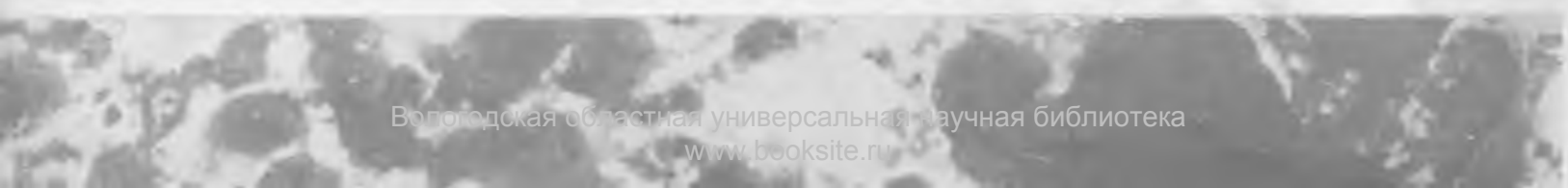
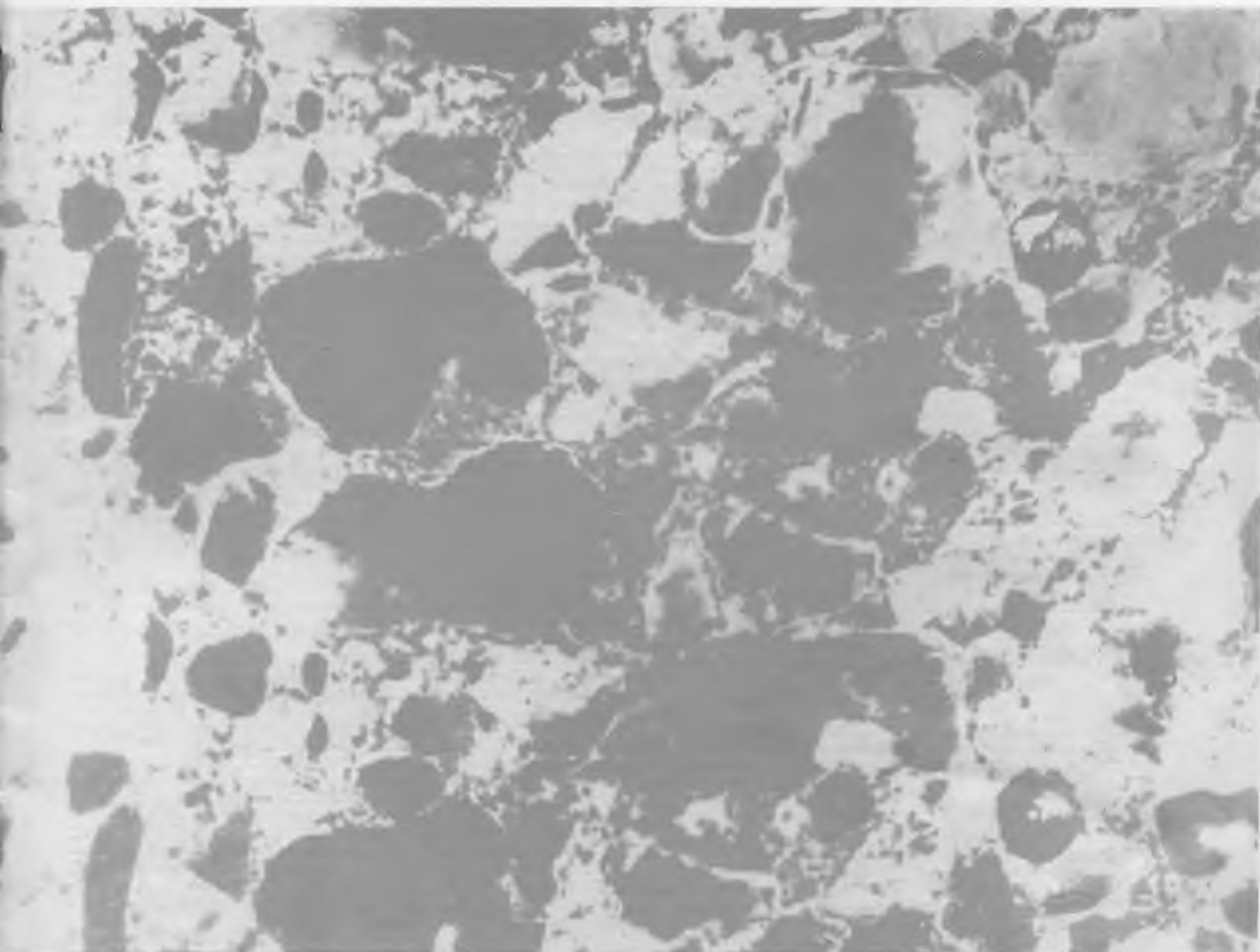


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН [№] 8 1987



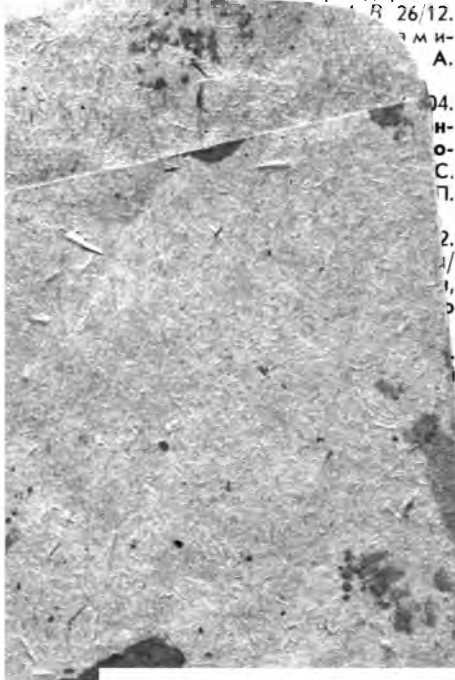
Дорогие товарищи!

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

Новые изобретения

№ 5*

А. с. 1288075 СССР, МКИ³ В 28 В 7/02. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей**/Г. В. Хомерики (СССР); ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов.
А. с. 1288076 СССР, МКИ³ В 28 В 7/02. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей**/Г. В. Хомерики (СССР); трест Стройиндустрия Минстроя ГССР.
А. с. 1288077 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. **Обратная эмульсия для смазки формующих поверхностей**/А. П. Осипов, В. А. Подлесных, Л. А. Спири и др. (СССР); КТБ Мосоргстройматериалы.
А. с. 1288081 СССР, МКИ³ В 28 С 5/14. **Смеситель**/М. А. Левин, Ю. М. Лауген, И. И. Аавер, Х.-О. И. Лаане (СССР); НИПИсиликатобетон.
А. с. 1288082 СССР, МКИ³ В 28 С 5/42. **Автобетоносмеситель**/Е. А. Плавельский, В. З. Семенченко, А. А. Воронова (СССР); ВНИИстройдормаш.



№ 6

А. с. 1289692 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. **Устройство для отделки поверхности строительных изделий**/А. Г. Чернов, А. П. Лысяк, В. А. Гаевой и др. (СССР); Черниговский ДСК и Гипрогражданпромстрой.
А. с. 1289847 СССР, МКИ³ С 04 В 26/12. **Полимербетонная смесь**/В. И. Соломатов, И. Л. Балабанцев, Ш. Махмудов, С. Л. Ли (СССР); Среднеазиатский научно-исследовательский ин-т ирригации.
А. с. 1289850 СССР, МКИ³ С 04 В 28/24. **Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона**/В. М. Прядко, В. П. Алмазов (СССР); Днепропетровский инженерно-строительный ин-т.
А. с. 1289860 СССР, МКИ³ С 04 В 40/04. **Композиция для защиты бетона**/С. М. Добровольский (СССР); Ставропольский НИИГим.
А. с. 1289965 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. **Стыковое соединение многоветвевой колесной с фундаментом**/Т. М. Магдиев, Т. О. Имариев, М. Ш. Магдиев, М. О. Эрцалов (СССР); Дагестанский политехнический ин-т.
А. с. 1289966 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, Е 04 Н 9/02. **Стыковое соединение балки с колонной**/М. У. Ашимбаев, А. А. Кравченко, М. Ф. Остров (СССР); ГосНИИСредазпромзернопроект.
А. с. 1289970 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/12. **Способ образования анкерных головок на арматурных стержнях**/С. Б. Турковский, И. П. Преображенская, Н. П. Каменникова и др. (СССР); ЦНИИСК.
А. с. 1289971 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Устройство для анкеровки предварительно напряженных стержней**/В. Д. Досюк (СССР); ПО «Прикарпатжелезобетон».

№ 7

А. с. 1291414 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08, 1/10. **Устройство для прессования плит из бетонных смесей**/О. В. Измайлов, Г. И. Васильев, Н. И. Калабушкин, А. Ф. Тупиков (СССР); СКТБ Стройдеталь.
А. с. 1291415 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Пневматический пригруз к формам для изготовления изделий из бетонных смесей**/П. И. Шилкин, И. Т. Гончаров, А. А. Белашов (СССР); завод ЖБИ № 7 Главлипецкстроя и Липецкий политехнический ин-т.
А. с. 1291416 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Установка для формования строительных изделий**/А. В. Андрейченко, Р. И. Давыдов, А. Ф. Тупиков и др. (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1291419 СССР, МКИ³ В 28 В 5/00, В 28 В 1/50. **Технологическая линия для изготовления ячеистобетонных изделий**/М. С. Синица, К. В. Клупшас, Л. Д. Киняев, Л. Е. Ягнятинский (СССР); ВНИИ теплоизоляционных и акустических строительных материалов и изделий.
А. с. 1291422 СССР, МКИ³ В 28 В 21/44. **Установка для нанесения защитного слоя из бетонных смесей на поверхности трубчатых изделий**/В. М. Нинбург, В. И. Динерштейн, Э. С. Сыркин и др. (СССР); СКБ по механизации ирригационно-мелиоративных работ.
А. с. 1291515 СССР, МКИ³ В 65 G 57/32, 63/02, 1/06. **Устройство для штабелирования железобетонных изделий**/С. А. Генкин, Д. А. Гиллер, Е. Л. Барышев (СССР); СКТБ автоматики и нестандартного оборудования.
А. с. 1291572 СССР, МКИ³ С 04 В 26/24, 18/04. **Полимербетонная смесь**/А. К. Гармуте, А. А. Амбрасас, В. Л. Римкус (СССР); Каунасский политехнический ин-т и ЛитНИИСА.
А. с. 1291585 СССР, МКИ³ С 04 В 38/10. **Пенообразователь для поризации бетонной смеси**/Н. Я. Спивак, К. А. Джоджуа, З. С. Дупленко и др. (СССР); ЦНИИЭПжилища.
А. с. 1291662 СССР, МКИ³ Е 02 В 5/02. **Способ возведения монолитной бетонной облицовки**/М. Л. Гиленко (СССР); Средазгипроводхлопок.
А. с. 1291682 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/00. **Покрытие многоэтажного здания**/В. В. Краснов, Г. И. Бердичевский, М. И. Диамант и др. (СССР); ЦНИИпромзданий и трест Оргтехстрой Главкузбасстроя.
А. с. 1291685 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас железобетонной балки**/А. Н. Семенец (СССР); Донецкий ПромстройНИИпроект.
А. с. 1291687 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/02. **Опалубка для бетонирования фундамента под колонны**/П. А. Цыков, В. С. Тройнин, В. С. Попов, В. П. Кампицкий (СССР); ин-т Воронежколхозпроект.
А. с. 1291688 СССР, МКИ³ Е 04 G 11/08, 11/20, 11/22. **Опалубка для нанесения покрытия на поверхность бетонных сооружений**/А. А. Равкин, И. А. Жеборовский, И. С. Дубинин и др. (СССР); ВНИИГ.
А. с. 1291690 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26. **Устройство для перемещения оборудования при его монтаже внутри здания**/С. И. Андреев, С. И. Керштейн, Б. И. Айзик, М. А. Таиров (СССР); Управление по проектированию образцового перспективного жилого района.

Содержание

К 70-летию Великого Октября

По пути коллективного подряда 2

Экономия ресурсов

Белогуров П. М., Шумаев В. А. Проблема замены металла железобетоном в машиностроении 4
Некрасов К. Д., Тарасова А. П., Жданова Н. П., Лютикова Т. А., Кривобородов А. Р. Пути экономии высокоглиноземистого цемента 5

Конструкции

Иосилевский Л. И., Шишова Н. В., Коновалов Л. И. Оценка качественных характеристик пролетных строений заводского изготовления 7
Гребеник А. А., Трефилов В. В. Поведение конструкций зданий при землетрясении в Кишиневе 8

Бетоны

Аояги Ю., Самойленко В. Н. Прочность и деформативность обычного бетона при нагреве 9
Основский Э. В., Галузо Г. С. Прочность и поперечные деформации газосиликатобетона при растяжении методом раскалывания 11
Михайлов В. В., Баженов Ю. М. Подбор состава бетона для самонапряженных конструкций с учетом технологического фактора 13

Для сельского строительства

Крылов Б. А., Пазюк Ю. В., Глинская В. П. Применение грунтоцементобетона в сельском монолитном строительстве 15

Вопросы экономики

Николаева Г. В., Коница Р. С., Бескурникова А. П. Нормирование использования мощностей заводов ЖБИ и КПК 17
Цимеринов Е. В. Совершенствование методов планирования освоения железобетонных конструкций 19

Заводское производство

Базыкин А. В., Рябов Г. А., Башилов А. М. Гидроабразивная очистка формообразующих поверхностей 21

В помощь заводским лабораториям

Кикава О. Ш., Косарев В. М., Зайцев М. П. Инструментальная погрешность склерометров 22

В помощь проектировщику

Залесов А. С., Старшико И. Н. Влияние преднапряжения на прочность элементов по наклонным сечениям 24
Маркус Я. И., Баренбойм Г. И. Устойчивость полки как фактор ограничения несущей способности ребристых плит 26
Смирнов С. А. Работа панелей крупнопанельных зданий с учетом реальных условий опирания 27

Использование промышленных отходов

Зоцук Н. И. Отходы ГОКов — крупные заполнители бетона 30



ПО ПУТИ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОДРЯДА

Строительные коллективы страны вступили в важный и ответственный период работы. В обстановке высокой политической и трудовой активности разгорается социалистическое соревнование за достойную встречу 70-летия Великой Октябрьской социалистической революции. Повсеместно строители борются за выполнение повышенных дополнительных социалистических обязательств. Главное в этой борьбе — не только закрепить ранее достигнутый трудовой напряженный ритм, но и поднять его на новую ступень, обеспечив тем самым успешное выполнение заданий двух лет двенадцатой пятилетки к юбилею Октября.

Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев в Заключительном слове на январском (1987 г.) Пленуме ЦК КПСС отмечал значимость задач, которые мы решаем в юбилейном, 1987 году. Задачи огромны по масштабам, по рубежам, на которые мы должны выйти. Они особенно важны с точки зрения освоения новых методов хозяйствования, перехода всей экономики, многих ее отраслей на новые принципы хозяйствования.

В 1987 г. работникам строительной отрасли предстоит выполнить напряженную производственную программу. Общий объем подрядных работ должен возрасти на 7,5% против 6% в прошлом году. По ряду областей и районов сосредоточенного строительства показатели прироста должны быть еще выше. Для успешного выполнения установленных на 1987 г. планов необходимо обеспечить концентрацию материальных, трудовых и финансовых ресурсов, в первую очередь на пусковых объектах производственного назначения и социальной сферы. В целях обеспечения ритмичности работы подрядных организаций и безусловного выполнения установленных заданий необходимо постоянно изыскивать возможности приближения сроков ввода в действие пусковых объектов.

Широкая программа работ на ближайшую перспективу у всех подразделений ордена Ленина и ордена Октябрьской революции треста Магнитострой. Уже полгода трест работает в условиях коллективного подряда. За это время проявились все преимущества прогрессивного метода, выявились отдельные недостатки в результате ряда несовершенных организационно-технических мероприятий. Так, на новый метод в последнюю очередь перешли заводские коллективы.

Магнитостроевцам предстоит немало сделать для реализации напряженных планов. Уже в 1989 г. здесь намечено ввести в эксплуатацию первую очередь кислородно-конвертерного цеха, в 1990 г. закончить строительство первой очереди прокатного стана «2000», за двенадцатую пятилетку сдать в эксплуатацию не менее 900 тыс. м² общей площади жилых домов. Общий объем строительно-монтажных работ на двенадцатую пятилетку составляет по тресту около 760 млн. руб.

Для того, чтобы обеспечить ритмичное снабжение строительных потоков материалами, железобетонными конструкциями и изделиями здесь необходимо уже в 1988 г. полностью завершить реконструкцию собственной производственной базы. Следует отметить, что вопросы повышения эффективности строительно-монтажных работ и деятельности промышленных предприятий в тресте стремятся решать комплексно. Главное направление в реализации стоящих перед отраслью задач здесь видят прежде всего в ускорении внедрения достижений научно-технического прогресса, во всемерной индустриализации строительного производства.

В тресте проводится большая целенаправленная работа по рациональному использованию материальных и трудовых ресурсов, экономии и бережливости, повышению эффективности производства. Главное направление в экономном и рациональном потреблении металла, цемента и других строительных материалов работники заводов сборного железобе-

тона треста Магнитострой видят в постоянном совершенствовании технологии производства, применении прогрессивных технических решений и внедрении новой техники.

Основное внимание на заводах сборного железобетона треста уделяется повышению производительности труда. В 1987 г. рост ее должен составить 7,3%. Добиться такого результата здесь намечено за счет внедрения новой техники, технологии, прогрессивных материалов, путем повышения заводской готовности изделий, уровня механизации, улучшения организации труда на основе коллективного подряда.

