 2Ø6 А-III с шагом 5 см для балок, показанных на рис. 2, разрушающая сила в образцах с горизонтальными хомутами была в 1,1 раза выше, т. е. в этом случае более эффективным видом поперечной арматуры являются горизонтальные хомуты. При сопоставлении разрушающих сил балок, армированных горизонтальными и наклонными хомутами, оказалось, что они почти одинаковы. В этом случае затруднительно высказать предпочтение тому или другому виду арматуры. С увеличением диаметра, количества и шага всех видов арматуры разрушающая сила в балках увеличивалась. При изменении вида и количества поперечной арматуры характер разрушения наклонной сжатой полосы в балках не изменялся.

Была сделана попытка рассмотреть работу поперечной арматуры как косвенную, полагая, что стержни арматуры, попавшие в наклонную сжатую полосу, препятствуют развитию поперечных деформаций бетона и тем самым повышают прочность полосы. Была использована методика оценки косвенной работы арматуры, принятая в нормах. Однако результаты расчетов показали, что такой подход недооценивает работу поперечной арматуры примерно на 15...35%. Это значит, что физически участие поперечной арматуры в работе сжатой полосы отражается неполно.

Анализ распределения деформаций по длине вертикальных и горизонтальных хомутов показал, что в горизонтальных хомутах преобладают деформации удлинения (см. рис. 2, е), а в вертикальных — деформации укорочения (см. рис. 2, з). При этом наибольшие значения деформаций соответствуют тому участку стержней, который располагается в пределах сжатой полосы бетона. Такое и ряд других положений позволяет высказать следующее предположение.

Поперечная арматура, располагаясь в пределах расчетной сжатой полосы бетона, выполняет две функции. С одной стороны, она препятствует развитию поперечных деформаций и косвенно участвует в работе, о которой говорилось выше. С другой стороны, она препятствует свободному развитию деформаций укорочения бетона вдоль сжатой полосы и тем самым осуществляет прямое участие в работе расчетной полосы. Очевидно, степень того и другого вида работы поперечной арматуры, расположенной под углом к наклонной сжатой полосе, можно определить величиной проекции уси-

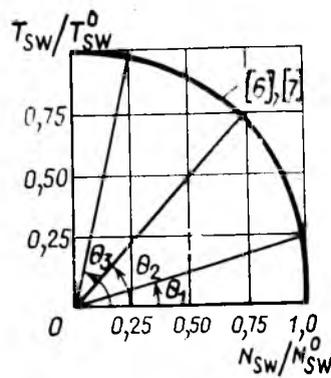


Рис. 3. Критерий оценки участия поперечной арматуры в работе сжатой полосы бетона в коротких элементах

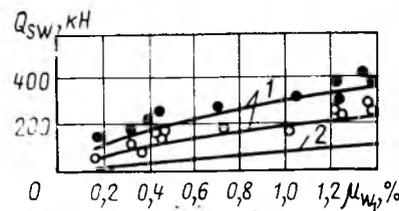


Рис. 4. График сопоставления расчетных зависимостей и опытов

● — опыты при A_{sw}^g ; ○ — опыты при A_{sw}^v ;
1 — по зависимости (4); 2 — по зависимости (1)

лий в арматуре соответственно на поперечную и продольную оси расчетной полосы.

В таком случае условие прочности коротких балок и других коротких элементов по наклонной сжатой полосе можно записать в следующем виде:

$$Q \leq \varphi R_b b l_{sup} \sin \theta + Q_{sw}, \quad (4)$$

$$\text{где } Q_{sw} = T_{sw} + N_{sw}. \quad (5)$$

В этой зависимости: T_{sw} — усилия в поперечной арматуре в результате косвенного участия в работе сжатой полосы; N_{sw} — усилия в поперечной арматуре в результате прямого участия в работе сжатой полосы. Величины этих усилий можно определить по формулам:

$$N_{sw} = \varphi \varphi_s \mu_{sw} R_s b l_b \sin \theta, \quad (6)$$

$$T_{sw} = \varphi \mu_{sw} R_s b l_b \cos \theta, \quad (7)$$

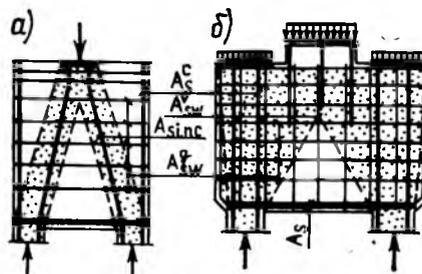


Рис. 5. Примеры рационального армирования коротких элементов
а — перемычки над проходами в надкрановой части колонн; б — подкрановые ригели двух-ветвевых колонн

где $\varphi = 0,9$ — опытный коэффициент; φ_s — коэффициент, учитывающий влияние косвенного армирования, определяется по СНиП; θ — угол между направлением наклонной сжатой полосы и соответствующего вида поперечной арматуры.

Графическая интерпретация предлагаемого критерия оценки участия поперечной арматуры в работе наклонной сжатой полосы показана на рис. 3. По графику можно судить об эффективности применяемой арматуры в зависимости от ее угла наклона к направлению расчетной полосы. При небольших значениях угла θ увеличивается косвенное участие, при больших значениях — прямое участие соответствующего вида поперечной арматуры в работе сжатой полосы.

Сопоставление результатов опыта и расчета по предлагаемым зависимостям показало, что среднее отклонение Q^{test}/Q^{calc} составляет 1,1, т. е. является удовлетворительным. На графике, показанном на рис. 4, приведены расчетные кривые. Сравнение их говорит о том, что новый метод более точно описывает опытные значения, тем самым в большей мере учитывая характер работы поперечной арматуры и раскрывая ее физическую суть.

На основании рассмотренного метода расчета были разработаны варианты рационального армирования всех видов коротких элементов с последующим экспериментальным обоснованием и оценкой предложений. Для сокращения приводится два примера армирования поперечной арматурой перемычек над проходами и подкрановых ригелей двухветвевых колонн, показанных на рис. 5. Следует отметить, что в перемычках, так же как и в опорных консолях ригелей, согласно типовым решениям, имеют место выпуски продольной арматуры ветвей колонны (см. рис. 5, а) и сосредоточенная арматура у подрезки ригелей (см. рис. 1, б), которая, располагаясь в пределах сжатой полосы, повышает ее несущую способность. Используя предлагаемый метод расчета (4), можно оценить степень участия указанных стержней и повысить соответственно расчетную несущую способность. В качестве примера можно назвать экономию по расходу металла, которая для консолей ригеля составляет 1,2 кг, учитывая что здесь можно отказаться от применения дополнительной арматуры в виде сеток.

На основании расчетной модели и рассматриваемого метода расчета внутренние стержни ветвей колонны в перемычках можно использовать более рационально, если их отогнуть по направлению к центру приложения силы (см.

рис. 5, а). При этом несущая способность перемычек увеличивается в 1,3 раза. При отсутствии необходимости повышать несущую способность перемычек эти стержни можно не доводить до верха перемычек. Экономия металла тогда составит 30 кг.

При выборе более рационального вида поперечной арматуры следует учитывать эффективность ее использования по длине. В элементах с малыми размерами опорных площадок и, как следствие, с малыми размерами расчетной ширины сжатой полосы горизонтальные хомуты

имеют небольшие (локальные) рабочие участки, а остальная их длина используется нерационально. И наоборот, в подкрановых ригелях при нагружении ствола колонны и при наличии крановых нагрузок нагружение осуществляется почти по всей верхней грани. В этом случае наиболее эффективными являются горизонтальные хомуты. Вертикальные стержни также используются рационально, располагаясь, в большинстве случаев, в пределах сжатой зоны (см. рис. 5, б). Нецелесообразно применение одиночных отогнутых стержней, как это было прежде в типовых проектах. При-

чина заключается в том, что они почти не повышают несущую способность, имеют незначительную рабочую длину (всего одну седьмую общей длины) и усложняют армирование. Расход стали при этом сокращается на 70 кг.

Предлагаемый метод позволяет производить расчет поперечной арматуры в коротких элементах, повышает расчетную несущую способность при обеспечении необходимой безопасности. Представляется возможность выбора рационального вида поперечной арматуры, разработки вариантов армирования и получения экономии материалов.

Долговечность

УДК 691.328:620.193.2

А. Г. ШЛАЕН, канд. техн. наук (Крымский филиал УкрНИИГим);
А. И. НАСУШКИН, канд. техн. наук, Г. Ф. ГОЛЬДБЕРГ, инж. (УкрНИИГим);
С. Н. АЛЕКСЕЕВ, д-р техн. наук, Т. Г. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Обследование состояния напорных виброгидропрессованных труб на оросительных системах

На современных оросительных системах для подачи воды используются напорные трубопроводы с рабочим давлением 0,6...1 МПа. Для мелиоративных водоводов диаметром более 500 мм основными являются напорные железобетонные трубы, поскольку применение в этих условиях стальных труб запрещено.