Строительно-монтажные управления треста осуществляют большой объем бетонных работ. Так, в настоящее время на строительстве широко внедряются свайные фундаменты, устройство которых раньше сдерживалось из-за отсутствия эффективного сваебойного оборудования. Немало в тресте делается для снижения затрат ручного труда. Так, оперативно осваиваются 15 комплектов инвентарной металлической опалубки «Монолитстрой». Для укрупнительной ее сборки, мелкого ремонта и оснащения нагревателями в составе СУ-3 организован опалубочный участок. Заметно сокращается применение деревянной опалубки.

Для изготовления бетонной смеси, предназначенной к использованию на строительстве кислородно-конвертерного цеха, смонтирован автоматизированный бетонный узел М-1. Транспортировка и укладка бетона осуществляется с помощью механизированных комплексов, в составе которых автобетоносмесители и автобетононасосы. В текущем году здесь предстоит уложить 85 тыс. м³ бетона.

Для повышения удобоукладываемости бетонных смесей с 1986 г. в тресте во всех подразделениях применяется суперпластификатор С-3. В этом году с его применением будет уложено более 40 тыс. м³ бетона. В тресте намечено осуществить мероприятия по организации эффективного прогрева бетона в зимнее время. С этой целью в СУ-8 налажено производство асбестоцементных плиточных нагревателей. Щиты опалубки на специальном участке оборудуются нагревателями и в готовом виде поступают на строительные площадки.

Совместно со специалистами МИСИ им. В. В. Куйбышева в тресте ведутся работы по внедрению метода интенсивного разогрева бетона паром в миксерах и с применением электроэнергии.

Наряду с индустриализацией работ по возведению монолитных, бетонных и железобетонных конструкций в тресте возросло производство сборных конструкций. Так, впервые на объектах кислородно-конвертерного цеха для устройства троллейных тоннелей применены сборные С- и Г-образные элементы массой 25 т.

Как показывает опыт работы подразделений треста Магнитострой на коллективном подряде, здесь предстоит еще немало сделать для активизации усилий тружеников заводов ЖБИ-1, ЖБИ-2 и КПД с целью налаживания поставок товарного бетона и железобетонных конструкций в соответствии с графиками, скорейшей модернизации устаревшего формовочного оборудования, внедрения новых технологических разработок.

Коллективный подряд стал действенным средством наращивания объемов выполняемых работ, существенного повышения производительности труда. Переход на этот прогрессивный метод способствует активизации человеческого фактора, успешному выполнению напряженной строительной программы юбилейного года. Об этом свидетельствуют достижения передовиков и новаторов строительного производства. Образцы ударного труда на строительстве Магнитогорского металлургического комбината демонстрируют комсомольско-молодежная бригада плотников-бетонщиков Н. И. Силкина, бригада арматурщиков с завода ЖБИ-1

П. В. Юзяка и многие другие. В социалистическом соревновании за приз им. Первостроителей Магнитки лидирует бригада Н. И. Силкина. За одну ударную неделю труженики бригады приняли и уложили в основание фундамента кислородно-конвертерного цеха 930 м³ бетона.

На многих промышленных предприятиях трестов и ДСК, перешедших на коллективный подряд, получены хорошие результаты. Эти коллективы оказались менее подвержены неблагоприятным внешним факторам, что подтвердилось в суровые январские дни текущего года. Так, Главвладимирстрой, где все 7 трестов и Владимирский ДСК переведены на коллективный подряд, перевыполнил программу января. Многие соседние строительные организации, работающие по-старому, с планом этого месяца не справились.

В Главвладимирстрое в январе объем работ, по сравнению с прошлым годом, возрос на 4%, а производительность труда — на 8,7%. Широкое внедрение принципов подряда, а также экономических рычагов и стимулов, предусмотренных новым хозяйственным механизмом, позволяет успешно накапливать ресурсы и осуществлять переход на новые ставки и оклады.

С 1 марта 1987 г. на ударную восьмимесячную вахту по достойной встрече 70-летия Великого Октября встали труженики двух крупных подразделений Главомскстроя — треста КПД и ДСК. В этих подразделениях главка полным ходом идет перестройка хозяйственного механизма. На базе этих организаций создано производственное строительно-монтажное объединение индустриального домостроения. Здесь трудятся по методу коллективного подряда.

За первый квартал 1987 г. коллективом объединения освоено 19,56 млн. р. при плане 19,07 млн. р. Широкую поддержку и распространение получила здесь инициатива бригады Заслуженного строителя РСФСР Е. К. Романовой, взявшей обязательство выполнить план двух лет двенадцатой пятилетки к 7 ноября 1987 г.

Одна из важных проблем, которую должны решить заводские коллективы промышленных предприятий объединения, — это повышение качества продукции. Достичь резкого улучшения качества можно здесь лишь путем оперативной реконструкции предприятий, модернизации оборудования. Так, на заводе сборного железобетона № 2 используются устаревшие кассеты с деформированными рубашками и вибролистами. Плохо здесь налажен ремонт оборудования. Бригада из 28 слесарей-ремонтников не успевает отлаживать и регулировать оборудование в 360 отсеках предприятия. По мнению начальника ОТК завода А. И. Слабунова, низка еще на заводе и профессиональная подотвленность формовщиков. Это одна из причин низкого качества продукции, выпускаемой заводом.

В плане строительных работ текущего года выделены два приоритетных направления: строительство жилья и объектов социально-культурной сферы, а также предприятий машиностроения. Предусмотрено ввести в эксплуатацию жилые дома общей площадью 126 млн. м², что на 9 млн. м² больше, чем было намечено пятилетним планом. Для успешного решения важной социальной программы пятилетки необходимо осуществить мероприятия по улучшению использования имеющихся мощностей и развитию соответствующей производственной базы.

В деле перевооружения промышленных предприятий интересен опыт строителей Главомскстроя. Так, здесь заключен договор о содружестве в социалистическом соревновании на техническом перевооружении завода КПД и строительной базы Союзлифтмонтажа. Договор подписали представители коллективов главка, субподрядных организаций, Минмонтажспецстроя СССР, снабженческих, проектных, транспортно-организационных и предприятий строительной индустрии и промышленности строительных материалов. Цель договора — обеспечить ускоренное развитие жилищного строительства в Томске и Томской области.

На основе делового содружества, слаженной работы всех участников строительства предусмотрено обеспечить ввод в действие мощностей завода КПД по выпуску 300 тыс. м³ железобетонных конструкций и деталей в год, реализовать план работ по техническому перевооружению производственного корпуса завода КПД на сумму 317 тыс. р., на базе Союзлифтмонтажа выполнить объем строительно-монтажных работ на сумму 672 тыс. р. и сдать все запланированные объекты в срок.

В договоре конкретно указываются те объемы, которые предстоит реализовать на заводе КПД. Так, предусмотрено закончить во втором квартале 1987 г. все работы во втором пролете производственного корпуса по выпуску санитарно-

технических кабин и лифтовых шахт, к 7 ноября завершить сооружение бетоносмесительного отделения, осуществить реконструкцию первой очереди нижнего полигона для выпуска свай и др.

Интенсификация строительного производства требует сегодня оперативного решения вопросов проектирования и поставки конструкций на строительные площадки в строгом соответствии с графиками. Определенных успехов в этом деле добились специалисты Томского завода ЖБК-100. За последние годы на этом заводе устаревшее оборудование заменено современным высокопроизводительным, внедрено кассетное производство, пропаривание изделий осуществляется в новых камерах ямного типа с эффективным утеплителем. Осуществлена реконструкция формовочных цехов, проведена модернизация конвейерных линий, внедрены десятки эффективных разработок и рационализаторских предложений.

Ежегодно на заводе ЖБК-100 осваивается 7...10 новых видов железобетонных конструкций. Переход на выпуск прогрессивных изделий происходит без снижения объемов производства. Все конструкции проходят натурные испытания на надежность.

В настоящее время особенно актуальны такие направления научно-технического прогресса, которые сберегают труд и материалы. В строительстве еще низка доля материалосберегающих конструкций и технологий. Одно из важных требований современного научно-технического прогресса — это активное развитие тех видов производства, которые способствуют экономии трудовых затрат, сырья, материалов и энергии. Большая роль в этом деле принадлежит науке.

На Томском заводе ЖБК-100 совместно со специалистами Томского ИСИ освоены и внедрены эффективные преднапряженные двухскатные балки пролетом 12 и 18 м, при производстве которых расход металла снижен на 15%. Выпускаются также комплексные плиты покрытый с эффективным утеплителем размером 3X6 и 3X12 м. Применение их при устройстве кровли в два раза сокращает трудовые затраты и на 13% снижает стоимость.

Впервые в Томске при строительстве цеха для перекрытия машинного зала применены панели-оболочки КЖС размером 3X18 м. Панели были изготовлены и испытаны на заводе совместно со специалистами кафедры строительных конструкций Томского ИСИ. Применение панелей-оболочек дало значительный экономический эффект. Так, только за один монтажный прием перекрывается площадь в 54 м², расход металла снижается на 25%, исключается применение ферм.

Следует отметить, что при освоении панелей-оболочек специалистами завода и Томского ИСИ были использованы рекомендации НИИЖБ Госстроя СССР.

На Томском заводе КПД в содружестве со специалистами Томского ИСИ внедрены новые высокоэффективные составы бетона, позволяющие экономить от 30 до 60 кг цемента на 1 м³ бетонной смеси. Новизна разработки заключается в том, что при подборе состава бетона обеспечиваются такие обоснованные соотношения компонентов, которые позволяют получать смесь с малой межзерновой пустотностью, требующей меньшего количества вяжущего материала.

На заводе КПД оперативно освоили новые составы бетонов. В результате только за три месяца здесь сэкономлено 600 т цемента. На 1987 г. заводчане наметили достичь экономии цемента в размере 3 тыс. т.

Большие планы по реконструкции действующего завода КПД и строительству нового завода ЖБИ намечены в тресте Уралвострой. Для выполнения программы жилищного строительства здесь предусмотрено на базе завода КПД и СУ-4 создать ДСК. К 1990 г. мощность завода ЖБИ должна составить более 60 тыс. м³ сборного железобетона в год. Одновременно со строительством нового завода будет осуществляться постоянное расширение завода КПД. Так, уже в этом году за счет реконструкции намечено превзойти плановый показатель выпуска продукции на 5 тыс. м³ железобетонных конструкций и изделий. Это позволит строителям треста возвести дополнительно три жилых дома. Следует отметить, что выпуск дополнительного объема продукции намечен за счет сэкономленного цемента.

Результаты работы многих строительных коллективов и промышленных предприятий страны в юбилейном году свидетельствуют о том, что наибольших успехов добиваются там, где осуществляются прогрессивные организационно-технические мероприятия, техническое перевооружение и совершенствование процессов производства, где успешно внедряется коллективный подряд.

Проблема замены металла железобетоном в машиностроении

В условиях интенсификации народного хозяйства и повышения эффективности общественного производства особенно важны экономия металла в производстве продукции машиностроения, снижение металлоемкости машин и оборудования.

Одним из эффективных направлений экономии металла в машиностроении является замена его неметаллическими и композиционными материалами.

В последние годы в качестве заменителя металла в производстве машин, оборудования и приборов используют бетон и железобетон. Например, в энергетическом машиностроении железобетон (бетон) применяют для изготовления спиральных камер мощных водонапорных гидравлических турбин, в животноводческом машиностроении — для изготовления опор, плит, оснований, грузов различного оборудования для животноводства и кормопроизводства.

Железобетонные элементы машин и оборудования имеют по сравнению с металлическими технические и экономические преимущества. Одним из основных является экономия металла. Так, расход металла при замене чугунных фундаментных плит насосов и компрессоров железобетонными конструкциями снижается на 85...90%, при изготовлении станин станков — в 2...3, прессов — в 2...4 раза. В среднем на 1 м³ железобетона в машиностроении высвобождается 1,5...2 т чугуна или 1,8 т проката черных металлов.

Другим преимуществом замены металла железобетоном в машиностроении является снижение трудоемкости изготовления деталей и конструкций, так, в производстве опорных плит насосов и компрессоров в 1,5...2 раза, станин станков — на 10...20%, станин прессов — в 2...3, грузов и противососов — в 4...10 раз.

Замена металла железобетоном является фактором экономии капитальных затрат в добывающих и производящих

эти материалы отраслях. Так, если удельные капиталовложения в сырьевые отрасли составляют на 1 т чугуна 500 р., то в производство цемента — 76 р., в добычу заполнителей — 6...10 р. на 1 м³ продукции. Капиталовложения в производство 1 т чугуна составляют 1450 р., а 1 м³ железобетонных конструкций — 120 р.

При замене металлических элементов машин и оборудования железобетонными улучшаются демпфирующие характеристики, так как поглощение энергии вибраций в железобетонных конструкциях в 5 раз выше, чем у металлических; повышается точность станков с железобетонными станинами по сравнению с металлическими, особенно сварными из проката; появляется возможность изготовления более мощных прессов; улучшаются условия труда рабочих; появляется возможность безфундаментной установки агрегатов на месте их эксплуатации, что позволяет экономить до 80% бетона и при этом снизить трудоемкость работ.

Экономический эффект от замены металла железобетоном, например, при изготовлении одного пресса усилием 5000 тс составляет 729 тыс. р., усилием 1000 тс — 21,2 тыс. р., насоса модели АХ-280/42 — 77,6 р., токарного станка — более 1 тыс. р., продольно-фрезерного станка — 4,4 тыс. р.

Однако машиностроительные министерства недостаточно внимания уделяют замене металла железобетоном (бетоном) и не полностью используют имеющиеся резервы экономии металла. Так, лишь по незначительной части предприятий определена номенклатура продукции с возможным использованием деталей из железобетона (бетона): в Минэнергомаше СССР по трем предприятиям, в Минстанкопроме СССР — по 6, в Минприборе СССР — по 2, в Минжелезмаше СССР — по 9, в Минлеглишемаше СССР — по 6 предприятиям.

Проведенные НИИЖБом исследования выявили широкую номенклатуру

машин и оборудования, в конструкциях которых можно использовать железобетонные элементы вместо металлических. Рекомендуется изготавливать из железобетона (бетона, бетонополимера, полимербетона, гранитана, синтегранта и других разновидностей этих материалов) следующие элементы машин, оборудования, приборов, агрегатов:

в энергетическом машиностроении — постаменты тягодутьевых машин, фундаментные рамы нагнетателей, компрессоров, мельниц, порталы водогрейных котлов, дымососов;

в тяжелом машиностроении — станины прессов, прокатных станов, тяжелых станков;

в химическом машиностроении — фундаментные плиты насосов, компрессоров, опоры колонных аппаратов, сушилок, линий выделения и сушки каучуков, отжимных и сушильных машин, стойки кристаллизаторов, рамных фильтр-прессов и других видов оборудования;

в станкостроении — станины станков, прессов, стойки и тумбы деревообрабатывающих станков;

в приборостроении — платформы автомобильных и железнодорожных весов;

в сельскохозяйственном машиностроении — каркасы зерноочистительных агрегатов, зерноочистительно-сушильных комплексов, платформы авто- и вагоноразгрузчиков;

в машиностроении для животноводства и кормопроизводства — трубы универсальных транспортеров, бужеры для хранения кормов, днища и корыта групповых автопоилок, резервуары комплектов водопойного оборудования, гильзы, корпуса, патрубки насосных станций, рамы, опоры, плиты оборудования для прессования кормов, опоры агрегатов для приготовления травяной муки, рамы дробилок, котлов парообразователей, ограждения комплексов по выращиванию и откорму свиней, противососы фронтальных погрузчиков,

грузы транспортеров, косилок — плющилок, грузы и шкивы пастбищных и ленточных водоприемников и др.;

в строительно-дорожном машиностроении — рамы вентиляторов, грузы, противовесы кранов, лифтов, экскаваторов;

в машиностроении для легкой и пищевой промышленности — рамы, ножевые валы мездрильных машин, вакуумных сушилок, корпуса, траверсы, столы, рамы прессов, станины, нажимные плиты пастеризационно-охладительных установок, станины различных станков и машин.

В целом, резервы применения железобетонных, бетонных и тому подобных неметаллических материалов в машиностроении оцениваются в 1 млн. м³ в год, что позволит высвободить более 1,5 млн. т металла и направить его на производство дополнительной продукции машиностроения.

Реализация резервов экономии металла требует организации серийного производства железобетонных (бетонных) деталей и конструкций для машиностроения.

В настоящее время железобетонные опорные конструкции и другие детали машин и оборудования выпускают Свердловский экспериментальный завод технологических изделий Минлесбумпрома СССР, ПО Мосспежжелезобетон Мосгорисполкома, Орловский комбинат крупных панелей Минсевзапстроя, Курский завод Спецэлеватормельмаш Минхлебопродуктов СССР. Менее ответственные детали (грузы, противовесы) изготовляют различные предприятия строительных министерств. Указанные предприятия не могут удовлетворить имеющуюся и тем более перспективную потребность в железобетонных деталях машин и оборудования.

Опыт изготовления деталей машин и оборудования из железобетона выявил ряд специфических особенностей. Эта продукция характеризуется широкой номенклатурой при ограниченной тиражности, высокой точностью, большим числом фигурных закладных деталей, требующих механической обработки, специфическими свойствами бетонов и изготовлением соответствующей оснастки и металлических форм.

При производстве железобетонных деталей машин имеются некоторые трудности: для предприятий строительства — это изготовление форм, оснастки и закладных деталей, а для предприятий машиностроения — проектирование форм, железобетонных элементов машин и их изготовление.

Указанные особенности затрудняют организацию производства в необходимых объемах деталей машин и оборудования из железобетона для машиностроения на неприспособленных для этого предприятиях строительных министерств, а также системы надежной комплектации машиностроительных министерств этими деталями.

Анализ организации производства железобетонных (бетонных) деталей и конструкций машин и оборудования показал, что для серийного производства железобетонных опорных конструкций и базовых элементов машин и оборудования целесообразно создавать специализированные предприятия полумашиностроительного, полустроительного профиля, которые должны наряду с железобетонными деталями машин изготавливать металлическую оснастку и закладные детали, а также проводить проектные работы. Эти комплексные предприятия, размещенные по регионам, могут обеспечить производство наиболее серийных и простых по конструкции опорных элементов машин и оборудования. Организацию таких предприятий целесообразно начать в Московском регионе, в БССР, на Урале.

Целесообразно создать специализированные цехи и участки по производству железобетонных конструкций и элементов машин и оборудования не-

посредственно при машиностроительных предприятиях и в объединениях. Это касается, прежде всего, станко-, пресостроения и тяжелого машиностроения. Это предложение подтверждается положительным опытом некоторых зарубежных фирм, изготавливающих железобетонные станины станков непосредственно на машиностроительных предприятиях.

Железобетонные конструкции уникального, тяжелого и специального оборудования, например, прокатных станов, литейных машин, уникальных прессов и станков, энергетического оборудования иногда можно изготавливать непосредственно по месту его установки или на приобъектных участках.

Для выявления резервов замены металла железобетоном, обмена опытом в проектировании оснастки и железобетонных конструкций машин и оборудования машиностроительным министерствам следует мобилизовать отраслевые научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические институты, предусмотреть в них специальные подразделения. Координация работ по дальнейшему внедрению железобетона в машиностроении осуществляется НИИЖБ Госстроя СССР, головным институтом по этому вопросу.

УДК 691.327:666.974.2

К. Д. НЕКРАСОВ, д-р техн. наук, проф., А. П. ТАРАСОВА, Н. П. ЖДАНОВА, кандидаты техн. наук (НИИЖБ); Т. А. ЛЮТИКОВА, канд. техн. наук (МХТИ); А. Р. КРИВОБОРОДОВ, инж. (НИИЦемент)

Пути экономии высокоглиноземистого цемента

Жаростойкие бетоны находят в настоящее время все большее применение для строительства различных тепловых агрегатов как в СССР, так и за рубежом.

Одним из наиболее перспективных вяжущих для жаростойких бетонов является высокоглиноземистый цемент. Он имеет высокую огнеупорность (более 1700°C), в процессе нагревания до высоких температур обладает стабильными физико-механическими свойствами; по химическому составу состоит из наиболее устойчивых к различным агрессивным средам оксидов алюминия и кальция, при этом содержание оксида

алюминия составляет примерно 65... 75%, а оксида кальция — 25... 35%. В минералогическом отношении высокоглиноземистые цементы представлены диалюминатом кальция (~40%), моноалюминатом кальция (~60%), а также оксидом алюминия (5... 10%).

Одним из основных требований к высокоглиноземистому цементу как вяжущему для жаростойких бетонов, устойчивых в условиях одновременного действия температуры и агрессивных газов CO и H₂, является отсутствие оксидов кремния и железа.

Получение высокоглиноземистого цемента с требуемым химическим составом

вом представляет определенные трудности, так как для его производства используют чистые и сверхчистые известняки и технический глинозем. В связи с этим стоимость его довольно высокая. Опыт производства высокоглиноземистого цемента на Подольском опытно-заводе НИИЦементов показал, что стоимость 1 т такого цемента, изготовленного из чистых известняков и технического глинозема, составляет 820 р.

В то же время на основе высокоглиноземистого цемента разработаны жаростойкие бетоны различной номенклатуры, используемые для футеровок реакторов и конвертеров производства метана, тепловых агрегатов прямого получения железа, скоростных горелок, термообработки стальных листов и т. д. Несмотря на высокую стоимость вяжущего, применение жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе для футеровки указанных агрегатов вместо традиционных штучных огнеупоров дает значительный экономический эффект.

Разработанные составы жаростойких бетонов на основе высокоглиноземистого цемента и клинкерного заполнителя использовали на Воскресенском ПО Минудобрений для футеровки конвертера низкого давления и получения аммиака вместо обычного шамотного огнеупора. Полученный годовой экономический эффект составил 205 тыс. р. благодаря увеличению рабочего пространства конвертера, уменьшению потери аммиака из-за большей плотности футеровки и обеспечению чистоты производимого газа.

На Оскольском электрометаллургическом комбинате легкие жаростойкие бетоны на высокоглиноземистом цементе с перлитовым заполнителем использовали для футеровки трубопроводов, шахтных печей и других агрегатов вместо аналогичных бетонов фирмы «Хими Лурги» (ФРГ). Экономический эффект от его внедрения составил 340 тыс. р.

Приведенные примеры свидетельствуют о высокой эффективности жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе.

Широкое применение различных составов жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе сдерживается дефицитностью цемента и его высокой стоимостью.

Разработка новых видов высокоглиноземистого цемента с использованием различных алюмосодержащих отходов металлургических и химических производств, например, шлаков алюмино-термического производства феррохрома и ферротитана, шлаков при получе-

№ состава	Предел прочности на сжатие, МПа, после				
	твердения в течение		сушки при 110°С	нагревания до	
	1 сут	3 сут		800°С	1200°С
1	22	41	51	30	20
2	23	50	52	33	21
3	25	50	53	34	21
4	24	50	54	30	20
5	21	40	50	31	19

нии этилбензола, отработанных катализаторов ИМ-2201 и др. позволит уменьшить его стоимость. Такие работы ведутся в НИИЦементе, МХТИ им. Д. И. Менделеева, НИИЖБ, УралНИИСтромпроект и др.

На основе высокоглиноземистых цементов из отходов промышленности получены жаростойкие бетоны, которые широко применяют для футеровки тепловых агрегатов различных отраслей промышленности (сводов фосфорных печей, футеровки вагонок туннельных печей и т. д.). Стоимость высокоглиноземистых цементов, полученных, например, из шлаков алюминотермического производства феррохрома составляет 220, а ферротитана — 200 р. за 1 т. Практически это в 3...4 раза дешевле стоимости цемента, полученного из чистых скидов.

Однако высокоглиноземистые цементы из отходов промышленности обычно имеют примеси, которые исключают возможность их использования для футеровок тепловых агрегатов с агрессивной водородной и углеродосодержащей средой. В связи с этим экономичное использование высокоглиноземистых цементов, отличающихся высокой чистотой, остается одной из основных проблем.

Для получения жаростойкого бетона с высокими физико-механическими свойствами в температурном интервале 20...1200°С расход высокоглиноземистого цемента составляет 600...500 кг/м³.

Задачей работы авторов явилось снижение расхода цемента в жаростойком бетоне без ухудшения его свойств.

В составы жаростойкого бетона на особо чистом высокоглиноземистом цементе с корундовым заполнителем вводили 0,3...0,6 кг активной добавки на 1 м³ бетона по массе. При этом расход высокоглиноземистого цемента составлял 558...426 кг (составы 1...4). Для сравнения были изготовлены образцы жаростойкого бетона без добавки с расходом цемента 599 кг на 1 м³ (состав 5). Подвижность бетонной смеси для всех составов была постоянной и составляла 1 см по стандартному конусу.

Образцы испытывали на прочность

при сжатии после 1 и 3 сут твердения в нормальных условиях, а также после сушки их до постоянной средней плотности при температуре 105...110°С и нагревания до 800 и 1200°С.

Из таблицы видно, что введение активной добавки обеспечивает заданную подвижность бетонной смеси при меньшем расходе цемента, т. е. она обладала пластифицирующими свойствами. Наряду с этим она ускоряет процесс твердения, так как прочность после 1 сут нормального твердения для жаростойких бетонов с активной добавкой несколько увеличивается. Повышение прочности сохраняется после 3 сут нормального твердения, высушивания при 110°С и нагревания до 800°С. После воздействия температуры 1200°С прочность жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе с активными добавками находится практически на уровне прочности такого бетона без добавок. При введении активной добавки расход цемента на 1 м³ жаростойкого бетона уменьшается на 180 кг/м³. Это обеспечивает экономический эффект 227 р. на 1 м³ бетона.

Жаростойкий бетон на высокоглиноземистом цементе имеет высокую прочность, особенно после высушивания до постоянной средней плотности, составляющую примерно 50 МПа. Для футеровок тепловых агрегатов не всегда требуется столь высокая прочность, и экономия цемента может быть достигнута и без введения активных добавок. Для обеспечения плотности жаростойкого бетона в этом случае необходимо использовать тонкомолотые высокоогнеупорные добавки, которые не взаимодействуют с высокоглиноземистым цементом и не влияют отрицательно на процессы твердения.

В этом случае расход высокоглиноземистого цемента можно снизить на 10...20%, т. е. вместо предусмотренных нормами 400 кг/м³ расход цемента составит 320...360 кг/м³, что дает экономический эффект 30...60 р. на 1 м³.

Выводы

Так как высокоглиноземистый цемент выпускают в ограниченном объеме, его экономия имеет большое практическое значение и позволяет не только снизить стоимость жаростойкого бетона, но и расширить области его применения в практику строительства.

Экономия высокоглиноземистого цемента достигается при разработке его новых видов на основе отходов различных отраслей промышленности, при введении активных и специальных тонкомолотых высокоогнеупорных добавок.

УДК 624.072.2.012.35

Л. И. ИОСИЛЕВСКИЙ, д-р техн. наук, проф., Н. В. ШИШОВА, инж. (МИИТ);
Л. И. КОНОВАЛОВ, инж. (Подпорожский завод МЖБК)

Оценка качественных характеристик пролетных строений заводского изготовления

Качество мостовых железобетонных конструкций и, в частности балочных преднапряженных пролетных строений, включает много факторов, требующих тщательного контроля. Целью данной статьи является анализ двух факторов, позволяющих интегрально оценить соответствие характеристик изготавливаемых в заводских условиях преднапряженных пролетных строений проектным данным. Первым является анализ контролируемых напряжений в преднапряженной арматуре, вторым — прочностных характеристик бетона в момент обжатия и на 28-е сут хранения в производственных условиях.

Бесспорно, что фактически создаваемое натяжение арматуры является одной из главных качественных характеристик преднапряженной конструкции, поэтому контроль за ней ведется на заводах мостовых железобетонных конструкций (МЖБК) постоянно и достаточно тщательно. В [1] приведены данные о распределении контролируемых напряжений на различных заводах МЖБК до 1980 г. Необходимо заметить, что практически на всех заводах МЖБК натяжение арматурных пучков производили поодиночке, и лишь на Киевском было внедрено групповое натяжение. Это незамедлительно сказалось на понижении коэффициента вариации $V_{н.к}$ от 0,103 до 0,053.

$$V_{н.к} = \frac{\widehat{\sigma}_{н.к}}{\bar{\sigma}_{н.к}},$$

где $\bar{\sigma}_{н.к}$ — среднее напряжение, $\widehat{\sigma}_{н.к}$ — стандарт, характеризующий разброс значений.

В конце 1984 г. на Подпорожском заводе МЖБК начали изготавливать опытную серию преднапряженных балочных пролетных строений с частичным обжатием бетона, запроектированных Ленгипротрансмостом совместно с МИИТом. К настоящему моменту изготовлено 340 балок Б26-27 м. Конструкции армировали крупными арматур-

ными пучками по 44...46 проволок диаметром 5 мм в каждом, что позволило применить групповое натяжение. Контроль за натяжением осуществляли тензодатчиками и манометрами домкратов. Анализировали данные по 660 измерениям (220 пучков — 55 балок). На рис. 1 приведены гистограммы распределения контролируемых напряжений для отдельных пучков и для средних напряжений в каждой балке, аппроксимированные нормальным законом распределения при высоком соответствии по критерию согласия Пирсона $P(\chi^2) = 0,56 \dots 0,86 > 0,05$ с плотностью вероятности

$$f(\sigma_{н.к}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\widehat{\sigma}_{н.к}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(\sigma_{н.к} - \bar{\sigma}_{н.к})^2}{\widehat{\sigma}_{н.к}^2}}$$

Статистический разброс контролируемых напряжений в отдельных пучках характеризуется коэффициентом вариации $V_{н.к}^п = 0,052$, а в балках — $V_{н.к}^б = 0,026$. Факт падения разброса значений $\sigma_{н.к}$ в балках по сравнению с разбросом в отдельных пучках отмечен и в [1], где $V_{н.к}^б = 0,019 \dots 0,053$. Сравнение характеристик распределений контролируемых напряжений в пучках

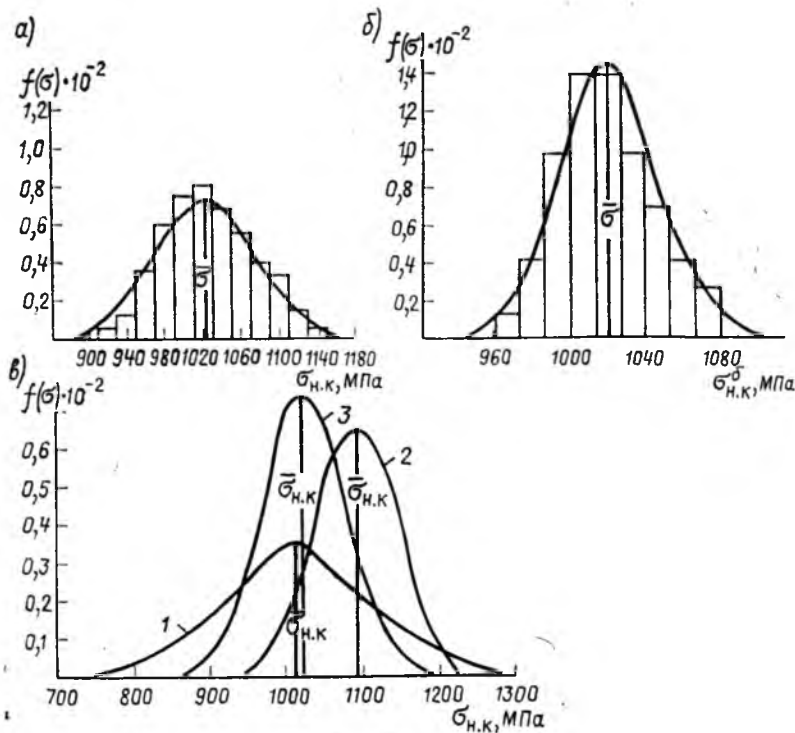


Рис. 1. Распределение контролируемых напряжений в арматуре

а — в отдельных пучках при $n=220$; $\bar{\sigma}_{н.к}^п = 1024,8$ МПа; $V_{н.к}^п = 0,052$; $P(\chi^2) = 0,86 > 0,05$; б — в балках при $n=55$; $\bar{\sigma}_{н.к}^б = 1024$ МПа; $V_{н.к}^б = 0,026$; $P(\chi^2) = 0,62 > 0,05$; в — в пучках на Подпорожском (1, 3) и Киевском (2) заводах МЖБК; 1 — $n=36$; $V=0,103$; 2 — $n=160$; $V=0,053$; 3 — $n=220$; $V=0,052$.

для Подпорожского и Киевского заводов МЖБК в 1967 и 1985 гг. показало, что при использовании группового назначения значения $V_{н.к}$ практически совпадают.

Вторым фактором, подвергающимся тщательному контролю, является прочность бетона в момент обжатия $R_{обж}$ и на 28-е сут хранения в производственных условиях R_{28} . До выхода в свет СНиП 2.05.03—84 проектировщики оперировали понятием марки бетона. Существующий нормируемый коэффициент вариации прочности бетона $V_6 = 0,135$ [1] в последние 20 лет имеет отчетливую тенденцию к уменьшению, т. е. к улучшению однородности бетона, а следовательно, и качества его $V_6 = 0,035—0,091$ [1]. Однако ни в расчетах, ни тем более на заводах при изготовлении конструкций это не учитывали. Введение в действие ГОСТ 18105.0—80... ГОСТ 18105.2—80 потребовало обязательного статистического контроля прочности бетона, т. е. определения его характеристик распределения \bar{R} , \bar{R} , V . Отмена понятия марки и введение класса [2] — величины нормативной кубиковой прочности с обеспеченностью 0,95 — открывают пути для экономии бетона. Это позволяет изготовителям при знании коэффициента вариации уменьшать среднюю прочность бетона при сохранении нормативной, а проектировщикам — повышать расчетный класс до того, который в состоянии обеспечить заводы МЖБК.

На рис. 2 приведены характеристики распределения прочности бетона по данным Подпорожского завода МЖБК для балок Б26-27 м. Гистограммы, построенные по результатам испытаний 1250 кубиков с ребром 15 см, аппроксимированы нормальным законом распределения с $P(\chi^2) = 0,65 \dots 0,90$. Характеристики прочности бетона при наблюдении в течение года остаются относительно постоянными: $V_{обж} = 0,072$; $V_{28} = 0,04$. Разница между фактическим и проектным классами бетона значительна: $B_{пр}^{28} = 35$; $B_p^{28} = 43$ МПа. Превышение реального класса отражается и на надежности оценки минимальной прочности бетона t_p

$$t_p = \frac{1-k}{V_6}$$

где k — коэффициент однородности бетона.