С 1972 по 1985 гг. на оросительных системах Крымской области построено более 230 км железобетонных водоводов из виброгидропрессованных труб диаметром 500...1200 мм. Почва трасс трубопроводов характеризуется сильно засоленными тяжелыми лессовидными суглинками, иногда глинами. Грунтовые воды содержат ионы Cl^- —1,5...10 г/л (в основном 2,5 г/л), SO_4^{2-} —2...7 г/л (3...4 г/л) и HCO_3^- —0,3...0,5 г/л. Такая минерализация отмечается не только в Крыму, но и в большинстве районов интенсивного строительства оросительных систем (юг УССР, Кавказ и Закавказье, Средняя Азия), поэтому эти условия можно считать типичными для гидромелиоративного строительства в нашей стране. Уровень грунтовых вод находят-

ся на глубине 2,5 м и более от поверхности, или на глубине 0,5 м и более от низа трубы. В процессе орошения происходит сезонное колебание уровня грунтовых вод. В период поливов он поднимается до 0,5...0,7 м, а в зимний период снижается до первоначальных значений.

ГОСТ 12586.0—83 определяет качество труб в основном по водонепроницаемости и прочности. Трубы предназначаются для эксплуатации в неагрессивных условиях. Минимальная толщина защитного слоя бетона с учетом допуска принята равной 15 мм, обычно это бетон нормальной или пониженной проницаемости. Допускается заделка сколов, раковин, исправление отслоений защитного слоя бетона; чаще всего ее производят цементно-песчаным раствором состава 1:2 без ограничения V/C , что удовлетворяет требованиям СН 324-72. Качественные показатели такой заделки во много раз ниже, чем бетона труб. В соответствии с требованиями СНиП 2.03.11—85 при пониженной проницаемости бетона толщина защитного слоя

подземных конструкций должна быть в слабоагрессивной среде ≥ 20 мм, а в средне- и сильноагрессивной ≥ 30 мм. Таким образом, трубы, являющиеся основным материалом для строительства гидромелиоративных водоводов в сильно засоленных грунтах, не имеют достаточной стойкости даже в слабоагрессивной среде. Для защиты труб от коррозии проектами в некоторых случаях предусматривалась до 1982 г. окраска раствором битума в бензине (1:3) в 2...3 слоя без регламентирования толщины, а с 1982 г. — двумя слоями горячего битума общей толщиной до 4 мм, что соответствует требованиям СНиП 2.03.11—85 для защиты лишь в слабоагрессивных средах.

При оценке агрессивности грунтовых сред по отношению к арматуре железобетонных труб нег достаточной ясности. Показатель опасности коррозии арматуры виброгидропрессованных труб — содержание в грунтовых водах или водных вытяжках из грунтов хлорид-ионов в количестве 500 мг/л — был разработан Академией коммунального хозяйства на основе лабораторных исследований и не проверялся в эксплуатационных условиях.

Первые разрушения труб оросительных водоводов в Крыму появляются через 2...3 года эксплуатации, затем число аварий ежегодно возрастает. Выход из строя одной трубы диаметром 900...1200 мм прекращает подачу воды в систему площадью 1000...3000 га на 4...5 сут. Это кроме стоимости устранения аварии (1700...1900 р. на одну трубу) нарушает режим орошения и снижает

урожай. На некоторых системах за 5...6 лет эксплуатации количество аварий на один трубопровод в поливном сезоне (апрель — октябрь) достигает 12...16, т. е. практически система прекращает функционировать. Стоимость строительства 1 км трубопровода диаметром 1 м около 100 тыс. р.

Для выяснения причин раннего разрушения виброгидропрессованных труб на оросительных системах Крыма, а также для уточнения показателей агрессивности грунтов и грунтовых вод УкрНИИГиМом, Крымским филиалом УкрНИИГиМ и НИИЖБом обследованы некоторые водоводы без защитных полимерных покрытий, для строительства которых использовали трубы ТН-90-II и ТН-100-II Енакиевского, Запорожского, Гниваньского и Новомосковского заводов ЖБИ. Характеристики трубопроводов и грунтовых условий приведены в таблице. Число шурфов при обследовании не менее 3 на 1 км трубопровода, в каждом вскрывалось 3 трубы. При этом определяли состояние бетона и арматуры, толщину и качество защитного слоя, отбирали пробы грунта и бетона для химического анализа.

В результате установлено, что основной причиной раннего разрушения напорных виброгидропрессованных труб на оросительных системах Крымской области являлась коррозия арматуры вследствие низкого качества труб — заниженной толщины и наличия дефектов в защитном слое бетона. Общая площадь участков с заниженной толщиной защитного слоя бетона (вплоть до $\delta=0..5$ мм), которые наблюдались в основном на раструбной части труб и в месте перехода раструба в цилиндр, составляла 3...5%. Участки рыхлого бетона с крупными порами, пустотами и дру-

гими дефектами концентрировались вдоль продольных швов наружной формы. На этих участках отмечалась язвенная коррозия арматуры, глубина язв достигала 2...3 мм, некоторые стержни разрушились полностью. Под слоем плотного бетона толщиной 12 мм не было обнаружено коррозионных поражений арматуры даже на трубопроводе № 5 (см. таблицу), эксплуатировавшемся в агрессивных условиях в течение 13 лет.

Коррозионного разрушения бетона не отмечалось ни на одном из обследованных трубопроводов несмотря на то, что все трубы были изготовлены на рядовых портоландцементных.

Хотя низкое качество труб и затрудняет выявление влияния прочих факторов на коррозию арматуры, результаты обследования позволили установить связь между интенсивностью коррозионных поражений (числом аварий трубопроводов), влажностью грунта и содержанием хлоридов в грунтовых водах. На трубопроводе № 2 при более низком по сравнению с другими трубопроводами уровне грунтовых вод за весь период его эксплуатации произошла только одна авария. В этом случае влажность грунта в уровне прокладки трубопровода (16...17%) была менее максимальной молекулярной влагоемкости (18%), при которой вся вода адсорбирована поверхностью глинистых минералов и вследствие этого не может свободно перемещаться, растворять и транспортировать соли. Наибольшее число аварий наблюдалось на трубопроводах № 1, 3, 5; последние два проложены в грунтах с наибольшим (среди обследованных) содержанием хлоридов.

В результате обследований установлено, что для повышения коррозионной стойкости труб в ГОСТ 12586.0—83 сле-

дует ввести положения, обеспечивающие тщательный контроль качества защитного слоя бетона на каждой трубе по его толщине, ограничению проницаемости, отсутствию местных дефектов, в том числе и на участках исправления отслоений защитного слоя бетона. Для корректировки существующих показателей агрессивности грунтов и грунтовых вод по отношению к арматуре железобетонных труб полученные результаты еще недостаточны, но тем не менее они свидетельствуют о необходимости такой корректировки.

На ВДНХ СССР

Новая технология бетонирования

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» ЦНИИОМТП демонстрирует технологию бетонирования тонкостенных и малообъемных монолитных конструкций на основе электропрогрева бетона, содержащего противоморозные добавки.

Комбинированная технология зимнего бетонирования предусматривает введение в бетонную смесь противоморозных добавок, которые понижают температуру замерзания бетона и обеспечивают низкое электросопротивление при остывании ниже 0°C. Это позволяет начинать электропрогрев бетона, остывшего до -20°C. В отличие от существующей технологии электропрогрева бетона предлагаемая включает определение требуемого количества противоморозной добавки в зависимости от расчетной температуры остывания бетона, для обеспечения его удельного электросопротивления не более 35 Ом·м; определение начального удельного электросопротивления бетона для выбора напряжения на электродах в начале электропрогрева; необходимость регулирования напряжения на электродах в большем диапазоне значений в процессе электропрогрева.

Применение комбинированной технологии для получения в короткие сроки бетона требуемой прочности эффективно при длительном транспортировании бетонной смеси в условиях низких температур наружного воздуха; при укладке смеси на замороженное основание, в неотогретую полость стыка; при длительном выдерживании на морозе бетона до установки и подключения электродов на захватке.

Предлагаемая технология бетонирования тонкостенных конструкций позволяет расширить область применения электропрогрева бетона, отказаться от предварительного отогрева стыкуемых элементов или оснований, снизить температуру бетонной смеси на выходе из бетономесителя, сократить продолжительность электропрогрева бетона.

В результате применения разработанной технологии снижаются дополнительные затраты труда на 1,2 чел.-ч, стоимость по приведенным затратам на 3,6 р. и расход электроэнергии на 27,5 кВт·ч на 1 м³ прогреваемого бетона.

№ трубопровода	Длительность эксплуатации к моменту обследования, годы	Длина трубопровода, км	УГВ от поверхности, м	Глубина заложения верха трубы, м	Содержание солей в грунтовой воде, мг/л			Число аварий трубопровода по годам с начала эксплуатации						
					Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	1	2	3	4	5	6	>6
1	5	4,2	3,5—4,0*	1,0	2710	2100	244	0	2	7	12	11	—	—
			2,5—2,7		2980	4030	366							
2	8	2,21	3—5	0,85	2520	4480	476	0	1	0	0	0	0	0
			4,5		2740	3500	366							
3	4	1,1	3,5—4,0	1,0	9400	3360	206	1	2	4	8	—	—	—
			2,3—2,5		5600	3550	305							
4	8	7,85	3,0—3,5	1,0	6470	3830	354	0	0	6	10	12	14	**
			2,2—2,5		3540	4780	366							
5	13	3,65	2,5—10,0	1,5	—	—	—	2	2	6	8	10	12	—
			2,0—8,0		5600	7600	366							

* Над чертой — данные, полученные при изысканиях в процессе проектирования; под чертой — в период обследования.

** 6 км трубопровода заменено металлическими трубами, на оставшихся 1,5 км произошли 3 аварии.

Экспериментально-теоретические исследования закритических характеристик бетона

В Институте строительства и архитектуры создана установка для определения модуля спада, принципиальная схема которой показана на рис. 1. Использование реверсора позволяет загружать образец размером $4 \times 4 \times 20$ см как растягивающими (стопорные гайки упираются во внутренние пластины), так и сжимающими (штоки упираются в наружные пластины) усилиями. Различное число упругих элементов (обрезки рессор) и прокладок между ними и наружной пластиной задает разное количество высвобождающейся при разрушении энергии. На рис. 2 показаны типичные диаграммы нагрузка — перемещения плит, получаемые в опытах. Установка позволяет определить полные диаграммы только для низкомарочных бетонов, для остальных фиксируется только модуль спада. В образцах из высокопрочных бетонов и в штоках накапливается больше энергии, чем требуется для разрушения бетона. Модуль спада M является аналогом модуля упругости E , причем E показывает способность материала накапливать энергию, M — поглощать ее при разрушении (см. рис. 2). Знание баланса энергии в конструкции необходимо при учете динамических воздействий. Подобно тому, как некоторый секционный модуль деформаций E характеризует соотношение σ — ϵ при росте напряжений, так модуль M характеризует эту зависимость при снижении напряжений во время разрушения материала. Трудности точного экспериментального определения нисходящих ветвей кривых σ — ϵ общеизвестны.

На рис. 3 показаны кривые σ — ϵ исследованных материалов, где каждая построена по данным 3...4 испытаний. Пересчет диаграмм P — Δl в диаграммы σ — ϵ легко делается по зависимостям сопротивления материалов:

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{P}{A_b} \left(1 - \frac{\Delta l E_T A_T}{P l_T} \right); \\ \epsilon &= \frac{\Delta l}{l_b} \end{aligned} \right\} (1)$$

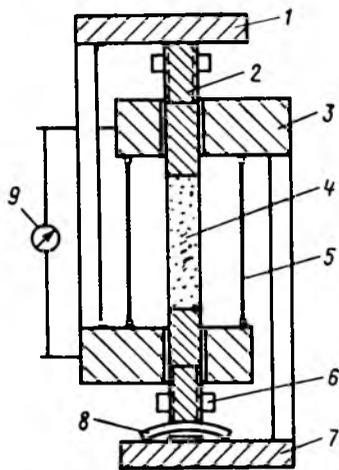


Рис. 1. Принципиальная схема установки 1 — наружная пластина; 2 — шток; 3 — внутренняя пластина; 4 — образец; 5 — упругая тяга ($8 \text{ } \varnothing 5 \text{ } V_p = \Pi$); 6 — стопорная гайка; 7 — прокладка, регулирующая прогиб упругого элемента; 8 — плоский упругий элемент; 9 — индикатор для замера перемещения плит

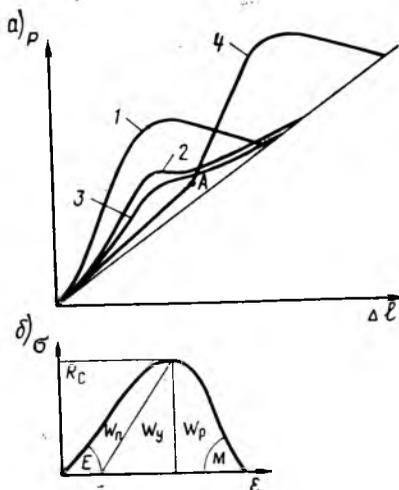


Рис. 2. Диаграммы нагрузка — перемещение плит а — кривые P — Δl ; б — баланс энергии в образце; 1—3 — без рессор; 4 — с рессорами; т. А показывает нагрузку, при которой работа рессор в результате выбора зазора прекращается. Энергия: W_n — не принимающая участия в разрушении; W_y — упругая; W_p — разрушения. При $W_y > W_p$ отмечается динамический эффект

где A_b — поперечное сечение образца, см^2 ; Δl — перемещение плит, см ; l_T — длина тяг, см ; E_T , A_T — модуль упругости материала тяг и их поперечное сечение; l_b — высота образца, см .

Зависимости (1) справедливы только при отсутствии рессор под штоками и без учета деформаций штоков.

Диаграммы σ — ϵ можно использовать для уточнения существующих и созда-

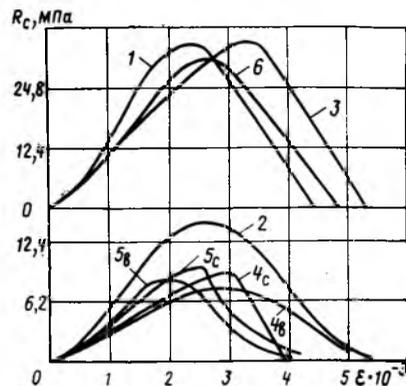


Рис. 3. Диаграммы σ — ϵ 1 — бетон на гранитном щебне фракции 3...6 мм состава 2,3 : 1,1 : 0,37 : 1 (Щ : П : В : Ц); 2 — то же, состава 2,4 : 1,05 : 0,6 : 1; 3 — цементный камень состава 0,15 : 1 : 0,5 (Г : Ц : В); 4 — цементный камень состава 0,75 : 1 : 0,8; 5 — бетон с чулунным скрапом фракции 2...4 мм состава 3,2 : 1,1 : 1,05 : 0,6 (С : Щ : П : Ц : В); 6 — цементный камень со скрапом состава 3,4 : 1 : 0,4 (С : Ц : В). Материалы с индексом «в» твердели в воде при $t = 90 \dots 100^\circ\text{C}$; с индексом «с» — в паровоздушной среде, а после высушивались до постоянного веса; данные без индексов относятся к материалам, твердевшим в паровоздушной среде и хранившимся до испытаний в комнатных условиях

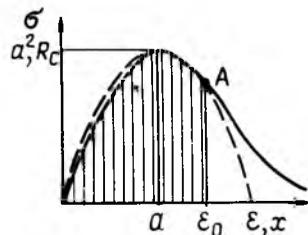


Рис. 4. К построению эпюр сжатых балок по условию (2) — — — — — опытная кривая; — — — — — ее аппроксимация перевернутой параболой

ния новых методов расчета конструкций. Например, появляется возможность установить реальную форму эпюры сжатой зоны балки в момент исчерпания несущей способности. Форма эпюры напряжений, соответствующей максимальной полноте благодаря гипотезе плоских сечений, подобна форме площади под кривой σ — ϵ , ограниченной деформациями ϵ_0 (рис. 4)

$$\frac{d}{d\epsilon} \left[\frac{1}{\epsilon} \int_0^{\epsilon} \sigma(\epsilon) d\epsilon \right] = 0. \quad (2)$$

Если в опытах с конкретным бетоном получена, например, диаграмма, допускающая ее аппроксимацию параболой $\sigma = -(\epsilon - a)^2 + a^2$, то из условия (2) найдем $\epsilon_0 = \frac{3}{2}a$. Эпюра сжатой зоны будет иметь очертания фигуры $OA\epsilon_0$. Для других, более сложных зависимостей $\sigma = f(\epsilon)$, условие (2) решают численными или графоаналитическими способами. Размер эпюры (высоту сжатой зоны) устанавливают на основе предварительно усредненной жесткости деформирующегося бетона. На основе условия равновесия разработан достаточно точный и строгий метод расчета железобетонных балок*.