При $k^{норм} = 0,65$ и $V_6^{норм} = 0,135$ $t_p = 2,6$, что соответствует обеспеченности расчетного сопротивления $p = 0,998$. Если полагать $V_6 = V_6^p$ и определить фактический коэффициент однородно-

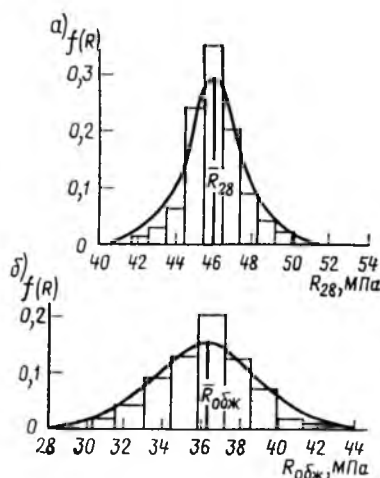


Рис. 2. Распределение прочностей бетона

а — в момент обжатия при $n=191$ (573 кубика): $R_{28}=460$ МПа; $V_{28}=0,04$; $P(\chi^2)=0,68 > 0,05$; б — на 28-е сут при $n=220$ (660 кубиков): $R_{обж}=36,2$ МПа; $V=0,072$; $P(\chi^2)=0,83 > 0,05$

сти бетона, то получим $k_{обж} = 0,81$, $k_{28} = 0,9$, при этом надежность проектной нормативной прочности бетона

$$t_{обж}^H = 4,10; \quad t_{28}^H = 5,98,$$

УДК 624.016.5:69.059.22:550.346

А. А. ГРЕБЕНИК, В. В. ТРЕФИЛОВ, инженеры (КТБ НИИЖБ)

Поведение конструкций зданий при землетрясении в Кишиневе

После землетрясения 31 августа 1986 г. сотрудниками НИИЖБа были осмотрены промышленные и административные здания, выполненные из конструкций серий ИИС-20, ИИС-04 (вып. 1), а также одноэтажные промздания с железобетонными колоннами и стропильными конструкциями покрытия из балок и ферм разных серий.

Из конструкций серии ИИС-20 осмотрено семь зданий различного назначения. В двух трехэтажных зданиях повреждены стыки колонн на втором этаже, которые были выполнены с браком без зачеканки раствором зазора между торцами. Стыки колонн замонументированы бетоном некачественно: имелись большие раковины, заделанные впоследствии раствором низкой прочности.

а проектной расчетной прочности

$$t_{обж}^P = 7,53; \quad t_{28}^P = 12,64.$$

Такие результаты свидетельствуют о явных расхождениях между характеристиками бетона, закладываемыми в расчеты, получаемыми непосредственно при изготовлении конструкций.

Наряду с анализом прочностных характеристик балок Б26-27 м на Подпорожском заводе МЖБК проводили подобный анализ по балкам Б21, Б33 и Б24 м, изготавливаемым на Подпорожском, Дмитровском, Днепропетровском и Батайском заводах МЖБК. Коэффициенты вариации при этом имеют следующие значения: $V_{обж} = 0,072 \dots 0,031$, $V_{28} = 0,054 \dots 0,022$.

Предлагаемый метод статистической оценки качественных характеристик можно использовать практически на всех заводах МЖБК треста Мостожелезобетонконструкция.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чирков В. П. Вероятностные методы расчета мостовых железобетонных конструкций. — М.: Транспорт, 1980. — 134 с.
2. О переходе от марок к классам бетона по прочности / Ю. П. Гуца, М. И. Бруссер, М. Б. Красовский, В. М. Скубко // Бетон и железобетон. — № 10. — 1985. — С. 39—40.

В двух других трехэтажных зданиях повреждены колонны. В одном из них колонна сечением 400×400 мм, расположенная у температурного шва, получила повреждение в виде сквозной наклонной под углом 45° трещины, которая пересекает колонну слева направо, далее проходит сверху вниз вдоль арматуры, а затем — справа налево под углом 45° . Длина проекции трещины на вертикальную плоскость составляет около 2 м. На этом участке поставлено всего два вязаных хомута диаметром 8 мм. В другом четырехпролетном здании в трех средних рядах колонн сечением 400×400 мм (14 шт.), расположенных на первом этаже, был раздроблен бетон и потеряна устойчивость продольной арматуры по всей высоте колонн с разрывом хо-

УДК 691.327:539.4

Ю. АОЯГИ, д-р (Ин-т энергетики, Япония); В. Н. САМОЙЛЕНКО, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Прочность и деформативность обычного бетона при нагреве

Обычный бетон применяется при повышенных температурах в защитных конструкциях атомных электростанций, цехах со значительным тепловыделением, дымовых трубах; емкостях для хранения горячих продуктов и т. д. Согласно принятым в Японии нормам на проектирование железобетонных защитных конструкций, допускается температура их нагрева до 175°C при нормальной эксплуатации и до 350°C в аварийных ситуациях. В СНиП 2.03.04—84 температура применения бетона составляет 200...300°C в зависимости от вида конструкции. В настоящее время экспериментально исследованы различные составы бетонов при воздействии повышенных температур, однако полученные данные существенно различаются.

400 и 500°C. При этом определяли прочность бетона на сжатие и растяжение (при помощи раскалывания образцов), модуль упругости, деформации ползучести и усадки бетона и т. д. Для экспериментов использовали цилиндрические образцы диаметром 10, высотой 20 см.

Образец нагревали в электрической печи. Деформации измеряли стержнями, прижатыми к образцу. Перемещения стержней фиксировали тензорезисторами, автоматически снимающими отсчеты с последующей обработкой полученных результатов на ЭВМ. Испытаны образцы из бетона двух составов, отличающихся расходом цемента, В/Ц и, соответственно, прочностью бетона (см. таблицу).

мутов. В некоторых колоннах появились вертикальные трещины, проходящие вдоль арматуры и отделяющие продольную арматуру от тела колонны или же наклонные трещины, подобные описанной выше. Колонны армированы стержнями диаметром 36 мм из стали класса А-П. Шаг хомутов в поврежденных колоннах равен 350...600 мм.

Причиной разрушения колонн в обоих зданиях явилось недостаточное поперечное армирование: большой шаг и малый диаметр стержней хомутов.

Из конструкций серии ИИС-04 осмотрено пять зданий. Каркасы зданий практически не получили никаких повреждений. Из осмотренных зданий только в одном повреждены крепления стеновых железобетонных панелей. Они разогнулись либо оторвались от панелей или колонн из-за отсутствия зазоров между стенами и колоннами каркаса. Было осмотрено четыре одноэтажных промздания, каркасы которых, выполненные из изделий разных типовых серий, показали достаточную надежность при землетрясении. В одном из них подвижкой плит покрытия, поперечные ребра которых были защемлены в массивной продольной перегородке, были оторваны куски от полки верхнего пояса двух балок серии ПК-01-06 в местах опирания плит. В другом здании упала одна ферма и плиты покрытия в торце из-за отсутствия сварки в узле опирания фермы на колонну и вертикальных связей.

Наибольшие повреждения при землетрясении во всех зданиях получили внутренние стены и перегородки. Основной причиной повреждений явилось отсутствие вертикальных и горизонтальных антисейсмических швов между колоннами и перекрытиями.

Обследование промышленных зданий серий ИИС-20, ИИС-04 в Кишиневе после землетрясения показало достаточную надежность каркасов. Причиной большинства повреждений явилось некачественное изготовление конструкций и дефекты их монтажа.

Состав	Расход материалов, кг/м ³					Вовлеченный воздух, %	В/Ц	П/Ц, %	О. К., см	R _в , МПа
	цемент	вода	песок	щебень	пластифицирующая добавка					
1	370	160	789	1103	0,925	3±1	0,43	43,1	8±2,5	40
2	250	162	908	1082	0,625	3±1	0,65	47,0	10±2,5	24

ся. Это вызвано тем, что образцы изготовлены из различных составов бетона и испытаны по различным методикам.

Учитывая актуальность вопроса, в Японии всесторонне изучили свойства бетонов при воздействии высокой температуры. Испытаны составы бетонов, отличающиеся видом цемента (портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый), заполнителем (известняк, песчаник, базальт, андезит, серпентин, доменный шлак, гравий, легкий заполнитель, вспученный сланец), В/Ц (0,26...0,7), содержанием цемента (300...450 кг/м³).

При этом устанавливали влияние на свойства бетона его возраста к моменту нагрева (1 мес ... 1 г.), скорости нагрева образцов (4, 10, 60 и 90°C/ч), продолжительности выдерживания при высокой температуре (20 мин, 1 ч, 0,25, 1, 4,3 мес).

Образцы испытывали при постоянном циклическом нагреве до 100, 200, 300,

Образцы хранили во влажных условиях 28 сут и испытывали в возрасте 2...3 мес. При заданной температуре их выдерживали в течение 10 и 30 сут. Образцы испытывали как в нагретом, так и в охлажденном состоянии. Часть образцов исследовали на циклическое воздействие температуры (1, 10 и 30 циклов нагрева и охлаждения до 100°C).

Экспериментами установлено, что при нагреве бетона выше 300°C интенсивно снижается его прочность (рис. 1). При 500°C она уменьшилась на 31...55% по сравнению с аналогичной характеристикой при нормальной температуре. Прочность нагретого до 400°C бетона на сжатие на 10...22% выше, чем в охлажденном состоянии. При нагреве до 300°C прочности бетона в нагретом и охлажденном состоянии примерно равны. Прочность бетона с В/Ц=0,65 и R_в=24 МПа после нагрева до 400°C на 15...20% меньше прочности в охла-

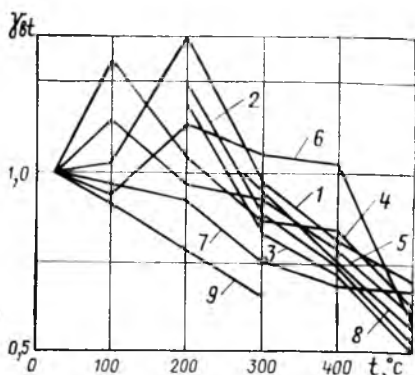


Рис. 1. Влияние температуры на прочность бетона при сжатии

1—3 — 1, 10 и 20 циклов нагрева; 4, 5 — 10 и 30 сут нагрева, испытание в охлажденном состоянии; 6 — 30 сут нагрева, испытание в нагретом состоянии; 7 — состав 2 после 30 сут нагрева; 8 — по формуле $\gamma_{bt} = 0,00195 t_b + 1,544$; 9 — по СНиП 2.03.04—84

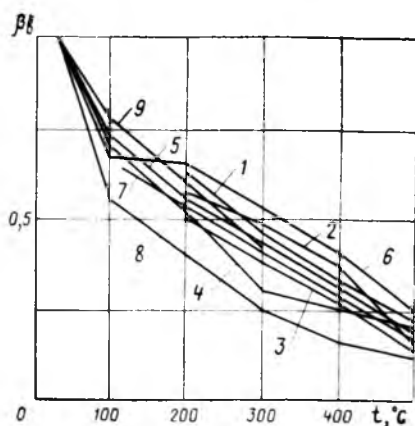


Рис. 2. Влияние температуры на модуль упругости бетона

8 — по формуле $\beta_b = -0,00124 t_b + 0,802$; остальные обозначения см. по рис. 1

денном состоянии по сравнению с бетоном с $V/C=0,43$ и $R_b=40$ МПа (см. таблицу). Поэтому для бетонов, предназначенных для работы при повышенных температурах, рекомендуется применять составы с небольшим V/C ($\approx 0,4$). Для бетонов состава 1 японские специалисты предлагают принимать при нагреве до 280°C $\gamma_{bt} = \frac{R_{bt}}{R_b} = 1$, при более высоких температурах — $\gamma_{bt} = -0,00195 t_b + 1,544$ (t_b — температура нагрева бетона). Принятый в СНиП 2.03.04—84 γ_{bt} несколько меньше (см. рис. 1). Такое расхождение объясняется тем, что нормы распространяются на бетоны любого состава, а, как видно из рис. 1, уменьшение только V/C (состав 2) заметно снижает прочность бетона, нагретого до 300°C . Учитывая, что состав бетона влияет на его прочность при воздействии повышенной температуры, при проектировании сооружений, в которых прочность бетона имеет существенное влияние, следует принимать

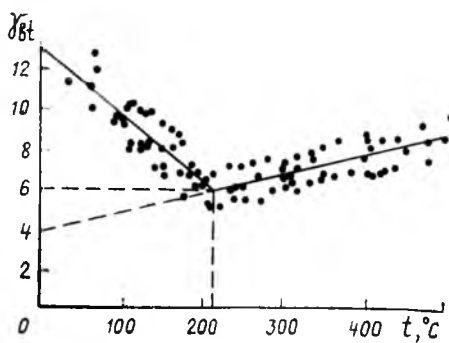


Рис. 3. Влияние температуры на коэффициент температурной деформации бетона
● — опытные данные; — — — момент появления трещин в железобетонных элементах

действительное снижение прочности бетона при воздействии температур, полученное при испытании бетона для конкретного сооружения.

Циклический нагрев и охлаждение образцов до 100°C уменьшают прочность бетона на 5...20% (см. рис. 1). Аналогичное снижение прочности бетона от циклического нагрева принято в СНиП 2.03.04—84.

В результате экспериментов установлено, что повышенная температура более существенно влияет на модуль упругости бетона, чем на его прочность — уже при 100°C E_b снизилась на 32% (рис. 2). При дальнейшем нагреве образцов наблюдалось дальнейшее примерно линейное снижение модуля упругости и при 500°C оно составило 82%. На основании результатов испытаний японские специалисты рекомендуют коэффициент $\beta_b = \frac{E_{bt}}{E_b}$, учитывающий снижение модуля упругости бетона при воздействии температуры, определять по формуле $\beta_b = -0,00124 t_b + 0,802$. При сравнении β_b , полученного в опытах, с величинами по СНиП 2.03.04—84 можно отметить, что для температуры 100 и 200°C экспериментальные значения меньше на 17 и 8%, а при 300°C примерно соответствуют нормам (см. рис. 2). Причина расхождения β_b при 100°C , по данным японских и советских исследователей, очевидно, заключается в различии применяемых методов при установлении модуля упругости бетона в нагретом состоянии. В проведенных испытаниях модуль упругости бетона, нагретого до $200...500^\circ\text{C}$, оказался на 8...23% выше аналогичной характеристики охлажденного бетона после нагрева. После 30 циклов нагрева и охлаждения до 100°C модуль упругости снизился на 5...21% по сравнению с постоянным нагревом (см. рис. 2).

Коэффициент линейной температурной

деформации бетона α_{ot} определяли на балках сечением 20×40 см, изготовленных из бетона состава 1 (см. таблицу). Скорость нагрева образцов принимали равной $4^\circ\text{C}/\text{ч}$. Испытания показали, что при 50°C $\alpha_{ot} = 11 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$. С повышением температуры α_{ot} интенсивно снижается и при 210°C он составлял $6 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$. При дальнейшем повышении температуры до 500°C α_{ot} возрос до $8,7 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$ (рис. 3). Японские специалисты рекомендуют зависимости: при нагреве до 212°C $\alpha_{ot} = (-0,0333 t_b + 13,03) 10^{-6} \text{C}^{-1}$; $> 212^\circ\text{C}$ $\alpha_{ot} = (0,00956 t_b + 3,91) 10^{-6} \text{C}^{-1}$. Приведенные формулы справедливы только для бетона, нагреваемого со скоростью $4^\circ\text{C}/\text{ч}$. Для принятой скорости нагрева СНиП 2.03.04—84 рекомендует величину α_{bt} , заметно отличающуюся от полученной экспериментально (см. рис. 3). Наибольшее расхождение (26%) наблюдается при 200°C .

На основании выполненных испытаний можно рекомендовать в табл. 14 СНиП 2.03.04—84 для состава 1 при 200°C α_{ot} несколько уменьшить, что позволит улучшить совпадение экспериментальных и расчетных величин, а также снизить расчетные температурные усилия в статически неопределенных железобетонных конструкциях.

На ВДНХ СССР

Автоматизация управления режимами твердения

На тематической выставке «Производство новых эффективных строительных материалов и конструкций с использованием ресурсосберегающих технологий» в объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР была показана автоматизированная система управления технологическими режимами твердения бетона в ямных камерах.

Такая система позволяет следить за подъемом температуры, изотермическим прогревом и остыванием изделий. Система позволяет создавать в ямных камерах заданные мягкие режимы твердения бетона, четко следить за временем тепловой обработки конструкций. Все это дает возможность сэкономить до 12...17% теплоты.

Основное технологическое оборудование — щит системы регулирования режимом тепловлажностной обработки.

Система разработана КТБ Мосоргстройматериалы и заводом ЖБИ № 7 Главмоспромстройматериалы совместно с МИСИ им. Куйбышева, а внедрена на заводе железобетонных изделий № 7 производственного объединения «Мосспецжелезобетон» (109432, Москва, Южнопортовая ул. 21).

Прочность и поперечные деформации газосиликатобетона при растяжении методом раскалывания

Разрушение бетона при работе на осевое сжатие начинается вследствие достижения предельных напряжений и деформаций растяжения в поперечном направлении. В материале при определенных напряжениях начинают образовываться микротрещины, величина этих напряжений характеризуется начальной границей микроразрушений [1]. С ростом прикладываемых напряжений микроразрушение структуры идет непрерывно до появления видимых продольных трещин, и лишь после этого бетон полностью разрушается.

Прямых опытов по определению напряжений, при которых в ячеистом бетоне появляются микротрещины, было проведено немного. Поэтому целью данной работы было изучение предела прочности при растяжении, предельных поперечных деформаций и начальной границы микроразрушений R_T^0 структуры газосиликатобетона в зависимости от его средней плотности и вида добавок.