* Бич П. М. Развитие технической теории изгиба железобетонных балок // Стр-во и архит. Белоруссии. — 1987. — № 1. — С. 20—23.

Авторские свидетельства

№ 46*

1276778. Уральский политехнический ин-т. Я. И. Ольков, Б. М. Сущенко и Л. И. Антипина. Устройство для натяжения канатных затяжек в конструкциях.

1276781. Днепропетровский инженерно-строительный ин-т. В. М. Прядко, Ю. А. Кожанов и Д. П. Стрижев. Несъемная опалубка для возведения монолитных железобетонных колонн.

1276782. Белорусский НИИПТИ организация и управления строительством Госстроя БССР. Г. И. Холодинский и В. И. Гришин. Устройство для изготовления монолитных строительных конструкций.

1276785. НИИЖБ. В. А. Клевцов и А. И. Хачатрян. Устройство для усиления сборных элементов многопролетных конструкций.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

В порядке обсуждения

УДК 666.972.17

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

О подборе состава бетона в монографии об оптимизации состава цементобетона

В технологии бетона установлен ряд законов, закономерностей и правил, основными из них являются закон водоцементного отношения (В/Ц), постоянной водопотребности и оптимального расхода песка.

На основании закона В/Ц разработаны формулы для определения и прогнозирования прочности бетона. Наиболее применяемой и оправдавшей себя на практике является формула

$$R_6 = A R_{ц} (Ц/В - 0,5) \quad (1)$$

где A — коэффициент зависящий от качества материалов, свойств бетонной смеси и бетона; $R_{ц}$ — марка (активность) цемента; Ц/В — цементно-водное отношение.

Зная марку цемента и заданную прочность бетона, В/Ц вычисляется по формуле.

$$В/Ц = \frac{A R_{ц}}{R_6 + 0,5 A R_{ц}} \quad (2)$$

где A определяется по данным, приведенным в Руководстве [1] и монографии [2].

На основе закона постоянной водопотребности бетонной смеси разработаны таблицы и графики для назначения расхода воды, а также таблицы для его уточнения в зависимости от качества материалов, расхода цемента. Подробные данные приведены в работах [1] и [2].

Основываясь на закономерности оптимального расхода песка, когда бетонные смеси при данном расходе цемента и воды имеют наилучшую удобоукладываемость, разработаны номограммы для определения α — коэффициента заполнения пустот и раздвижки зерен щебня раствором и r — доли песка в смеси заполнителей и таблицы для назначения K — коэффициента заполнения пустот в щебне песком. Данные для назначения и уточнения указанных параметров приведены в [1] и [2].

С учетом упомянутых законов, закономерностей и правил разработан метод подбора состава бетона, в 1979 г. издано Руководство [1]. Включенный в него ме-

тод подбора позволяет достаточно точно устанавливать состав бетона с обеспечением заданной прочности и осадки конуса (О. К.).

Правда, иногда расход песка и воды устанавливается не совсем точно, а фактическая прочность бетона отличается от заданной. Эти недостатки во многом обусловлены нашим незнанием марки цемента и использованием ненадежными источниками для назначения α , r и воды.

Этими обстоятельствами обусловлено появление новых формул и методов. Правда, законы В/Ц, водопотребности, оптимального расхода песка и данные для назначения В/Ц, воды и песка прямо не критикуются, но появление новых формул для расчета В/Ц (или графиков для его определения), а также новых принципов для назначения расхода воды и r является практически скрытой критикой существующего метода подбора состава бетона.

В частности, В. Н. Шмигальский на протяжении ряда лет настойчиво популяризирует свой метод подбора состава бетона и принципы определения r_m и r_0 , где r_m и r_0 оптимальные соотношения между песком и щебнем в заполнителе и бетоне. В работе [3] изложен метод практического определения этих параметров, в работе [4] приводятся графики для определения r_m и d_m , а в монографии [5] даются методика опытного определения r_m , d_m (максимальная плотность заполнителя) и графики для их назначения, а также формула для расчета r_0 . Основываясь на предложенных параметрах и концепциях, в [5] приводится общий принцип расчета и пример подбора состава бетона. Поэтому суть метода и его недостатки ниже рассматриваются на конкретных данных, приведенных в примере подбора состава бетона.

В работе [5] В/Ц определяется не по формуле (2), а по графику (рис. 4). Для построения графика в работе [3] в формуле (2) A принято 0,6...0,62, а в работе [5] — 0,58...0,61. Дифференцированные коэффициенты и разные интервалы по оси абсцисс и ординат приняты, чтобы

придать линейный характер зависимости $R_6=f(V/\Pi)$. Однако приведенный график не уточняет и не упрощает определение V/Π по сравнению с определением его расчетом по формуле (2). К тому же, график построен без учета качества материалов, свойств бетонной смеси, Π/V и т. д. Поэтому, на наш взгляд, V/Π следует определять по общепринятой формуле (2) с уточнением A по работам [1] и [2].

Расход воды в работе [5] определяется также по графику, построенному на основе данных, приведенных в [1] и [2], но с небольшим изменением принципа построения по оси абсцисс. Для подтверждения проиллюстрирую сказанное на фактах. Например, расходы воды, определенные по работе [5] и [1 и 2], совпадают между собой, и для О.К., равной 3, 5 и 7 см, и НКЩ=40 мм соответственно равны 169, 175, 185 л. К тому же, расход воды, определенный по графику на рис. 8 [5], уточняется только по нормальной густоте цементного теста (НГЦТ) и не уточняется по качеству материалов, расходу цемента и т. д. Поэтому фактический расход воды на конкретных материалах резко отличается от расхода воды, установленного по рис. 8 [5]. Таким образом, и в определение водопотребности не внесено каких-либо существенных уточнений.

Зная V/Π и V , расход цемента определяется по обычной формуле $\Pi = \frac{V}{V/\Pi}$; абсолютный объем заполнителей $V_3 = 1000 - (V + \Pi/\gamma_n + v)$; расход щебня $\Pi = V_3\gamma_3/(1+r_0)$, а песка $\Pi = \Pi_r$, где v — вовлеченный (остаточный) воздух в бетонной смеси; γ_3 — плотность заполнителей (песок+щебень); γ_n — плотность цемента.

В работе [5] значение v принято в примере равным 20 л. Данных для его назначения в [5] нет. Однако в работе [2] имеются подробные данные для его назначения в зависимости от О.К. и Ж. Например, для бетонных смесей с О.К. = 2 см $v=5..10$ л, а в бетонных смесях с О.К. более 3 см v еще меньше. Поэтому при подборе состава бетона в обычно не учитывается. Эти выводы подтверждаются и данными [5]. В приведенном примере $v=2$ л. Однако в бетонных смесях с О.К. меньше 2 см и более жестких v находится в пределах 60..10 л. В этом случае при подборе состава бетона v нужно учитывать и назначать его по данным [2].

Значение r_0 в [5] определяется по r_m , d_m и V_3 . Прежде чем определить r_0 , по графику (рис. 11) [5] устанавливается r_m и d_m в зависимости от НК, S_n , M_n^{Π} , где S_n — удельная поверхность песка;

Π — модуль крупности песка; НК — наибольшая крупность щебня (гравия).

Введение d_m надуманно. График 11 [5] для определения r_m и d_m не точен. Ломаные линии, приведенные на графике, имеют большие пики, такие скачки сомнительны. Введение d_m не обусловлено необходимостью. Параметры d_m и r_m устанавливаются на основе смесей песка со щебнем, имеющих (в уплотненном состоянии) наименьшую пустотность и наибольшую объемную массу. Методика определения этих параметров в уплотненном состоянии трудоемка. Поэтому не случайно в [5] допускается r_m и d_m назначать по готовому рис. 11, не проводя предварительных опытов по определению их значений в лаборатории. Определение r_0 на основе плотных смесей ошибочно, в этом случае его значение получается постоянным, тогда как в бетонах величина r_0 зависит от расхода цемента, например при Π , равном 250 и 500, Π равно соответственно 750 и 500 кг.

Зная r_m и d_m , в [5] r_0 определяется по формуле

$$r_0 = \left(2 - V_6 \frac{d_m}{V_3}\right) r_m. \quad (3)$$

Однако предлагаемый способ определения Π и Π_r по значению r_0 не уточняет расход песка и щебня в бетоне. Методика установления r_0 ошибочна, так как определение его расчетом по формуле (3) производится на основе ориентировочных значений r_m и d_m .