Опытные образцы изготавливали по комплексной вибрационной технологии, а исходные сырьевые материалы готовили по сухому способу. Добавки вводили в бетономешалку в виде раствора (полиамидная водорастворимая смола № 89 и CaCl_2) или в виде твердого вещества (асбест 7-го сорта, доломит с удельной поверхностью $S=3200 \text{ см}^2/\text{г}$). Режим автоклавной обработки — $(2+8+3)$ ч при 0,8 МПа. Во всех составах газосиликатобетона были одинаковые удельные поверхности известково-песчаного вяжущего ($S_b=5500 \text{ см}^2/\text{г}$) и молотого песка ($S_n=2500 \text{ см}^2/\text{г}$). Расход алюминиевой пудры — 0,045... 0,12% массы сухих компонентов; водотвердое отношение — в интервале 0,38... 0,42. Составы газосиликатобетона приведены в таблице.

Из верхней и нижней зон запаренных в автоклаве блоков размерами $250 \times 250 \times 750$ мм выпиливали образцы-цилиндры диаметром и высотой 100 мм. Затем определяли среднюю плотность бетона, предел прочности на сжатие и при растяжении путем раскалывания.

Шифр серии	Содержание в бетоне активных CaO , %	Расход цемента, $\text{кг}/\text{м}^3$ бетона	Средняя плотность бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$	Предел прочности на сжатие, МПа
1	15	80	372	1,3
2	14	105	455	2,3
			545	3,7
3	14	120	525	4,1
			595	5,2
4	13	135	614	4,4
			660	5,9
5	12	100	815	8,3
			856	9,8
6к	12	130	645	5,4
7а	12	130	615	5,0
8с	12	130	645	4,3
9д	14	130	570	2,7

Примечания: 1. Серии 1...5 — без добавки; серии 6...9 — добавки CaCl_2 , асбеста, смолы 89 и доломита соответственно 0,5; 2,5; 0,25 и 5,0% массы сухих материалов.
2. В числителе приведены результаты испытаний образцов, выпиленных из верхней зоны блоков, в знаменателе — из нижней.

Изменения, происходящие в структуре бетона с ростом напряжений при действии возрастающей сжимающей нагрузки при раскалывании, фиксировали ультразвуковым прибором УЗП-65 по времени прохождения импульса через поперечное сечение образцов. Продольные и поперечные деформации измеряли прибором АИ-1 с помощью тен-

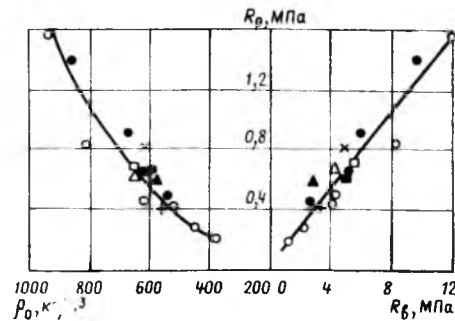


Рис. 1. Зависимость предела прочности на растяжение R_p газосиликатобетона от предела прочности на сжатие R_c и средней плотности ρ .
по данным: ○ — авторов статьи (образцы выпилены в верхней части блока); ● — то же (выпилены в нижней части блока); □ — то же (добавка CaCl_2); ■ — то же (добавка асбеста); △ — добавка смолы № 89; ▲ — добавка доломита; + — по данным [2]; × — по данным [3].

резисторов на базе 50 мм, которые наклеивали клеем БФ-2 на торцы образцов. Поверхность образцов в месте крепления тензорезисторов шпаклевали раствором из белого цемента с клеем БФ-2, а затем зашлифовывали.

Границу начала микроразрушений R_T^0 структуры определяли по перегибу кривой изменения времени прохождения ультразвукового сигнала через поперечное сечение цилиндрических газосиликатобетонных образцов при действии растягивающих напряжений по зависимости

$$(\Delta t - \sigma/R_{пр}),$$

где

$$\Delta t = \frac{t_n - t_p}{t_p} 100, \% \quad (1)$$

t_n и t_p — соответственно время прохождения ультразвукового сигнала в ненагруженном образце и при нагружении. Наименьшее время прохождения ультразвукового сигнала через образец соответствовало началу микроразрушений.

На рис. 1 приведены зависимости предела прочности на растяжение газосиликатобетона от прочности на сжатие и средней плотности. Для сопоставления приведены данные других авторов. Статическая обработка результатов по прочности на растяжение газосиликатобетона без добавок, средней плотностью 350...700 $\text{кг}/\text{м}^3$, позволила получить зависимость

$$R_p = 0,13 R_c \quad (2)$$

$$R_p = 15 \rho^2 - \rho + 0,5 \quad (\text{для обычного бетона}) \quad (3)$$

$$R_p = 58,8 \rho^2 - 36,9 \rho + 8,4 \quad (\text{для высокопрочного по } R_p \text{ бетона}), \quad (4)$$

где ρ — средняя плотность, $\text{т}/\text{м}^3$.

Зависимость прочности газосиликатобетона на сжатие от его средней плотности приведена на рис. 2, ее можно выразить формулой

$$R_c = 137,6 \rho^2 + 3,48 \rho - 2,62. \quad (5)$$

На рис. 3 показаны опытные данные зависимости предельных поперечных деформаций и границ начала микроразрушений R_T^0 структуры газосилика-

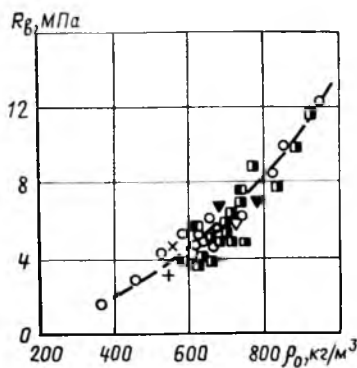


Рис. 2. Изменение предела прочности на сжатие R_B ячеистого бетона в зависимости от его средней плотности ρ_0 по данным: \circ — авторов статьи; $\nabla, \blacktriangledown, \square$ — заводских испытаний соответственно на Гродненском комбинате строительных материалов, Сморгонском и Могилевском комбинатах строительных изделий; $+$ — по данным [2]; \times — по данным [3]; \blacksquare — по данным [4]

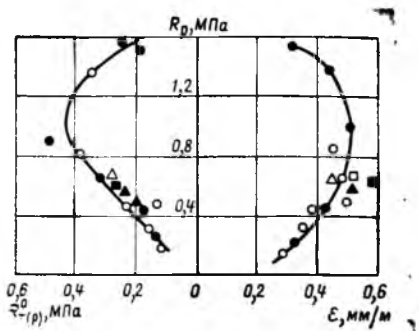


Рис. 3. Зависимость предельных поперечных деформаций и границ начала микроразрушений R_T^0 структуры газосиликатобетона от его предела прочности при растяжении R_p (см. условные обозначения к рис. 1)

тобетона при раскалывании цилиндров в зависимости от прочности на растяжение R_p .

Анализ полученных данных и зависимостей показывает, что между пределом прочности газосиликатобетона на сжатие и его средней плотностью, а также между пределом прочности на растяжение и средней плотностью существует корреляционная зависимость. Если газосиликатобетону класса В1,5... В2,5 соответствует средняя плотность 550...650 кг/м³, то прочность на растяжение при указанных характеристиках должна быть в пределах 0,4...0,6 МПа. Для указанной средней плотности и прочности на растяжение предельные поперечные деформации газосиликатобетона практически najwyżшие, они составляют 0,45...0,55 мм/м, а напряжения, соответствующие началу микроразрушений пористой структуры бетона (разрушение межпоровых перегородок), составляют 0,3 МПа, что в среднем равно 50% предела прочности на растяжение.

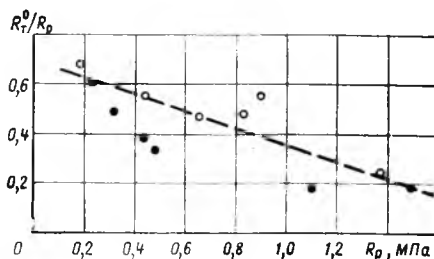


Рис. 4. Изменение относительной величины границы начала микроразрушений R_T^0/R_p газосиликатобетона в зависимости от предела прочности при растяжении R_p (см. условные обозначения к рис. 1)

При таком уровне напряжений в газосиликатобетоне образуются обратимые трещины, не являющиеся критическими для материала.

Предельные поперечные деформации газосиликатобетона (см. рис. 3) возрастают с увеличением его предела прочности на растяжение до 0,6...0,7 МПа, что соответствует средней плотности бетона 600...650 кг/м³. Затем с повышением средней плотности и прочности на растяжение этот показатель уменьшается. Величина напряжений R_T^0 , соответствующих началу образования микроразрушений при растяжении, при увеличении средней плотности газосиликатобетона более 700 кг/м³ начинает уменьшаться, несмотря на повышение предела прочности бетона на растяжение. Относительная граница начала микроразрушений R_T^0/R_p с увеличением предела прочности при растяжении снижается (рис. 4). Это можно объяснить тем, что при средней плотности газосиликатобетона 700...800 кг/м³ коренным образом меняется характер макропористости бетона, структура материала ухудшается из-за увеличения микродефектности. Определяющие прочность межпоровые перегородки бетона с большой средней плотностью более хрупки, чем при малой плотности.

Результаты исследования влияния добавок на прочность газосиликатобетона при растяжении на предельные поперечные деформации при раскалывании образцов и уровень образования микроразрушений R_T^0 приведены также на рис. 1 и 3.

Опыты показывают, что введение в ячеистый бетон добавок ведет к некоторому увеличению значения R_T^0 . При этом наиболее эффективными добавками являются: смола № 89 в количестве 0,25%; асбест 7-го сорта — 2,5%, доломит — 5...8%. Величина R_T^0 для газосиликатобетонов с этими добавками составляет 0,42...0,46 разру-

шающей нагрузки и 0,37...0,41 у бетонов без добавок.

Применение указанных добавок способствует также повышению предела прочности при сжатии и растяжении газосиликатобетона.

Выводы

Газосиликатобетон средней плотностью 550...650 кг/м³ обладает наибольшими предельными поперечными деформациями (деформации растяжения), которые составляют около 0,5 мм/м.

Напряжения растяжения в газосиликатобетоне указанной средней плотности, соответствующие началу микроразрушений его структуры, составляют в среднем 0,3 МПа, что соответствует 50% предела прочности на растяжение.

Относительная величина границы начала микроразрушений при растяжении уменьшается с повышением прочности газосиликатобетона на растяжение.

Введение добавок смолы № 89, асбеста и молотого доломита примерно на 12% увеличивает значение предела прочности при сжатии и растяжении газосиликатобетона, а также относительную величину границы микроразрушений R_T^0 его структуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берг О. Я. Некоторые вопросы теории деформаций и прочности бетона // Изв. вузов. Сер. Стр-во и архитектура. — 1967. — № 10. — 42—55 с.
2. Прочность легких и ячеистых бетонов при сложных напряженных состояниях / Г. А. Гениев, В. Н. Киссюк, Н. И. Левин, Г. А. Никонова. — М.: Стройиздат, 1978. — 166 с.
3. Sell R. Festigkeit und Verformung von Gasbeton unter zweiaxialer Druck — Zug — Beanspruchung. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. — Berlin, 1970. — Heft 209. — p. 15—17.
4. Макаричев В. В., Трамбовецкий В. П. К вопросу о прочности ячеистого бетона // Ячеистые бетоны. — Л.: Стройиздат, 1968. — Вып. 1. — 112 с.

Новые изобретения

№ 10*

- А. с. 1296419 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей в форме / А. Н. Лямин, Б. П. Чепурин, В. И. Рузаев (СССР); Гипронинметаллоруд.
- А. с. 1296421 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. Устройство для уплотнения бетонной смеси / Е. Я. Прасолов, М. Л. Рубановский (СССР); Полтавский инженерно-строительный ин-т.
- А. с. 1296423 СССР, МКИ³ В 28 В 7/24. Форма для изготовления контрольных образцов из бетона / П. М. Малахов (СССР).

* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ); Ю. М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, проф. (МИСИ)

Подбор состава бетона для самонапряженных конструкций с учетом технологического фактора

Современные методы подбора состава бетона обычных железобетонных конструкций, широко применяемые и полностью оправдавшие себя и при производстве сборных изделий, предусматривают определение состава бетона при минимальном расходе цемента, обеспечивающего получение заданной прочности на сжатие при необходимой подвижности для плотной укладки в формы.

К самонапряженным конструкциям и сооружениям, которые по условиям работы должны обладать водонепроницаемостью, предъявляются, как правило, требования 1-й категории трещиностойкости. В связи с этим, основные параметры расчетных характеристик — класс напрягающего бетона по осевому растяжению B_t или по растяжению при изгибе $B_{t,m}$.

Предельным состоянием для напрягающего бетона является, таким образом, разрыв структуры бетона, как это показано на рис. 1. Разрыв в бетоне на тяжелом заполнителе происходит, как правило, по извилистой линии в областях, заполненных цементным раствором и напрягающим цементом, не пересекающей обычно крупный заполнитель, если он достаточно прочен.

Поэтому ни один из применяемых методов подбора состава бетона на портландцементе не пригоден для подбора состава напрягающего бетона самонапряженных конструкций.

Это положение отразилось на контроле качества напрягающих цементов, для которых по ТУ-21-20-18-80 и ТУ-21-20-48-82 образцы затворяют на растворах состава 1:1 по массе и испытывают на изгиб прямоугольные призмы размером $40 \times 40 \times 160$ мм, а затем их половинки — на сжатие.

Главной целью подбора состава напрягающего бетона для водонепроницаемых самонапряженных конструкций является нахождение оптимальной величины фактора заполнителей K , отвечающего минимальному объему раствора в бетоне (рис. 2) и соответственно наименьшей затрате цемента при необходимой подвижности бетонной смеси

$$K = \frac{\alpha_2 (1 + \Delta_2)}{1 + \Delta_1} \quad (1)$$

Введем обозначения: V_2, V_1 — объемы гравия и песка (в твердом теле); α_2, α_1 — коэффициенты их пористости (в уплотненном состоянии); $F_2, F_1; u_2 = F_2/[V_2(1-\alpha_2)], u_1 = F_1/[V_1(1-\alpha_1)]$ — поверхности гравия и песка и их удельные поверхности (на единицу объема); $K = V_1/V_2$ — фактор заполнителей; V_7 — объем теста в бетоне; φ — коэффициент заполнения пустот песка; ψ — коэффициент заполнения пустот гравия; δ_2, δ_1 — толщина смазок гравия и песка; $\Delta_2 = u_2 \delta_2, \Delta_1 = u_1 \delta_1$ — удельные объемы смазок гравия и песка.

На рис. 2 показана оптимальная структура напрягающего бетона, отвечающая оптимальному значению фактора заполнителей K .

Для пояснения вывода формулы (1) приведем промежуточные значения объемов: $V_2(1-\alpha_2)$ — абсолютного объема гравия; $V_1(1-\alpha_1) = KV_2(1-\alpha_1)$ — абсолютного объема песка; $V_2\alpha_2$ — пор

гравия; $V_1\alpha_1 = KV_2\alpha_1$ — пор песка; $\delta_2 F_2 = \Delta_2 V_2(1-\alpha_2)$ — смазки гравия; $\delta_1 F_1 = \Delta_1 V_1(1-\alpha_1) = \Delta_1 KV_2(1-\alpha_1)$ — смазки песка; $V_2(1-\alpha_2)(1+\Delta_1)^2$ — абсолютного объема смазанного гравия; $V_1(1-\alpha_1)(1+\Delta_1) = KV_2(1-\alpha_1)(1+\Delta_1)$ — абсолютного объема смазанного песка; $V_2\alpha_2(1+\Delta_2)$ — пустот смазанного гравия; $V_1\alpha_1(1+\Delta_1) = KV_2\alpha_1(1+\Delta_1)$ — пустот смазанного песка; $V_2(1+\Delta_2)$ — смазанного гравия; $V_1(1+\Delta_1) = KV_2(1+\Delta_1)$ — смазанного песка.

Оптимальный фактор заполнителей определяется в том случае, когда пустота смазанного гравия равна объему смазанного песка, т. е.

$$V_2 \alpha_2 (1 + \Delta_2) = K V_2 \alpha_1 (1 + \Delta_1), \quad (2)$$

откуда в относительных единицах и получается формула (1).

Если в прошлом необходимая подвижность бетонной смеси напрягающего бетона достигалась исключительно увеличением или уменьшением затраты

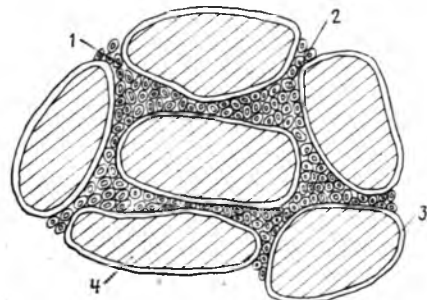


Рис. 2. Плотность укладки бетона с оптимальным фактором заполнителя K
1 — $K(\alpha_1 + \Delta_1)$; 2 — $K(1 - \alpha_2)$; 3 — $\Delta_2(1 - \alpha_2)$; 4 — $1 - \alpha_1$

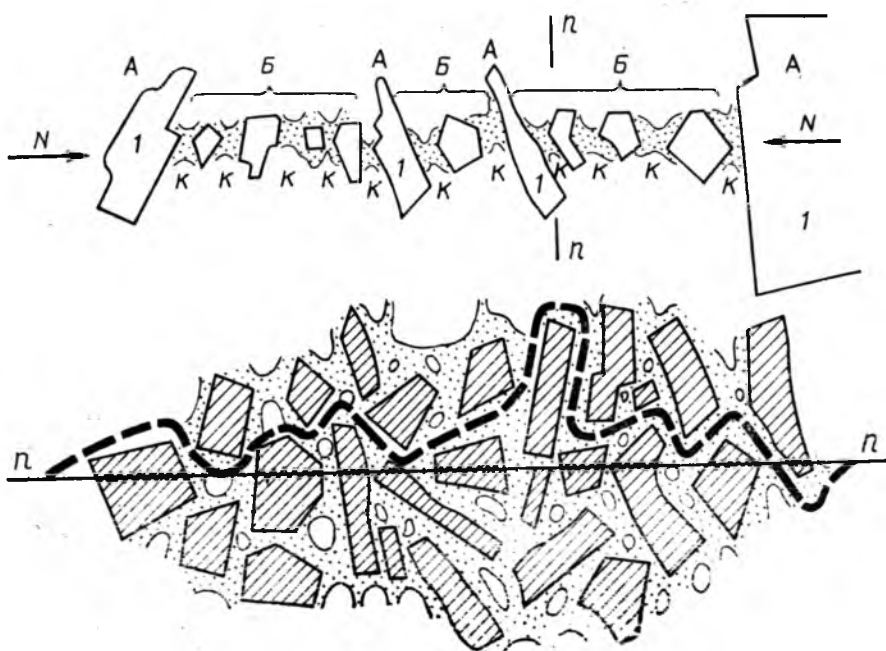


Рис. 1. Схема коллоидной структуры цементного камня
1 — сросток; — — — — разрыв в бетоне на тяжелом заполнителе

определенного объема цементного теста V_7 , то сейчас, когда возможна пластификация бетона химическими добавками, в подборе бетона должны присутствовать операции по назначению их дозы. Суперпластификаторы выполняют также очень важную роль замедлителя схватывания напрягающих бетонов, сроки которого для отдельных партий НЦ недостаточны для некоторых технологических процессов бетонирования.