Расчетная объемная масса бетонной смеси (γ_{bc}^p) вычисляется по формуле

$$\gamma_{bc}^p = \frac{V + \Pi + \Pi_r + \Pi_r}{V + \Pi/\gamma_n + \Pi_r/\gamma_n + \Pi_r/\gamma_{щ}}. \quad (4)$$

Однако, если пользоваться этой формулой, то в знаменателе должен учитываться v . На практике, как известно, γ_{bc}^p определяется проще по обычной формуле

$$\gamma_{bc}^p = V + \Pi + \Pi_r$$

как сумма расходов материалов в кг (т) на 1 м³ бетона.

Объем вовлеченного воздуха в [5] определяется по формуле $v = (1 - \gamma_{bc}^p/\gamma_{bc}^{\phi})$. Однако такой принцип определения неверен. При правильном определении характеристик материалов γ_{bc}^{ϕ} должна равняться γ_{bc}^p . Допускается отклонение в пределах 0,2..0,3%. Такой допуск обусловлен точностью испытания материалов и определения γ_{bc}^{ϕ} . Зная состав бетона, количество вовлеченного воздуха определяется по формуле $v = 1000 - V_m$, где V_m — абсолютный объем материалов; 1000 — объем 1 м³ бетона в литрах вместе с вовлеченным воздухом v .

В работе [5] автор путает абсолютный объем материалов с коэффициентом уп-

лотнения (K_y). В приведенном им примере абсолютный объем материалов равен 0,998 м³. Этот показатель автором работы [5] принят за $K_y=0,998$. Однако абсолютный объем материалов и K_y — это не одно и то же. Как известно, абсолютный объем материалов может быть меньше 1000 л, но бетона с учетом вовлеченного воздуха в бетонной смеси выйдет 1 м³ ($V_6 = V_m + v$).

На протяжении ряда лет В. Н. Шмигальский широко популяризирует свой метод. Он включает его в статьи, методические пособия, монографии, по которым подбор состава бетона изучали студенты Новосибирского института инженеров транспорта, Кишиневского политехнического института и т. д. Все это наносит большой вред делу подготовки инженерных кадров и кадров высшей квалификации. Пользы от издания таких монографий нет, строители и научно-техническая общественность дезориентированы.

В монографии [5] приведен также пример подбора состава водопроницаемого бетона с использованием теории истинного (V/Π)_н. В [6] восхваляется «закон створа» и теория искусственных строительных конгломератов (ИСК). Такая беспринципность в использовании и оценке ошибочных теорий не случайна.

В работе [5] приведено множество формул и уравнений, в которых нет необходимости. Для практики и науки они не нужны. В [5] излагается также порядок уточнения состава бетона при изменении R_m , НГЦТ, О.К., влажности заполнителей и т. д. Однако простые вопросы усложнены. Отдельные формулы и программы для корректировки состава бетона понять трудно. Составление уравнений и программ не описано, поэтому воспользоваться ими невозможно. На практике уточнение состава бетона производится проще.

Предлагаемый метод не имеет никаких преимуществ перед общепринятым методом подбора состава бетона и потому в представленном виде его нельзя рекомендовать строительным и заводским лабораториям и включать в учебники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979. — 104 с.
2. Сизов В. П. Проектирование составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979. — 144 с.
3. Шмигальский В. Н. К вопросу разработки единого метода подбора составов бетона // Бетон и железобетон. — 1964. — № 2. — С. 87—89.
4. Шмигальский В. Н. Опыт оптимизации составов цементобетон. — Кишинев, 1978. — С. 11—12.
5. Шмигальский В. Н. Оптимизация состава цементобетона / Рецензент Гусев Б. В. — Кишинев: Штинца, 1981. — 124 с.
6. Шмигальский В. Н. Искусственные строительные конгломераты — в строительстве // Строительные материалы. — 1985. — № 10. — С. 29—30.

Полезная книга по вибротехнике

Савинов О. А., Лавринович Е. В. **Вибрационная техника уплотнения и формования бетонных смесей.** — М.: Стройиздат, 1986.

Вышедшая в свет книга обобщает многолетний опыт работы коллектива ленинградских специалистов в области техники уплотнения и формования бетонных смесей.

В ней освещены основы теории вибрационного уплотнения и формования, представлен аналитический обзор современных конструкций вибрационных уплотнителей и формовочных устройств, выявлены пути их совершенствования, даны рекомендации по выбору типа машин, устройств и расчету их оптимальных параметров, а также предложена оценка методов управления процессами уплотнения и формования. В основу излагаемого материала положено единое представление об ударно-вибрационном характере взаимодействия вибрирующих рабочих органов машин и бетонной смеси, подкреп-

ленное экспериментальными данными.

В книге убедительно показано, что, только базируясь на указанном представлении, можно объяснить однозначную связь между эффектом уплотнения смеси и удельной работой уплотнения, наличие оптимального статического пригруза при уплотнении смеси на виброплощадке, оптимального соотношения между вынуждающей силой и массой поверхностных уплотнителей и др. С развиваемых в книге позиций можно глубоко и исчерпывающе обосновать основные направления развития вибрационной техники и технологии уплотнения и формования бетонных смесей, предложить новые виды уплотнителей, доказать необходимость перехода от высокочастотных вибрационных формовочных машин к низкочастотным ударно-вибрационным, разработать

расчетно-экспериментальный метод выбора параметров и режимов работы различных вибрационных устройств и т. п.

Книга встречена специалистами с большим интересом. Ее материалы, несомненно, будут способствовать как дальнейшему развитию промышленности сборного железобетона, так и интенсификации работ по строительству крупных бетонных и железобетонных сооружений.

Издание хорошо отредактировано, что позволило в сравнительно небольшом объеме осветить широкий круг вопросов, богато иллюстрировано оригинальными фотографиями. Можно только поблагодарить авторский и издательский коллектив за большой труд по созданию книги.

А. А. АФАНАСЬЕВ,

д-р техн. наук

На ВДНХ СССР

С использованием ресурсосберегающих технологий

В объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР в 1986 г. была организована тематическая выставка «Производство новых строительных материалов и конструкций с использованием ресурсосберегающих технологий». Многие экспонаты на ней были представлены предприятиями системы Главмоспромстройматериалов.

Высокую производительность, изделия хорошего качества при снижении себестоимости и улучшении условий труда обеспечивает трехъярусный стан для производства железобетонных многопустотных панелей перекрытий. Он состоит из формовочной ветви, расположенной над уров-

нем пола, и двух туннельных камер для термообработки, находящихся под формовочной ветвью, ниже уровня пола. Формовочная ветвь конвейера и туннельные камеры связаны по торцам подъемниками-снижателями.

Формовочная ветвь состоит из поддонов-вагонеток, устройств для автоматической их чистки и смазки установки для электротермического натяжения стержневой арматуры. Сюда же входит формовочный пост с немедленной распалубкой, каретка с пустообразователями и перемещаемым по эстакаде бетоноукладчиком с разравнивающими устройствами и пригрузочной машиной с пассивными

щитами. Поддоны-вагонетки перемещаются по формовочной ветви конвейера трубчатыми толкателями, а по туннельным камерам — толкателем, установленным на подъемнике-снижателе. Цикл перемещения поддонов-вагонеток на стане автоматический.

На стане одновременно формируется 2 изделия габаритными размерами 6360×1790×220 мм. Масса каждого изделия 3300 кг. Продолжительность термообработки 9 ч. Масса оборудования стана с учетом поддонов-вагонеток составляет 453 580 кг, габариты стана 105710×7000×5450 мм.

Оборудование разработано СКТБ Глав-

моспромстройматериалов совместно с заводом железобетонных изделий № 6 и изготовлено на Опытном механическом заводе Главка (127411, Москва, Дмитровское шоссе, 157).

Для изготовления наружных и внутренних стеновых панелей, стен жесткости, лестничных маршей и площадок и других железобетонных изделий с максимальными габаритами $6,6 \times 3,0 \times 0,4$ м предназначен универсальный наклонно-замкнутый конвейер-стан. Он представляет собой компактную технологическую линию, на которой можно изготавливать изделия широкой номенклатуры из тяжелого и легкого бетона.

Конвейер состоит из формочной ветви с набором оборудования для выполнения технологических операций и двух целевых камер непрерывного действия, расположенных параллельно формочной ветви ниже уровня пола цеха и имеющих разное заглубление. Транспортная система состоит из двух подъемников-снижателей, подвесного толкателя, толкателя формочной ветви и 30 поддонов-вагонеток с установленными на них формами. Конвейерную линию обслуживает бригада из шести человек.

Оборудование позволяет вести укладку, распределение и отделку поверхности железобетонных изделий из жестких, умеренно жестких и подвижных бетонных смесей.