Подбор состава начинают с назначения фактора заполнителей равным пустотности крупного заполнителя $K = \alpha_2$, а объем пустот песка — равным по массе затрате НЦ. Чем лучше подобрана гранулометрия крупного заполнителя, тем эффективнее подбор состава бетона.

Выполнив замес и проверяя полученную консистенцию бетона, корректируют ее той или иной добавкой цементного раствора (смазанного песка), пересчитывают значение фактора заполнителей K по полученным фактическим Δ_1 и Δ_2 и проверяют новый состав. Для этого используют номограмму бетона (рис. 3). Обычно уже первое приближение дает удовлетворительный результат по экономному расходу НЦ.

Если же при подборе не достигнуты нужные прочностные показатели и самонапряжение, операцию повторяют. Имея выбранное для заданного метода формования изделия оптимальное содержание в бетоне гравия и песка в соотношении K , можно приступить к его проверке.

Основой расчета состава напрягающего бетона является его марка по самонапряжению S_p и нормативное и расчетное сопротивление предельного состояния первой группы $R_{btн}$ и R_{bt} класса бетона B_t . Расход НЦ для контрольного замеса и изготовления контрольных образцов призм рекомендуется принимать по формуле

$$\Pi = 550 \left(\frac{R_{bsp}}{R_{cp}} \right)^3 + 450, \quad (3)$$

где R_{bsp} — нормативное самонапряжение напрягающего бетона, численно равное марке по самонапряжению S_p ; R_{cp} — активность напрягающего цемента по самонапряжению при испытании согласно ТУ-21-20-18-80.

Для смесей с О.К. = 2..4 см рекомендуется принимать $V = 0,2\Pi + 100$; для смесей с О.К. = 12..15 см — $V = 0,18\Pi + 135$ л/м³ смеси.

Для контроля самонапряжения S_p и нормативного сопротивления $R_{btн}$ в возрасте 1, 7, 20 сут и 3 мес в связанном состоянии в соответствии с приложением 1 проекта Стандарта «Бетон напрягающий» требуется 8 контрольных

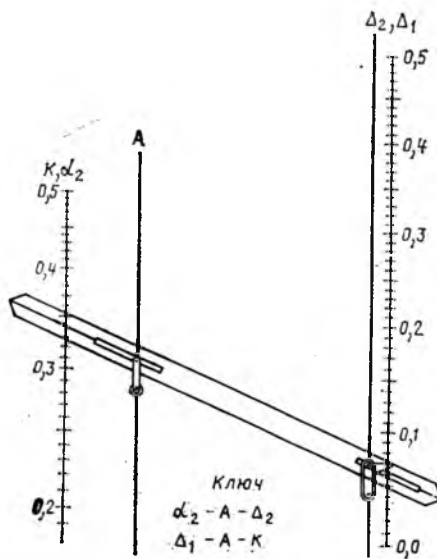


Рис. 3. Номограмма для определения оптимального значения K

образцов-призм размером $10 \times 10 \times 40$ см или $5 \times 5 \times 20$ см (при крупности гравия ≤ 20 мм), для контроля нормативного сопротивления $R_{btн}$ в те же сроки, в свободном состоянии — 8.

Несколько сложнее нахождение оптимального K центрифугированного напрягающего бетона. Дело в том, что при центробежном формовании содержание воды в бетонной смеси изменяется и тем больше, чем интенсивнее и больше скорость центрифугирования (предельное число оборотов). В связи с этим для проектирования центрифугированного бетона нужно располагать осевой лабораторной центрифугой с формой длиной не более 0,5 м и с быстро откруивающейся торцевой крышкой.

Длительные испытания и последующее промышленное производство центрифугированных железобетонных труб показало, что оптимальная скорость вращения центробежных станков при распределении бетонной смеси в форме — 100..150, при уплотнении смеси в формах диаметром 500 мм на скорости 20 м/с — 500..700 об/мин.

Известно, что начальная подвижность смеси должна находиться в пределах 15..20 см и что предельное, вполне достаточное время уплотнения такой смеси — 15..20 мин. Следовательно, подбор состава напрягающего бетона изделий, изготавливаемых методом центрифугирования, необходимо начинать с отыскания оптимального значения фактора заполнителей K для состава вибрированного бетона, дающего заданную подвижность бетонной смеси с О.К. = 15..18 см.

Полученный состав с фактором заполнителей K проверяют на лабораторной центрифуге по режиму центрифугирования самонапряженного изделия.

При этом отмечаются три случая формования трубчатого изделия:

на внутреннюю поверхность трубы отжимается толстый слой (> 5 мм) чистого цементного теста, что указывает на чрезмерное содержание цемента в бетоне;

на внутреннюю поверхность трубы выступают зерна гравия и некоторые из них вообще не держатся на трубе;

внутренняя поверхность гладкая, без выступающих частиц, а толщина цементного слоя минимальная (< 5 мм).

В первом случае следует уменьшить содержание теста в растворе $K(\alpha_1 + \Delta_1)$, во втором случае увеличить его.

Дополнительным центрифугированием можно установить оптимальное значение фактора заполнителя K , после чего продолжить подбор состава изготовлением опытных образцов колец труб, которые и подвергнуть дальнейшим наблюдениям, замерам и испытаниям.

Необходимо иметь в виду, что предложенный метод проектирования состава напрягающего бетона распространяется и на самые неудовлетворительные крупнопористые ($\alpha_1 = 0,5$) и мелкозернистые ($M_k = 0,8$) барханские или средневартовские пески, для которых нахождение оптимального K является одновременно установлением минимального расхода НЦ.

Если напрягающий бетон укладывать вибрированием, то этот метод уплотнения бетонных смесей рассматривается лишь как кратковременное ($\leq 0,5$ мин) воздействие на смесь для быстрого удаления из сравнительно подвижной (О.К. = 3..5 см) смеси пузырьков воздуха и заполнения цементным тестом пустот заполнителей.

Очень перспективной для изготовления крупных самонапряженных элементов, например водонепроницаемых труб большого диаметра (5,5..7,5 м), является направленная низкочастотная вибрация, создающая потряхивание в направлении вращения формы на платформе бетонующего станка в процессе засыпки во вращающуюся форму бетонной смеси.

Выводы

Рассмотренные методы подбора состава напрягающего бетона для самонапряженных железобетонных конструкций и сооружений, в первую очередь для водонепроницаемого бетона, положены в основу ТУ-21-20-18-83 и ТУ-21-20-48-82 и пособия по проектированию самонапряженных конструкций.

Наступило время оценивать сокращение расхода вяжущего, в данном случае НЦ, не на 1 м³ бетона конструкции, а на его расход на единицу прочности.

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); Ю. В. ПАЗЮК, канд. техн. наук,
В. П. ГЛИНСКАЯ, инж. (НИИСА КиргССР)

Применение грунтоцементобетона в сельском монолитном строительстве

Киргизия имеет большие запасы нерудного минерального сырья, которые используют в основном при производстве кирпича, легких пористых заполнителей и цемента. В то же время грунты можно широко применять в сельском монолитном строительстве.

В 80-е годы в республике был разработан механизированный способ возведения монолитных конструкций из грунтоцементобетона, позволивший использовать грунты в строительстве на качественно новом уровне, так как имеющийся опыт отечественного и зарубежного строительства из этого материала связан с применением мелкоштучных изделий и трамбованных бетонных смесей. Этот метод предполагает приготовление и укладку мелкозернистых бетонных смесей.

В связи с этим исследовали составы грунтоцементобетонов, изготавливаемых по литейной технологии, свойства бетонных классов В2,5 и В3,5 для ограждающих конструкций стен зданий и сооружений.

Грунтоцементобетон представляет собой сложную систему, состоящую из цемента, грунта, песка и воды. Для обеспечения заданных структурно-механических свойств и формирования прочной кристаллизационной структуры грунтоцементобетона требуется объединить исходные компоненты в оптимальных соотношениях в однородную массу и превратить ее в результате длительного твердения в прочный водо- и морозостойкий материал.

Однако грунтоцементобетон имеет некоторые особенности, обусловленные его структурой, для которой характерны мелкозернистость, отсутствие жесткого каменного скелета, повышенная пористость и удельная поверхность твердой фазы.

При использовании литых грунтоцементобетонных смесей с $O.K. = 16...18$ см, обуславливающих их высокую водопотребность, нарушается активное физико-химическое взаимодействие цемента с тонкодисперсной частью грунта, а также обычный ход твердения цемента. В

конечном результате это влияет на прочность материала.

При подборе составов литого грунтоцементобетона изучали влияние количества и крупности песка на прочность и водопотребность бетона, влияние активности роста прочности грунтоцементобетона во времени исследовали в условиях влажностного и естественного твердения.

В качестве основного компонента бетона использовали типичные грунты пяти месторождений Киргизии, представляющие собой карбонизированные суглинки и супеси с числом пластичности 7...9. Содержание водорастворимых солей в них составляет менее 3%, водородный показатель рН 7,8...8,75.

Анализ водных вытяжек грунтов показал, что из растворимых солей присутствуют в основном сульфаты и бикарбонаты щелочных металлов. В сорбированном комплексе грунтов преобладают катионы Ca^{2+} , способствующие процессу длительного твердения грунтоцементобетона.

По данным петрографического анализа грунты имеют следующий количественный минералогический состав, %: полевые шпаты — 45...50; кальцит и доломит — 15...20; кварц — 10...15; глинистые минералы — 5; лимонит — 4; слюда, пироксен — 10...15; гипс — 1...3.

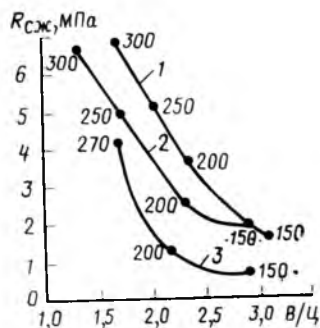


Рис. 1. Влияние В/Ц на прочность грунтоцементобетона в зависимости от расхода цемента и пластичности грунта
1 — число пластичности 7; 4; 2 — то же, 8; 3; 3 — то же, 9; 7 (цифрами на кривых показан расход цемента)

В качестве вяжущего использовали портландцемент марки 300 и 400 Кантского цементно-шиферного комбината, который по химико-минералогическому составу относится к среднеалюминатному. Исследуемый песок имел модуль крупности 2,9; 2,3; 1,6; 0,9.

В процессе разработки составов литого грунтоцементобетона классов В2,5 и В3,5 было выявлено, что его прочность зависит, главным образом, от расхода и активности цемента, В/Ц и почти не зависит от количества и крупности песка. Независимо от расхода песка и модуля его крупности при одинаковом расходе цемента получены равнопрочные грунтоцементобетоны. Изменение количества песка и его крупности влияет на среднюю плотность бетона и его деформативные свойства. Исходя из ограничений по средней плотности оптимальное соотношение таких материалов, как грунт: песок для бетонов указанных классов составляет 1:0,43...1:0,6.

Литые грунтоцементобетонные смеси характеризуются повышенной водопотребностью. При обеспечении заданной прочности бетона для класса В2,5 В/Ц = 1,6...1,7; для класса В3,5 В/Ц = 1,4...1,6.

Исследования показали необходимость для сохранения заданной прочности бетона точного соблюдения В/Ц. Даже незначительное повышение В/Ц приводит к снижению прочности литого грунтоцементобетона на 8...10% в зависимости от расхода цемента. Причем наибольшее снижение прочности наблюдается при использовании грунтов с числом пластичности более 9.

Полученные зависимости показаны на рис. 1. Грунтоцементобетон класса В2,5 получен при расходе цемента 240...260 $кг/м^3$ с соотношением Ц : Г : П = 0,32...0,36 : 1 : 0,6...0,66 и В/Ц = 1,6...1,7. Средняя плотность составляет 1600...1650 $кг/м^3$.

Грунтоцементобетон класса В3,5 получен при расходе цемента 275...300 $кг/м^3$ с соотношением Ц : Г : П = 0,37...0,41 : 1 : 0,56...0,6 и В/Ц = 1,4...1,6. Средняя плотность составляет 1650...1700 $кг/м^3$.

Литой грунтоцементобетон по сравнению с обычным в условиях нормально-влажностного твердения характеризуется длительным набором прочности. Для изучения кинетики изменения прочности во времени определяли прочность образцов размером 4×4×16 см с расходом цемента 150; 200; 250 и 300 кг/м³ в возрасте 3, 14, 28, 90 и 180 сут.

Кинетика твердения грунтоцементобетона показана на рис. 2. В зависимости от расхода цемента, по сравнению с 28-суточной прочностью, прочность образцов в возрасте 3 сут составляет 33...43% при расходе цемента 150...200 кг/м³ и 48...55% при расходе цемента 250...300 кг/м³. После 14 сут нормально-влажностного твердения образцы набирают 70% прочности.

В дальнейшем интенсивность роста прочности грунтоцементобетона мало зависит от расхода цемента. В возрасте 3 мес коэффициент нарастания прочности всех образцов составляет 1,58...1,85. К 6-ти месячному сроку твердения образцы характеризуются дальнейшим приростом прочности: $R_{сж}^{180}/R_{сж}^{28} = 1,94...2,3$.

Изучение влияния жаркой и сухой погоды (твердение в естественных условиях) на прочность грунтоцементобетона показало необходимость тщательного соблюдения правил ухода за уложенным бетоном. При выдерживании образцов в опалубке в течение 3...4 сут бетон к 28 сут набирает 70% марочной прочности. При этом рост прочности грунтоцементобетона продолжается: на 60-е сутки он набирает 85, а на 90-е — 90% прочности. При снижении влажности грунтоцементобетона до 5% темпы твердения низкомарочных бетонов замедляются.

При доведении распалубочной прочности низкомарочных грунтоцементобетонов до 2,5 МПа и последующем уходе за бетоном согласно СНиП III-15-76 воздействие повышенных температур не вызывает необратимых явлений в материале. Эту прочность следует принимать как минимальную критическую прочность распалубки грунтоцементобетона.

Изучение свойств грунтоцементобетона классов В2,5 и В3,5 показало, что его долговечность, прочностные и деформативные характеристики находятся на уровне традиционных строительных материалов.

Коэффициент размягчения литого грунтоцементобетона в зависимости от расхода цемента составляет 0,75...0,8; бетоны классов В2,5 и В3,5 выдерживают 10 циклов замораживания и оттаивания. С введением в состав грунтоцемент-

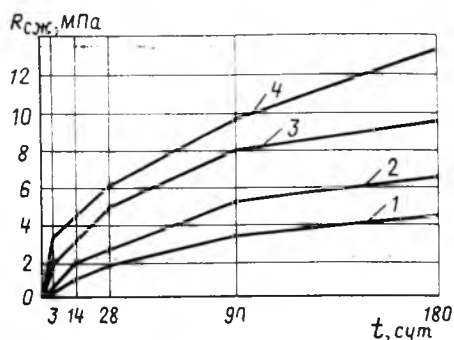


Рис. 2. Рост прочности грунтоцементобетона во времени
Расход цемента кг/м³: 1 — 150; 2 — 200; 3 — 250; 4 — 300

тобетона добавок ПАВ морозостойкость возрастает до 15...25 циклов.

Призмная прочность литого грунтоцементобетона на 30...40% выше нормируемой СНиП II-21-75 для плотных легких бетонов. Коэффициент призмной прочности равен 0,9...0,98. Отношение прочности при осевом растяжении к прочности при сжатии составляет 0,09...0,1, что несколько ниже, чем у традиционных легких бетонов (0,12...0,17).

Начальный модуль упругости грунтоцементобетона классов В2,5...В3,5 находится в пределах 2,0·10³...5,0·10³ МПа. Предельная сжимаемость составляет 3,0...4,5; предельная растяжимость 0,3...1,0 мм/м. Коэффициент Пуассона при сжатии равен 0,1...0,2.

Литой грунтоцементобетон перечисленных марок характеризуется значительной усадкой (5 мм/м). Наиболее

интенсивно деформации усадки развиваются в первые 40...50 сут во время процесса влагообмена с окружающей средой. С прекращением влагообмена и установлением равновесной влажности кривые усадки принимают асимптотический вид. Снижению усадочных деформаций грунтоцементобетона способствует введение пластифицирующе-воздуховывлекающих добавок.

Проведенные исследования позволили внедрить технологию возведения жилых домов из монолитного грунтоцементобетона. Технология предусматривает производство работ механизированным методом с применением облегченных конструкций мелкощитовой опалубки системы Гражданстрой и смесительных установок типа «Монолит» производительностью 5; 10 и 15 м³/ч.

Экспериментальная проверка показала эффективность предложенной технологии при строительстве жилых домов усадебного типа в Чуйской долине и Нарынской обл. Особенно целесообразно внедрение этого метода в отдаленных районах с наличием местных дешевых компонентов для низкомарочных бетонов. Так, сметная стоимость 1 м² общей площади в одноэтажном жилом доме из монолитного грунтоцементобетона в КиргССР составила 128 р. при стоимости в кирпичном 159,7 р. Даже с учетом затирки появляющихся иногда усадочных трещин из-за нарушения технологии работ сметная стоимость 1 м² жилой площади в домах из монолитного грунтоцементобетона не превышает 130 р.

На ВДНХ СССР

Установка анкерных болтов методом виброзачеканки

В объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР демонстрировалось разработанное в тресте Оргтехстрой Главдальстроя Минвостокстроя СССР приспособление для установки анкерных болтов на фундаментах под оборудование. Габаритные размеры приспособления — 1,2×0,8 м (длина × ширина), масса — 10,2 кг.

При установке анкерных болтов методом виброзачеканки сначала алмазным инструментом сверлится отверстие, устанавливается болт с виброуплотнителем и жестко соединенным к нему вибратором направленного действия ИВ-36А. Дозированно до заполнения рабочего органа засыпается бетонная смесь. По мере уплот-

нения смеси производят засыпку новой ее порции до выхода уплотнительного устройства из скважины. Потребность в растворе на 1000 болтов составляет 0,5 м³.

Основное технологическое оборудование установки: буровые коронки диаметром 70...120 мм, электросверлильные станки ИЭ1805, ИЭ1801А с алмазными сверлами СКА-2, виброуплотнитель с жестко присоединенным вибратором направленного действия.

Приспособление для испытания фундаментных болтов использовано в тресте Комсомольскметаллургстрой. По сравнению с установкой болтов в заранее подготовленные гнезда технико-экономические показатели таковы. Экономический эффект составил 1467 тыс. р. Трудозатраты по сравнению с аналогом уменьшились в 4 раза и равны 49,6 чел-ч. Затраты на материал составили 56,3 р.

В Харьковском Промстройинипроекте создан альбом приспособлений и инструмента для закрепления гладких фундаментных болтов способом виброзачеканки.

Нормирование использования мощностей заводов ЖБИ и КПД

Одним из основных направлений интенсификации общественного производства на современном этапе является улучшение использования действующих производственных мощностей во всех отраслях народного хозяйства. Так, по промышленности сборного железобетона фактический уровень использования мощностей в 1985 г. составил 80%, а по отдельным регионам он значительно ниже, что свидетельствует о наличии значительных резервов.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования, организации и управления капитальным строительством» от 1984 г. министерствам и ведомствам СССР поручено разработать нормативы использования действующих производственных мощностей на 1986—1990 г. по всем отраслям промышленности.

Разработка нормативов связывается с необходимостью более глубокого обоснования планирования объемов производства продукции, лимитов капитальных вложений и новых производственных мощностей. Строительство новых и расширение действующих предприятий может быть включено в план лишь в том случае, если потребности народного хозяйства в данном виде продукции не могут быть обеспечены при полном использовании мощностей действующих предприятий с учетом их технического перевооружения и реконструкции.

Введение в систему планирования нормативного показателя использования производственных мощностей требует разработки научной обоснованной методики определения его с учетом особенностей и специфики отрасли.

Анализ научной и методической литературы свидетельствует о том, что пока еще нет единого подхода к определению экономической сущности нормативов использования производственной мощности, факторов, определяющих их уровень, а также содержания и размера резерва мощности. Не в полной мере отражены эти вопросы и в «Общих методических рекомендациях по разработ-

ке норм годового фонда времени работы оборудования, коэффициента сменности работы оборудования и нормативов использования производственных мощностей», рекомендованных Госпланом СССР для всех отраслей промышленности.

В соответствии с «Общими методическими рекомендациями» резерв мощности формируется на уровне отрасли, министерства, ведомства с учетом необходимости освоения новой продукции, технологии и т. п., технического перевооружения и компенсации несбалансированности мощностей. Кроме того, для сезонных производств необходимо учитывать сезонные поступления сырья или потребления продукции.

В НИИЭС разработана методика нормирования использования производственных мощностей с учетом специфики промышленности сборного железобетона. В настоящее время Минюгстрой СССР направил методику на согласование с Госпланом СССР для ее использования при планировании объемов выпуска и прироста мощностей по сборному железобетону.

Как и любая другая отрасль, промышленность сборного железобетона состоит из предприятий, находящихся на стадии освоения проектных мощностей (в соответствии с установленными нормами их продолжительности), введенных в результате нового строительства, расширения и реконструкции, а также действующих предприятий.

Уровень использования мощности предприятия на стадии его освоения регламентируется действующими нормативами. Нормировать использование мощности, на наш взгляд, необходимо только для тех предприятий, которые не находятся на стадии освоения проектных мощностей.

Обоснование нормативного уровня использования производственных мощностей означает обоснование объективно необходимого резерва их мощностей.

После решения этой задачи определяются расчетный уровень использования производственных мощностей по отрасли

в целом с учетом удельного веса всех предприятий, т. е. с учетом структуры мощностей по выпуску сборного железобетона.

Норматив использования мощностей (Н) определяется как отношение максимально возможного выпуска продукции к среднегодовой мощности заводов (в %) или как разница между среднегодовой мощностью заводов (принятой за 100%) и объективно необходимым размером резерва мощностей, выраженного в процентах к этой мощности, по формулам

$$H = \frac{V_{м.в}}{M_{ср}} \cdot 100$$

$$\text{или} \quad H = M_{ср} - P_{м}, \quad (1)$$

где $V_{м.в}$ — максимально возможный выпуск сборного железобетона, тыс. м³; $M_{ср}$ — среднегодовая мощность, тыс. м³; $P_{м}$ — резерв мощности, в % к $M_{ср}$, принятой за 100%.

Резерв мощности — это ее объективно необходимый запас, который должен быть приведен в действие в любой момент времени для внедрения в производство новых видов продукции, материалов, технологии, техники, бесперебойного функционирования производства и повышения его эффективности для удовлетворения потребностей строительства в изделиях сборного железобетона.

Величина резерва производственной мощности заводов сборного железобетона, на наш взгляд, должна формироваться с учетом следующих факторов:

совершенствования технологии, организации производства и труда, внедрения новой техники, освоения более эффективных видов изделий, а также объемов технического перевооружения заводов;

степени несопряженности вспомогательных переделов с основным по мощностям или производственным площадям, а также по уровню их использования;

степени надежности плановых показателей по номенклатуре, маркам и типоразмерам изделий и объемам их выпуска в течение года;

уровня комплектности при организации выпуска и поставки продукции сборного железобетона.

Любой сдвиг в номенклатуре (по маркам и типоразмерам) в промышленности сборного железобетона сопряжен с переоснасткой форм, а также с освоением вновь изготовленных форм и оснастки. Это влечет за собой дополнительные затраты времени, труда и металла.

Для промышленности сборного железобетона частичные изменения номенклатуры, марок, типоразмеров и объемов выпуска отдельных изделий являются типичными и часто повторяющимися явлениями на протяжении всего планируемого периода. Это те номенклатурные сдвиги, которые не могут быть учтены при расчете мощности по форме БМ на 1 января каждого года.

Значительное влияние на уровень использования мощности оказывает выпуск изделий и их поставка в комплекте. Чем жестче это требование по номенклатуре и по времени (часовые, суточные и др. графики), тем значительнее влияние этого фактора на уровень использования мощности.

Таким образом, нормативная величина резерва мощности отдельно по заводам ЖБИ и КПД определяется по формуле

$$P_n = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (2)$$

где P_n — нормативная величина резерва мощности для заводов ЖБИ (или КПД), % к среднегодовой мощности; P_1 — резерв мощности на освоение новых видов продукции, совершенствование технологии, внедрение новой техники, новых форм организации производства, труда и на техническое перевооружение, %; P_2 — резерв для покрытия несопряженности мощностей и уровня их использования, %; P_3 — резерв для компенсации снижения уровня использования мощности из-за изменений плановых заданий по номенклатуре и объему выпуска; P_4 — резерв для компенсации потерь, связанных с дополнительной переналадкой или сменой форм, а также со снижением уровня заполнения форм и кассет в результате организации выпуска и поставки продукции в комплекте.

Степень влияния всех перечисленных факторов различна в зависимости от уровня специализации, кооперации и концентрации производства сборного железобетона. Чем выше уровень концентрации, кооперации и специализации производства, тем меньше степень влияния указанных факторов на уровень использования мощности. Следовательно, тем меньше резервов мощностей требуется для компенсации снижения уров-

ня их использования из-за всех перечисленных факторов.

Влияние этих факторов на уровень использования производственных мощностей по выпуску железобетонных конструкций было определено путем расчета и оценки степени зависимости уровня использования формовочного оборудования во времени и по производительности. Однако при нормировании влияние рассматриваемых факторов учитывалось по фактическим данным не в полной мере, а лишь в той части, которая обусловлена объективными причинами и с учетом организационно-технических мероприятий по повышению уровня использования производственных мощностей.

Выбор указанных факторов и их количественная оценка были проведены на базе анализа и обработки статистических отчетных данных по использованию производственных мощностей заводов ЖБИ и КПД Минюлстроя СССР и Минуралсибстроя СССР. Кроме того, были обследованы передовые по уровню использования мощностей заводы, в том числе более 20 заводов ЖБИ и КПД разной мощности и специализации. Анализ проводили по технологическим линиям формовочного производства на базе обработки отчетных и оперативных данных по использованию оборудования (по времени и производительности), а также контрольных расчетов, проводимых нами по определению действительной мощности.

Полученные результаты были уточнены с участием специалистов заводов, трестов, главка Минюлстроя СССР, которые приняли участие в рассмотрении методики в качестве экспертов.

Разработанная на основе многообразной информации методика может быть использована любым строительным министерством.

Формирование расчетного норматива использования производственных мощностей на уровне всей отрасли промышленности, на наш взгляд, должно осуществляться с учетом структуры воспроизводства мощностей по выпуску сборного железобетона.

Все заводы ЖБИ и КПД, которые находятся на стадии освоения проектных мощностей в соответствии с нормативными сроками, группируются на:

предприятия вновь введенные, на которых нормативная продолжительность освоения проектных мощностей еще не истекла;

предприятия, подвергшиеся реконструкции и расширению и находящиеся в соответствии с нормативами продолжительности на стадии освоения проектных мощностей.

Установленные Госпланом СССР нормативы освоения проектных мощностей предусматривают до 30% их недоиспользования в нормативный период освоения заводов ЖБИ и КПД. Этот фактор нельзя не учитывать при формировании отраслевого расчетного норматива использования производственных мощностей.

Таким образом, расчетный норматив по отрасли в целом формируется с учетом всех перечисленных выше групп заводов ЖБИ и КПД и действующих для них нормативов освоения проектных мощностей, а также нормативного уровня использования мощностей, методология обоснования которого была изложена вначале и который устанавливается неизменным на планируемую пятилетку.

Полученный расчетный норматив использования производственных мощностей в целом на пятилетку по промышленности сборного железобетона должен корректироваться по отдельным ее годам с учетом изменения воспроизводственной структуры мощностей заводов ЖБИ и КПД.

Внедрение в практику планирования нормативов использования производственных мощностей промышленности сборного железобетона будет способствовать повышению обоснованности пятилетних и годовых планов по выпуску сборных железобетонных изделий и стабильности их выполнения; выявлению и оценке всех резервов повышения уровня использования мощностей.

Таким образом, ускорение внедрения в практику планирования рассматриваемой методики в системе строительных министерств весьма актуально.

Новые изобретения

А. с. 1296424 СССР, МКИ³ В 28 В 7/24. Многоместная форма для изготовления изделий из бетонных смесей / В. И. Пашкявичус, А. В. Пятюнайте (СССР); ЛатНИИСА.

А. с. 1296425 СССР, МКИ³ В 28 В 7/30. Устройство для изготовления железобетонных шпал / К. И. Миловидов, Н. Е. Мищуков, С. В. Томко (СССР); ВНПО Союзжелезобетон.

А. с. 1296426 СССР, МКИ³ В 28 В 11/00. Камера для термовлажностной обработки изделий из бетонных смесей / А. В. Андрейченко, Б. Т. Васильев, А. В. Жаров и др. (СССР); КТБ Стройиндустрия.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

Е. В. ЦИМЕРИНОВ, инж.

Совершенствование методов планирования освоения железобетонных конструкций

Ускорение обновления номенклатуры продукции, освоение новых видов железобетонных конструкций являются факторами, оказывающими негативное влияние на технико-экономические показатели предприятий и отрасли в целом. Переход на новые условия хозяйствования требует объективной оценки экономических последствий освоения новой продукции. Не учитывать их при планировании объемов выпуска и технико-экономических показателей завода и отрасли в целом — значит ставить под удар выполнение плановых показателей и тормозить технический прогресс в строительстве.

Практика освоения новых видов конструкций на заводах ЖБИ и КПД свидетельствует о чрезмерной длительности этого процесса. Так, средняя фактическая продолжительность освоения конструкций на вновь введенных заводах ЖБИ и КПД составляет 2...4 г.; на заводах после расширения и реконструкции — 1,5...3 г. Продолжительность освоения новых конструкций на действующих предприятиях, с частичным или полным их техническим перевооружением колеблется от 3...4 мес. до 1,5 и более лет.

Систематически не выполняются планы по внедрению новых видов железобетонных конструкций. Дело в том, что подготовка к освоению и выпуск новой продукции сопряжены с дополнительными затратами труда и материальных ресурсов. Однако система планирования и финансирования этого не учитывает, что негативно сказывается на экономических показателях производства.

Финансирование, как правило, отстает от реальных потребностей предприятия по срокам и объемам. То же относится и к материально-техническому снабжению в подготовительный период освоения. Фонды на металл для изготовления форм и оснастки выделяются с опозданием и не в полной мере, а на изготовление из этого металла форм и оснастки требуется время.

В период освоения новой продукции трудозатраты возрастают, но система материального стимулирования пол-

ностью этого не учитывает. У работников нет прямой заинтересованности в сокращении затрат и ускоренном освоении выпуска продукции.

Много недостатков в организации подготовки к выпуску новой продукции; в числе которых отсутствие четких нормативных и методических документов, регламентирующих содержание, продолжительность, последовательность работ по организации освоения, а также динамику выпуска и основных технико-экономических показателей завода в этот период. Эти документы должны служить базой для определения плановых показателей по заводу и отрасли в целом.

Только комплексный, системный подход к решению данной проблемы позволит существенно ускорить технический прогресс в строительстве.

Утвержденные Госпланом СССР методические и нормативные документы регламентируют продолжительность и экономические показатели для вновь введенных заводов, а также для расширяемых и реконструируемых, если прирост мощности составил более 20%. Однако продолжительность освоения новой продукции в промышленности сборного железобетона зависит от степени обновления активной части основных фондов, сложности процесса освоения, а не от размера прироста мощности. Кроме того, освоение новой продукции не всегда сопровождается увеличением мощности производства.

НИИЭС разработал Методические рекомендации по нормированию, планированию и организации освоения новых видов железобетонных конструкций при проведении технического перевооружения или осуществлении организационно-технических мероприятий на заводах ЖБИ и КПД.

После экспериментальной проверки на заводах сборного железобетона объединения «Рязаньстрой» и Главприоксестроя Методические рекомендации были согласованы в Минногстрое СССР.

В Методических рекомендациях представлена система норм и нормативов для планирования и организации освоения новых железобетонных конструкций,

методы определения плановых показателей завода в целом в этот период, а также рекомендации по организации процесса освоения в нормативные сроки. Эта система состоит из норм продолжительности и нормативов освоения проектного объема выпуска новой продукции, нормативов освоения проектного уровня себестоимости единицы новой продукции.

Для обоснования нормативов освоения новой продукции были обработаны данные 35 заводов ЖБИ и КПД основных строительных министерств. Проанализированы показатели 39 конвейерных и 45 агрегатно-поточных технологических линий, 32 стендов, 35 кассет, 29 установок по производству санитарно-технических кабин и шахт лифтов. При этом отбирали предприятия разной мощности, специализации, наиболее успешно осваивающие новые конструкции. Результаты обработки данных позволили получить среднепрогрессивные нормы, которые можно использовать для любого завода сборного железобетона.

Анализ факторов, влияющих на продолжительность освоения новой продукции на заводах ЖБИ и КПД, позволил выделить пять основных и дать им количественную оценку с использованием методов множественной корреляции. Это следующие факторы:

сложность технологии (типы технологии);

степень обновления активной части основных производственных фондов; сложность освоения новой продукции; количество марок новой продукции; степень новизны новой продукции.

Указанные пять факторов были учтены при определении нормативной продолжительности освоения новых железобетонных конструкций на заводах ЖБИ и КПД.

Набор основных факторов и их количественные оценки влияния на продолжительность освоения новой продукции различны при разной технологии изготовления конструкций и при разных их видах. Абсолютные значения основных факторов индивидуальны в каждом конкретном случае.

Нормы продолжительности освоения новых железобетонных конструкций определяются расчетным путем для каждой технологии с учетом конкретных нормообразующих факторов.