Годовой выпуск продукции на конвейере-стане составляет 28514 тыс. м³, годовая выработка на одного рабочего — 32,9 тыс. р. Срок окупаемости капитальных вложений 2,4 года. Затраты на 1 р. товарной продукции 0,79 р., фондоотдача 1,66 р.

Изготовителем конвейера-стана является Опытный механический завод Главмоспромстройматериалов.

На этом же заводе изготавливаются переналаживаемые формы для железобетонных панелей типа ПРУ длиной 12 и 15 м.

Форма представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из поддона, продольных и торцевых бортов, съемных кессонов и заглушек. Поддон — сварной, листовой конструкции с заглублениями под продольные балки изделия. По торцам поддона установлены фиксаторы под напрягаемую арматуру — 8 стержней диаметром 18 мм. Усилия напряжения (120 000 кгс) воспринимает поддон. Продольные борта откидные, с поддоном они связаны шарнирно. Угол открывания бортов — 45°. Торцевые борта съемные.

Образующие полости изделий кессоны съемные. Размеры формы $16000 \times 2320 \times 930$ мм, ее масса 15600 кг, масса формы с изделием 25340 кг.

В форме можно изготавливать 14 видов панелей типа ПРУ для строительства школ, кинотеатров, встроенно-пристроенных магазинов и других зданий.

Внедрение переналаживаемой формы позволило вдвое уменьшить парк форм, сэкономить 75 т металла, сократить производственные площади под складирование форм.

На Бескудниковском комбинате строительных материалов и конструкций № 1 внедрена форма для панели наружных стен 5НС6-1К2. Форма рассчитана для работы по агрегатно-поточной технологии.

Она состоит из поддона, четырех откидных бортов на шарнирах, открывающихся на 30 или 60°, кессона на поддоне и съемного вкладыша для образования оконного проема. Поддон имеет решетчатую раму с плоским настилом, на котором установлен кессон. Борты связаны с поддоном шарнирами, а между собой — винтовыми замками, закладные детали крепятся винтовыми фиксаторами.

Размеры формы $4630 \times 3230 \times 547$ мм, ее масса 4300 кг, с изделием — 7930 кг.

На Бескудниковском комбинате строительных материалов и конструкций № 1 внедрена форма-вагонетка для изготовления стеновой панели МФ 54-30/6. Это платформа на колесах, на которой размещены откидные борта, вкладыши и пустообразователи.

Платформа представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из рамы с настилом. На раме размещаются колеса с опорами, гнезда под толкатели, отбойники и буфера, рассчитанные под конвейерную линию с колесей 2390 мм.

Вкладыши и пустообразователи устанавливаются на бортах. Борты, откидные на шарнирах, крепятся между собой винтовыми замками. Закладные детали монтируют с помощью винтовых фиксаторов. Форма-вагонетка — конструкция переналаживаемая, в ней путем перемещения поперечного вкладыша можно изготавливать также панели МФ 66-30 и МФ 60-30.

Угол открывания бортов 30°, габаритные размеры формы-вагонетки $7230 \times 3740 \times 747$ мм. Масса формы с изделием 14 680 кг.

На заводе железобетонных изделий № 4 Главмоспромстройматериалов эксплуатируется автоматизированная система комплексного контроля качества панелей внутренних стен типа АСК-2. С помощью установки типа АСК-2 можно проверить прочность, геометрические размеры, величину защитного слоя и массу панелей внутренних стен всех типоразмеров.

Прочность бетона определяется ультразвуковым импульсным методом. Геометрические размеры панелей контролируют с помощью дифференциальных индуктивных датчиков перемещений соленоидного

типа. Масса панелей проверяется с помощью устройств тензометрического типа ЗДВУ-1. Толщину защитного слоя измеряют с помощью прибора типа ИЗС-2. Регистрация результатов — цифровая и аналоговая.

Внедрение установки типа АСК-2 позволило улучшить качество панелей внутренних стен, осуществить комплексный входной контроль за выпуском изделий всех типоразмеров, повысить производительность труда и культуру производства.

На заводе железобетонных изделий № 7 ПО «Мосспецжелезобетон» внедрена автоматизированная система управления технологическими режимами твердения бетона в ямных камерах.

Система предназначена для управления режимом термовлажностной обработки железобетонных изделий в ямных камерах. Она позволяет следить за подъемом температуры, изотермическим перегревом и остыванием изделий. Предложенная система позволяет создавать в ямных камерах мягкие режимы твердения бетона, следить за временем тепловой обработки конструкций и экономить до 12...17% теплотенергии.

Полы из унифицированных блоков

На ВДНХ СССР на выставке «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве» ЦНИИпромзданий представляет полы из бетонных унифицированных блоков, характеризующиеся повышенным уровнем заводской готовности.

Полы предназначены для массового применения на предприятиях машиностроительной, металлургической и других отраслей промышленности вместо покрытий из брусчатка, а также мозаичных и бетонных плит.

Специальная конструкция блоков не требует заделки швов и обеспечивает высокую ровность полов даже в условиях воздействия значительных нагрузок. Эксплуатировать такие полы можно сразу же после укладки блоков. Полы имеют следующие технические характеристики: предел прочности при сжатии не менее 40 МПа, показатель стойкости к удару не более 50 кг, объемную ударную вязкость не менее 75 Дж/см³, истираемость не более 0,4 г/см².

По сравнению с покрытиями из мозаичных плит предлагаемые полы более эффективны.

Госстрой СССР
ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт бетона и железобетона
НИИЖБ

объявляет конкурс на замещение вакантных должностей:

- заведующего лабораторией непрерывно-армированных и самонапряженных конструкций;
- заведующего лабораторией пространственных и специальных конструкций;
- заведующего сектором конструкций инженерных сооружений лаборатории предварительно напряженных конструкций;
- заведующего сектором технологии лаборатории железобетона (г. Иркутск);
- заведующего сектором пространственных и дисперсно армированных конструкций лаборатории пространственных и специальных конструкций;
- старшего научного сотрудника сектора конструкций инженерных сооружений лаборатории предварительно напряженных конструкций;
- старшего научного сотрудника сектора надежности и эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций лаборатории теории железобетона;
- старшего научного сотрудника сектора арматурных работ лаборатории арматуры;

- старшего научного сотрудника сектора сварки лабораторий арматуры;
- старшего научного сотрудника сектора новых технологических линий лаборатории автоматизированной технологии железобетона;
- старшего научного сотрудника сектора железобетонных конструкций машин и оборудования лаборатории пространственных и специальных конструкций;
- трех старших научных сотрудников лаборатории железобетона (г. Иркутск);
- младшего научного сотрудника сектора статически неопределимых железобетонных конструкций и вычислительной техники лаборатории теории железобетона;
- трех младших научных сотрудников лаборатории железобетона (г. Иркутск).

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

Срок подачи заявлений — месяц со дня публикации объявления.

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

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 666.973.6

Сахаров Г. П., Виноградов Б. Н., Кропивницкий С. В. Сравнительная оценка надежности газобетона разных видов и структуры // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 6—8
Приведены результаты сравнительных исследований изменчивости свойств газобетона разных видов и структуры после 10-летнего испытания на ползучесть в нормально-влажностных условиях, дана оценка их надежности. Выявлена повышенная надежность автоклавного и неавтоклавного газобетона оптимизированной структуры на груболомом песке. Показана необходимость корректировки действующей инструкции СН 277-80. — Табл. 1. — Ил. 3. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.328:539.37/4

Сакварелидзе А. В. Влияние возраста сталефибробетона на его ползучесть // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 8—9
Исследованы вопросы влияния старения на показатели прочности, модуля упругости и ползучести бетона и сталефибробетона при сжатии, растяжении и кручении. Установлены ядра ползучести растяжения-сжатия и сдвиговые ядра ползучести. Показано, что ядра ползучести материалов различного возраста подобны. Даны кривые зависимости коэффициентов подобия ядер ползучести бетона и сталефибробетона от возраста. Ил. 1, табл. 2. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 691.328:66.04

Тепловая обработка железобетона в паровоздушной среде / В. В. Бубело, В. М. Тимофеев, Р. М. Фрозе и др. // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 10—11
Изложены результаты внедрения методов ускоренного твердения бетона, обеспечивающих в подвижной среде, с регулируемой температурой и влажностью, существенное ускорение его созревания при значительной экономии топливно-энергетических ресурсов. Отмечена возможность снижения на 8...10°C температуры твердения бетонов на стадии изотермы при обеспечении цикла термообработки в пределах 7...9 ч. Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 666.97.003.16(088.8)

Технология и оборудование разночастотного действия для формирования пустотных плит / Б. И. Зыков, С. Н. Апполонов, Б. В. Гусев, В. А. Герасечкин // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 12—14
Приведено описание технологии и оборудования для формирования железобетонных пустотных плит перекрытий с разночастотным режимом работы. Оборудование включает в себя виброплощадку с пространственными колебаниями и динамический пригруз. Производственные испытания оборудования на Ярославском заводе ЖБК-1 выявили его эффективность и повышение качества формуемых изделий. — Ил. 3. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 693.546

Коньков В. В. О назначении режимов транспортирования бетонных смесей по трубопроводам // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 16—17
Даны результаты исследований процесса дискретного транспортирования бетонных смесей при помощи пневмонагнетателей. Получены математические зависимости, позволяющие оценить транспортные свойства смесей, назначить оптимальные составы и режимы их транспортирования по трубопроводам в дискретном режиме. — Табл. 1.

УДК 624.072.2

Семченков А. С., Кутовой А. Ф., Гуца Ю. П. Исследование действительной работы ригелей в составе сборных перекрытий // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 17—19
На основе экспериментальных исследований предложено рассчитывать ригель с учетом совместной работы с настилом как составной двухпопной балки при переменных по длине жесткостях поясов. Установленный пластический характер разрушения шпоночного стыка ригеля с настилом позволяет при расчете прочности нормального сечения использовать метод предельного равновесия. Результаты расчета прочности по нормальным сечениям составного ригеля с учетом различных факторов хорошо согласуются с данными испытаний натурного фрагмента перекрытия. — Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 624.073.7

Карабанов Б. В. Пространственный расчет сборно-монолитных ребристых перекрытий // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 19—21
Предлагаемая методика распределения локальной нагрузки, учитывающая нелинейный характер деформирования железобетона как при изгибе, так и при кручении, предназначена для применения при проектировании перекрытий общественных зданий. — Ил. 4. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:624.044

Бич П. М. Экспериментально-теоретические исследования закритических характеристик бетона // Бетон и железобетон. — 1987. — № 3. — С. 26—27
Описана установка для изучения закритических характеристик бетона, результаты исследований и приведена зависимость для построения эпюры сжатых зон изгибаемых элементов. — Ил. 4.

CONTENTS

Barashikov A. Ya., Shevchenko B. N., Strom A. D., Shevchenko S. B. Effect of repeated loads on behaviour of column cantilever
Sakharov G. P., Vinogradov B. N., Kropivnitsky S. V. Comparative assessment of safety for gas concrete of different type and structure
Sakvarelidze A. V. Effect of steel—fibrous concrete age on its creep
Bubelo V. V., Timofeev V. M., Phroze R. M., Buller V. D., Cherebedov V. I., Abdikalikov B. A. Heat treatment of reinforced concrete in steam and air condition
Zykov B. I., Appolonov S. N., Gusev B. V., Geracechkin V. A. Technology and facilities of different—frequency action for moulding the hollow slabs
Kroshkin Yu. M., Gorodetskiy Yu. L., Gasevsky V. A. Introduction of advanced research efforts
Konkov V. V. Design of regimes for transportation the concrete mixes by means of pipelines
Semchenkov A. S., Kutovoi A. F., Gushcha Yu. P. Study of collar beams real behavior in precast floors
Karabanov B. V. Three—dimensional calculation of precast and cast—insitu ribbed floors
Baranova T. I. A new calculation method for lateral reinforcement in short members
Shlaen A. G., Nasushkin A. I., Gol'berg G. F., Alekseev S. N., Kravchenko T. G. Inspection of state in pressure vibrohydropressed pipes for watering system
Bich P. M. Experimental and theoretical study of above—critical characteristics of concrete

CONTENU

Barachikov A. Ya., Chevchenko B. N., Strom A. D., Chevchenko S. B. L'influence des charges réitératives sur le service des consoles des colonnes
Sakharov G. P., Vinogradov B. N., Kropivnitsky S. V. L'évaluation comparative de la sécurité de gaz—béton de types et de structures différents
Sakvarelidze A. V. L'influence de l'âge d'acier—fibro—béton sur son fluage
Bubelo V. V., Timophéev V. M., Phroze B. M., Bouller V. D., Tchérébedov V. I., Abdikalikov B. A. Le traitement thermique du béton armé dans le milieu de vapeur—air
Zykov B. I., Appolonov S. N., Goussev B. V., Gherassetchkine V. A. La technologie et l'équipement de l'action des fréquences différentes pour le formage des dalles avec vides
Krochkin Yu. M., Gorodetskiy Yu. L., Gassevsky V. A. L'application des études progressives
Kon'kov V. V. Sur la prescription des régimes de transport des bétons frais par les conduites
Semtchenkov A. S., Koutovoy A. Ph., Gouchtcha Yu. P. Les études du service réel des sous—poutres faisant partie des planchers préfabriqués
Karabanov B. V. Le calcul spatial des planchers préfabriqués coulés nervurés
Baranova T. I. La méthode nouvelle de calcul des armatures transversales dans les éléments courts
Chlaen A. G., Nassouchkine A. I., Golberg G. Ph., Alexeev S. N., Kravtchenko T. G. L'examen de l'état des conduites forcées vibro—hydro—pressées dans les systèmes irrigatoires
Bytch P. M. Les études expérimentales—théoriques des caractéristiques extra—critiques

INHALTSVERZEICHNIS

Baraschikow A. Ja., Schewtschenko B. N., Strom A. D., Schewtschenko S. B. Einfluss der wiederholten Belastungen auf das Verhalten der Stützenkonsolen
Sacharow G. P., Winogradov B. N., Kropivnitskij S. W. Vergleichseinschätzung der Gasbetonsicherheit von verschiedenen Arten und Strukturen
Sakvarelidze A. W. Einfluss des Stahl—fiberbetonalters auf sein Kriechen
Bubelo W. W., Timofejew W. M., Frose R. M., Buller W. D., Tscherebedow W. I., Abdikalikow B. A. Warmbehandlung des Stahlbetons im Dampf—Luft—Medium
Sykov B. I., Appolonow S. N., Gussev B. W., Gerassetschkin W. A. Technologie und Ausrüstung von Frequenzunterschiedlichkeitswirkung für Formgebung der Hohlplatten
Kroschkin Ju. M., Gorodezkij Ju. L., Gassevskij W. A. Einführung der progressiven Ausarbeitungen
Konjkow W. W. Bestimmung der Förderungsabläufe von Betonmischungen durch Rohrleitungen
Semtschenkow A. S., Kutowoj A. F., Guschtscha Ju. P. Untersuchung der tatsächlichen Riegelwirkung als Bestandteil von Fertigteildecken
Karabanow B. W. Räumliche Berechnung der Rippenfertigteilverbunddecken
Baranova T. I. Neue Methode der Rechnung der Querbewehrung in kurzen Bauelementen
Schlaen A. G., Nassuschkin A. I., Gol'berg G. F., Aleksejew S. N., Krawtschenko T. G. Untersuchung des Zustandes von Vibrohydrodruckrohren in Bewässerungssystemen
Bitsch P. M. Experimentell theoretische Untersuchungen der überkritischen Betonkennziffern.

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

Технический редактор Е. Л. Сангурова

Корректор Т. Г. Бросалина

Сдано в набор 13.01.87.
 Формат 60×90^{1/8}
 Усл. кр.-отт. 4,75

Подписано в печать 09.02.87.
 Печать высокая
 Уч.-изд. л. 5,89 Тираж 14410 экз.

Т-06471
 Усл. печ. л. 4,0
 Зак. 1

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

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли
 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 26

Вологодская областная универсальная научная библиотека
 www.booksite.ru

№ 43*

1271753. КуИСИ. С. П. Максимов, И. А. Самусева и А. Г. Чикноворьян. **Виброплощадка для формования изделий из бетонных смесей.**
1271754. КТБ Стройиндустрия. Я. Т. Линник, Г. Н. Собко, В. А. Сафаров и др. **Устройство для изготовления плит с пустотами из бетонных смесей.**
1271755. УкрНИИГиМ. А. С. Барчук, М. Г. Дюженко, В. Б. Резник и др. **Роторная головка для укладки и уплотнения строительной смеси.**
1271756. ПК5 электрогидравлики АН УССР. В. И. Гуйтур. **Установка для активации суспензий минеральных вяжущих.**
1271757. Ин-т сверхтвердых материалов АН УССР и УкрНИИГиМ. В. А. Басанько, В. Н. Скок, П. Г. Ткачук и др. **Способ нарезания швов в цементно-бетонных покрытиях.**
1271844. МАДИ. И. В. Королев, А. К. Касымов, Б. А. Лифшиц и Ю. П. Гончаров. **Асфальтобетонная смесь.**
1271846. Новокузнецкое отделение УралНИИСтромпроекта. Н. И. Федьнин. **Сырьевая смесь для изготовления шлакобетона.**
1271847. КИСИ. А. А. Тулаганов, В. Д. Глуховский, Г. В. Румына и др. **Бетонная смесь.**
1271953. ВНИИТрансстрой и ЦНИИПромзданий. Г. Я. Эстрин, Л. А. Волонихин и А. А. Ицкович. **Узловое соединение.**
1271954. Гипроспецлегконструкция. А. Н. Усанов и Т. Буриев. **Пространственное стержневое покрытие.**
1271956. Всесоюзный ин-т Оргэнергострой. М. Д. Богатырев, Г. Я. Вермель, Р. К. Козочкин и др. **Подвижная опалубка для возведения железобетонных конструкций с жесткой арматурой.**
1271974. МИИТ. А. А. Гринев, В. Г. Храпов, Н. Г. Федосов и др. **Тоннельная обделка из прессованного бетона.**

№ 44

1273249. ДальНИИС. Ю. Г. Чижов, С. Б. Ольховский и В. Ф. Левков. **Установка для формования железобетонных изделий.**
1273343. НИИцемент и МИСИ. Г. И. Горчаков, А. Т. Туркинов, В. С. Гичерев и др. **Комплексная добавка для растворов и бетонных смесей и способ ее приготовления.**
1273345. МИИТ. В. И. Соломатов, Р. В. Крюков, Б. Л. Перламутров и др. **Способ приготовления бетонной смеси.**

1273352. Калужский филиал ВНИИПИ галургии и Калужское ПО «Хлорвинил». С. Н. Лыс, М. Ф. Соколовский, Г. М. Спивак и др. **Композиция для пропитки бетона.**
1273433. ЮжНИИГиМ. А. В. Ищенко, Ю. М. Косиченко, Т. С. Косенко и И. Н. Салженикина. **Бетонотеплоизоляционная одежда откосов гидротехнических сооружений.**
1273434. Гидропроект. С. И. Мильковицкий, Л. Я. Завадский и Л. А. Кривовяз. **Устройство для бетонирования откосов.**
1273468. ЛатвНИИЭС. Г. С. Кобринский, М. Е. Вилкс, Н. Г. Ивянская и др. **Стыковое соединение сборных железобетонных конструкций.**
1273469. М. В. Калугин и Б. И. Широков. **Узловое соединение стержней пространственного каркаса.**
1273471. Алма-Атинский архитектурно-строительный ин-т. Ю. М. Комаев. **Динамический гаситель колебаний.**
1273473. УкрНИИГиМ. Г. М. Реминец. **Неразрезная сборно-монолитная многопротелная балка.**
1273474. Криворожский филиал ВНИИОМШС. Н. С. Малащенко, Е. С. Киселев и И. А. Луценко. **Набрызгбетонашина.**
1273475. ИСиА Госстроя БССР. В. М. Баташев, В. Е. Садохо и В. Г. Крамарь. **Способ изготовления многупустотных железобетонных плит.**

№ 45

1274929. Ин-т Воронежколхозпроект. П. А. Цыков, В. Е. Тройнин, В. С. Попов и Э. Н. Потоцкий. **Устройство для изготовления изделий из бетонных смесей.**
1274930. ВНПО «Союзжелезобетон». К. И. Миловидов, В. А. Рахманов и С. В. Томко. **Устройство для образования отверстий в железобетонных шпалах.**
1274932. ЦНИИСК. П. И. Алексеев, А. К. Гончаров, Г. В. Кашеев и П. Г. Лебозин. **Способ заделки пустот в торцах пустотелых строительных элементов.**
1275015. ХАДИ. И. М. Грушко, А. Г. Ольгинский, Ю. М. Мельник и др. **Способ приготовления пластифицирующей добавки для бетонной смеси.**
1275016. ВНПО «Союзжелезобетон». Г. В. Топильский, М. Ш. Артман, О. И. Довжик и др. **Композиция для защиты свежеложенного бетона.**
1275052. Донецкий политехнический ин-т и Московский вечерний металлургический ин-т. Ю. А. Башнин, В. А. Харченко, Б. А. Калачев и др. **Способ обработки арматурных стержней.**
1275076. НИИ автоматизированных систем планирования и управления в строительстве Госстроя УССР. Е. П. Дуброва, Л. П. Тимофеенко и В. И. Щербина. **Многоэтажное здание и способ его возведения.**
1275077. А. Ф. Бирула, В. И. Соломатов и А. А. Бабасян. **Строительная панель.**
1275078. ЦНИИпроектстальконструкция. В. Ф. Беляев, Г. И. Лашнев, Н. П. Чучелин и др. **Незудный строительный элемент типа тонкостенной балки.**
1275079. Шахта ПО Донецкуголь. В. И. Пакка, Н. С. Бурего, В. В. Мионов и И. Д. Алмалиев. **Арматурный каркас.**

1275080. Уральский ПромстройНИИпроект. В. А. Никишин. **Устройство для закрепления арматуры.**
1275081. МИСИ. О. В. Белоусов и В. И. Гусев. **Способ возведения монолитных тонкостенных конструкций.**
1275082. Трест Молдоргтехсельстрой. К. И. Тарновский. **Устройство для намотки арматуры.**
1275083. ЦНИИЭПсельстрой. Л. М. Семятицкий, Г. Ю. Горский и М.-И. Л. Фридман. **Хранилище для сыпучих материалов.**

№ 46

1276500. Росоргтехстрой. О. М. Лунин, Н. В. Зуб и В. М. Верещагин. **Устройство для уплотнения строительных смесей в форме.**
1276501. Днепропетровский государственный ун-т. Е. А. Логвиненко, А. А. Иванов, В. И. Пильщиков и др. **Виброустановка для формования железобетонных изделий в формах.**
1276502. Макеезский ИСИ. В. А. Пенчук, Н. А. Калашников, О. А. Прохорцев и С. Т. Андросов. **Устройство для уплотнения поверхности изделий в форме.**
1276507. Алма-Атинский НИИСтромпроект. Н. В. Золотухин. **Устройство для формования строительных изделий.**
1276508. Главное управление по жилищному и гражданскому строительству в Москве. А. Б. Шехель, В. А. Воловик и В. Г. Парамонов. **Форма для изготовления лестничных маршей со сквозными каналами.**
1276509. А. И. Жарков. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**
1276510. Д. Э. Болквадзе, И. Г. Мачавариани и Г. И. Мириманов. **Устройство для аксиального прессования длинномерных полых конических железобетонных изделий.**
1276511. НИИЖБ. В. С. Широков и Ю. А. Гоголев. **Головка для радиального прессования трубчатых изделий из бетонных смесей.**
1276514. НИИСМИ. А. В. Марионов, А. А. Корниевский, М. Т. Ларионов и др. **Смеситель.**
1276646. ЦНИИПромзданий. Э. В. Григорьев, Т. Г. Дмитричева, И. П. Ким и Л. Я. Быховская. **Вяжущее для бетонной смеси или строительного раствора.**
1276649. Липецкий политехнический ин-т. А. Д. Корнеев, В. И. Соломатов и В. Н. Козомазов. **Полимербетонная смесь.**
1276650. ЦНИИЭПжилища. М. Т. Седакова, Б. П. Познянская, Н. Я. Спивак и др. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона.**
1276654. НИИЖБ, ВНИИПИ алюминиевой, магниевой и электродной промышленности и НИПИСиликатобетона. А. П. Акимова, В. С. Миронов, Л. И. Бокова и др. **Способ подготовки алюминиевого газообразователя.**
1276655. ВНИПКИ охраны окружающей природной среды в угольной промышленности. М. П. Ким, С. Ф. Григорьева, Л. А. Челпанова и А. Ф. Григорьев. **Способ приготовления бетонных смесей.**
1276656. НИИЖБ. В. Н. Ярмаковский, Ю. А. Белов и В. А. Булаев. **Способ приготовления легкого бетонной смеси.**

* См: Открытия. Изобретения. 980.

Издания

НИИЖБ

в 1987—1988 гг.

- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
- ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНОВ
- НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ, РАСЧЕТЕ И КОНСТРУИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (сборник молодых специалистов)
- ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ П-БЕТОНОВ
- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЫКОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
- БЕТОНЫ НА НОВЫХ ВИДАХ ЦЕМЕНТОВ
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСИЛЕНИЮ ФОРМ НА ЗАВОДАХ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИЗГОТОВЛЕНИЮ СТАЛЕ-ФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПЫТАНИЮ ОБРАЗЦОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И ЖЕСТКОСТИ
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ СБОРНОГО И МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
- РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

*Заказы на изделия НИИЖБ следует направлять по адресу:
109389, Москва, 2-я Институтская ул., 6, ОНТИ НИИЖБ.*