Так, для конвейерных технологических линий нормы продолжительности освоения новой продукции определяются по формуле

$$T^H = 6,28X_1 + 3,79X_2 - 1,43X_3 - 1,35, \quad (1)$$

для агрегатно-поточных технологических линий по формуле

$$T^H = 5,94X_1 + 5,37X_2 - 1,73, \quad (2)$$

для стенов — по формуле

$$T^H = 3,43X_1 + 3,76X_2 - 1,28, \quad (3)$$

для кассет — по формуле

$$T^H = 4,99X_1 + 1,69X_2 - 0,70, \quad (4)$$

для стеновых установок по выпуску санитарно-технических кабин и шахт лифтов по формуле

$$T^H = 1,98X_1 + 1,43X_2 - 0,94, \quad (5)$$

где X_1 — коэффициент обновления активной части основных фондов технологической линии; X_2 — коэффициент сложности освоения новой продукции, расчеты которого сведены в таблицу; X_3 — уровень специализации линии по новой продукции

$$X_3 = \frac{1}{n}, \quad (6)$$

где n — количество марок новой продукции.

Сопоставление продолжительности освоения конструкций разных видов на однотипных технологических линиях позволило определить коэффициент сложности освоения. В таблице даны коэффициенты сложности на примере освоения панелей наружных стен жилых и гражданских зданий.

Продолжительность периода непосредственного освоения, исчисленную по формулам (1)...(5), необходимо корректировать с учетом наличия опыта по формуле

$$T_{\text{осв.с}}^H = T_{\text{осв}}^H K_{\text{оп}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{осв.с}}^H$ — скорректированная продолжительность периода непосредственного освоения новой продукции, мес.; $K_{\text{оп}}$ — коэффициент наличия опыта освоения новой продукции. При освоении впервые изготавливаемой в СССР продукции $K_{\text{оп}} = 1,5$. При освоении новой для данного предприятия продукции $K_{\text{оп}} = 1$. Если данная продукция осваивается на заводе повторно, $K_{\text{оп}} = 0,6$.

Нормативная динамика выпуска новой продукции в период освоения, полученная в результате корреляционного анализа, отражается логистическими

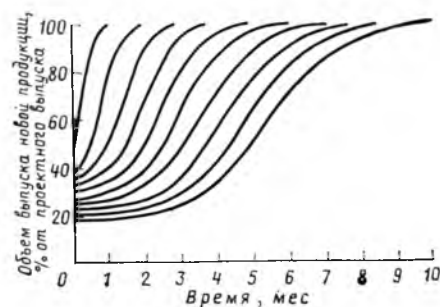


Рис. 1. Динамика выпуска продукции на конвейерных технологических линиях в зависимости от нормативной продолжительности освоения

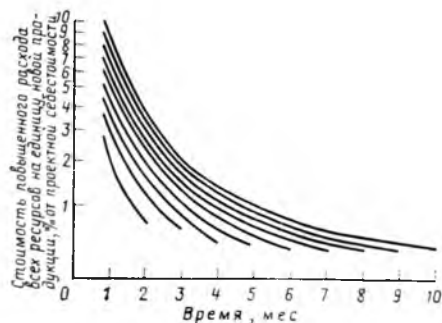


Рис. 2. Динамика стоимости повышенного расхода ресурсов при освоении новой продукции на конвейерных технологических линиях

функциями. Семейство логистических кривых при освоении новой продукции на конвейерных технологических линиях представлено на рис. 1. Каждая кривая отображает динамику выпуска новой продукции при определенной нормативной продолжительности освоения (1, 2... 10 мес.).

Для практического использования результаты расчетов сведены в таблицы нормативных объемов выпуска новой продукции.

Исследование себестоимости новой продукции в период освоения показало, что динамика стоимости повышенного расхода сырья, основных материалов, технологического топлива, всех видов энергии и заработной платы производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование (стоимость повышенного расхода ресурсов) описывается степенными функциями с отрицательным показателем (см. рис. 2). Каждая кривая отображает динамику стоимости повышенного расхода ресурсов при определенной нормативной продолжительности освоения новой продукции (1, 2... 10 мес.).

В методических рекомендациях приведен типовой перечень работ по подготовке и организации освоения новой

продукции для исполнителей. Он служит основой для разработки календарного и сетевого графиков работ. Для организации и координации работ по подготовке и освоению новых конструкций целесообразно создавать временную группу работников под руководством главного инженера предприятия. Календарные графики работ по освоению изделий серии 1-439-9Р были разработаны для завода ЖБИ № 6 объединения Рязаньстрой и серии 1.020 для Климовского завода ЖБИ Главприокскстроя.

Внедрение предлагаемых методов позволит упорядочить планирование основных технико-экономических показателей заводов сборного железобетона с учетом освоения новых конструкций, осуществить мероприятия по материальному стимулированию работ за освоение, рационально организовать процесс и наладить контроль за освоением новой продукции, дать объективную оценку деятельности заводов сборного железобетона в период освоения. Можно также определять единовременные и текущие затраты на освоение с целью последующего их возмещения за счет соответствующих источников.

Панели наружных стен жилых и гражданских зданий	Коэффициент сложности освоения, способ производства		
	конвейерный	агрегатно-поточный	на стенах
Однослойные на пористом заполнителе размером «на комнату» (до 3,6 м)	0,5	0,31	0,28
То же, на две комнаты (до 6,6 м)	0,66	0,5	0,44
Трехслойные на комнату (до 3,6 м)	0,83	0,75	0,67
То же, на две комнаты (до 6,6 м)	1	1	0,89

Все это в конечном итоге позволит значительно сократить продолжительность освоения новых видов железобетонных конструкций и уменьшить затраты в этот период.

Новые изобретения

А. с. 1296427 СССР, МКИ³ В 282 В 11/00. Устройство для заглаживания поверхности свежесформованных изделий из бетонных смесей / В. В. Глазков, Ю. М. Буланов, О. С. Бадалишин (СССР); Завод ЖБИ № 21 Главмоспромстройматериалов.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1987.

УДК 666.97:621.924.93

А. В. БАЗЫКИН, инж., Г. А. РЯБОВ, канд. техн. наук (Калининский политехнический ин-т); А. М. БАШИЛОВ, инж. (Калининский опорно-показательный ДСК)

Гидроабразивная очистка формообразующих поверхностей

Качество железобетонных изделий в значительной степени определяется состоянием рабочих поверхностей оснастки формовочных установок.

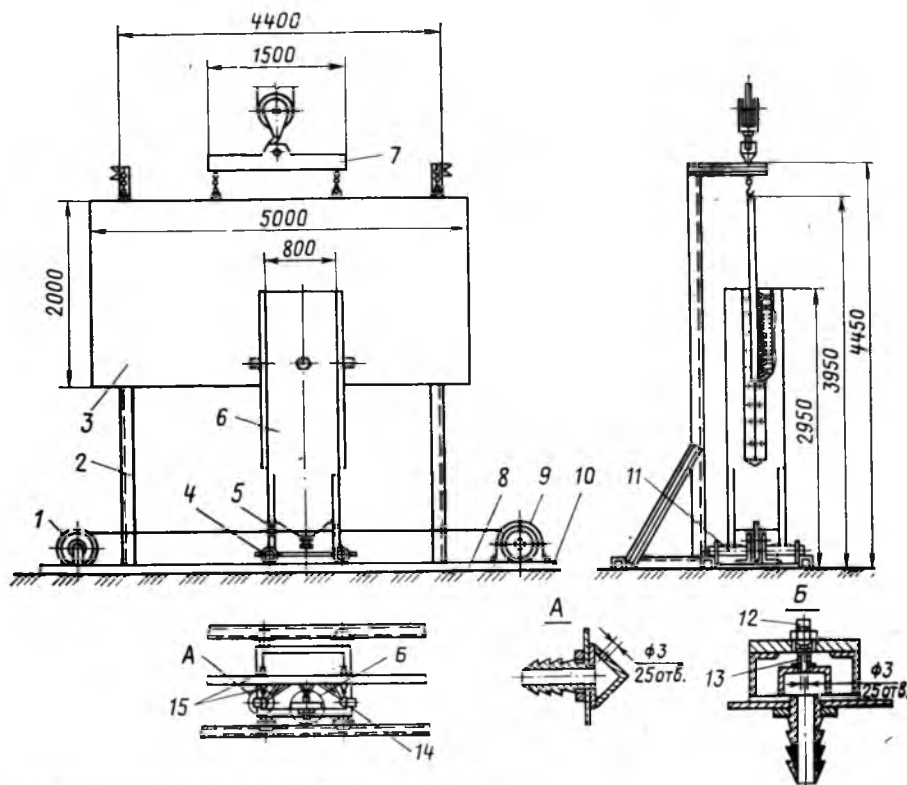
Основным материалом для изготовления форм при производстве железобетонных конструкций служит листовая стальная прокат из Ст. 3 по ГОСТ 14637—79. Адгезионная способность рабочих поверхностей во многом зависит от методов чистовой и окончательной обработки, обеспечивающих наименьшую шероховатость. При наличии на рабочих поверхностях царапин, зазубрин, неровностей, наростов от очередной распалубки эти дефекты переходят на изделия, ухудшая их качество и внешний вид. Такие формы эксплуатировать нельзя, поэтому их очищают и шлифуют разными абразивными материалами.

Качество рабочих поверхностей оснастки определено ГОСТ 12504—80, значение микронеровностей (шероховатости) должно соответствовать $R_z = 2,5$ мкм по ГОСТ 2789—73.

На опорно-показательном ДСК применяют несколько способов очистки формующих поверхностей. После очередной распалубки оставшийся бетон с рабочих поверхностей удаляют скребками, металлическими или капроновыми щетками. Металлические щетки оставляют царапины на формующих поверхностях, что в дальнейшем при эксплуатации форм приводит к интенсивному наросту бетонной смеси, а капроновые щетки малоэффективны. Периодически формующие поверхности обрабатывают шлифовальными машинами СО-91, СО-97, оснащенными кругами с абразивными сегментами. Для этого форму снимают с линии мостовым краном и в горизонтальном положении шлифуют вручную. Эти операции трудоемки и малопроизводительны. За рабочую 8-часовую смену слесарь-шлифовщик, согласно нормо-времени, может обработать две формующие поверхности размером 5270×2570 мм. На рабочем месте создаются антисанитарные условия труда, вызванные вибрацией инстру-

мента, повышенным загрязнением воздуха абразивно-бетонной пылью, шумом на рабочем месте, неудобными рабочими позами, приводящими к физическому и нервному утомлению. Качество ручной обработки нестабильно, демонтаж форм и их шлифовка требуют больших затрат времени, что связано с остаточной выпуклостью изделий того или иного наименования, на обработку одной поверхности расходуется шесть абразивных сегментов.

Для механизации процесса, улучшения качества обработки поверхностей листовых форм и снижения трудоемкости очистки рабочих поверхностей без проведения демонтажа исследовали возможность применения струйно-гидроабразивной обработки (СГО) формообразующих поверхностей кассет на Калининском опорно-показательном ДСК.



Эрлифтная многосопловая гидроабразивная установка

1 — барабан; 2 — стойки; 3 — лист; 4 — колесо; 5 — рама; 6 — корпус; 7 — траверса мостового крана; 8 — рельсы; 9 — привод лебедки; 10 — анкерный болт; 11 — платформа тележки; 12 — сопло; 13 — жиклер; 14 — коллекторы; 15 — уплотнения

Как показала практика, гидроабразивный метод (СГО) широко применяют для очистки поверхностей деталей от нагара, окалины, загрязнений и придания им требуемой шероховатости, а также для матирования стекла, удаления заусенцев и в других случаях*.

Метод заключается в воздействии на поверхность обрабатываемой детали под определенным углом мощной струи жидкости с абразивом, распыляемой сжатым воздухом. При ударе абразивных частиц о поверхность происходит удаление частиц металла и упрочнение материала на глубину до 50 мкм. С использованием этого метода можно получить обработанные поверхности с шероховатостью $R_z = 0,63..0,32$ мкм и ниже. Микропрофиль обработанной поверхности хорошо удерживает смазку, что важно при изготовлении железобетонных панелей.

Для реализации метода СГО на Калининском ДСК сотрудниками Калининского политехнического института разработана и изготовлена эрлифтная многосопловая экспериментальная гидроабразивная установка (ЭГУ) по очистке формообразующих поверхностей кассетных форм (см. рисунок).

По разработанной методике были проведены технологические испытания

* Биллик Ш. М. Абразивно-жидкостная обработка металлов. — М.: Машгиз, 1960. — 126 с.

установки. Обработке подвергали металлические пластины размером $2000 \times 10\,000$ мм.

Установка имеет вертикальную компоновку, выполнена в виде полого корпуса, в нижней части которого расположена емкость с абразивно-жидкостной суспензией. Внутри корпуса оппозитно на шпульпроводе закреплены 25 сопел, а соосно им на воздухопроводе размещены 25 жиклеров. Корпус установлен на раме и соединен с платформой тележки, передвигающейся на колесах.

Для герметизации полости корпуса при обработке и очистке листов от абразива предусмотрены резиновые уплотнения с воздушными коллекторами, смонтированными на входе и выходе обрабатываемого листа корпуса установки. Перемещение установки осуществляется приводом с лебедки по рельсам при помощи каната, соединенного с барабаном. Металлический лист закрепляют на стойках, загрузку производят мостовым краном при помощи траверсы.

В качестве технологических компонентов использовали воду объемом 120 л, абразивный порошок карбида кремния зеленого зернистостью М 6 (30 кг), нит-

рат натрия (0,5 кг), кальцинированную соду (2 кг).

При испытании определяли работоспособность конструктивной схемы ЭГУ, выявляли оптимальное давление сжатого воздуха и его расход, производительность и качество обработки.

Экспериментальная проверка метода гидроабразивной обработки стальных листов в производственных условиях показала работоспособность конструкции при давлении сжатого воздуха 0,4...0,6 МПа и расходе его через все сопла 8...12 м³/мин, время съема термической окалины с листа составило 18...20 мин, качество обработанной поверхности листов соответствовало шероховатости $R_z = 1,25...2,5$ мкм.

Возможности метода струйно-абразивной обработки в ЭГУ полностью не исчерпаны, так как в экспериментах ставилась задача определения принципиальной возможности СГО крупногабаритных изделий в вертикальной плоскости. Технологические возможности ЭГУ можно расширить применением в качестве обрабатываемого материала крупнозернистого абразива (кварцевый песок) или стеклянных и стальных мелких шариков, а также использованием для подачи силового агента (жидкости)

растворонасоса, различных эффектов для увеличения скорости абразивного потока, наложения асцилляции на струю и др.

Исследования показали необходимость конструкторской доработки устройства для удаления аэрозоля, образующегося в процессе обработки, подтвердили целесообразность внедрения СГО для очистки рабочих поверхностей оснастки формовочных установок. Установлена принципиальная возможность гидроабразивной очистки крупногабаритных изделий, в частности рабочих поверхностей кассет, применяемых на Калининском ДСК.

На опытный промышленный образец участка гидроабразивной обработки кассет размером 6000×3500 мм разработан технический проект, в котором предусмотрен технологический процесс очистки кассет в закрытой камере. Метод имеет несложное оснащение и позволяет получить требуемое качество поверхности.

Для создания конструкции промышленной установки и внедрения технологии гидроабразивной обработки в производство крупнопанельного домостроения необходимо создать опытный участок для обработки кассетных форм.

В помощь заводским лабораториям

УДК 69.002:53.088

О. Ш. КИКАВА, канд. техн. наук; В. М. КОСАРЕВ, М. П. ЗАЙЦЕВ, инженеры (МособлстройЦНИЛ)

Инструментальная погрешность склерометров

Массовое внедрение неразрушающего контроля прочности бетона, особенно его статистических форм, предполагает полную взаимозаменяемость однотипных средств измерения при соответствующем метрологическом обеспечении метода и инструмента. Основа последнего условия заключается в нормировании допускаемой инструментальной составляющей погрешности измерительного средства, представляющей собой интегральную величину от погрешностей блоков и элементов, а также регламентирование требований к методам и средствам проверки прибора в целом и его составных частей.

Критерии оценки и способы вычисления инструментальной погрешности определяются видом функциональной зависимости и возможностью измерения с

требуемой точностью входящих в нее параметров.

Рассмотрим наиболее распространенные механические средства неразрушающего контроля прочности бетона — склерометры, использование которых основано на зависимости твердости материала от прочности.

В нормативных документах погрешность градуировочной зависимости «косвенная характеристика — прочность» Π_{Σ} определяется условием $\Pi_{\Sigma} \leq 12\%$.

Для обеспечения указанного условия инструментальная погрешность для склерометрических методов контроля прочности бетона $\Pi_{\text{и}} \leq 4\%$.

Для склерометров статического действия (например прибора ПБ, принцип действия которого основан на измерении твердости по методу Роквелла) выражение функциональной зависимости

может быть представлено в виде

$$HB = \frac{\Delta P}{F} = \frac{P_p - P_0}{\pi D_{\text{ин}} \Delta h}, \quad (1)$$

где HB — статическая твердость по Бриггелю, МПа; P_p , P_0 — рабочая и предварительная нагрузки на индентор, Н; ΔP — разность рабочей и предварительной нагрузок, в интервале которой измеряется глубина внедрения индентора в испытываемый материал, Н; $\Delta P = P_p - P_0$; F — площадь сферической поверхности отпечатка, образованного на материале при испытании, мм²: $F = \pi D_{\text{ин}} \Delta h$; $D_{\text{ин}}$ — диаметр сферы индентора, мм; Δh — глубина внедрения индентора в испытываемый материал при изменении нагрузки от P_0 до P_p , мм.

Все параметры, входящие в выражение (1), поддаются нормированию и непосредственному измерению. В част-

ности, для прибора ПБ, согласно требованиям нормативных документов, допускаемые отклонения указанных параметров установлены в следующих пределах:

вариации показаний силоизмерителя (P_p и P_0) $\leq 1\%$;

вариации показаний глубиномера (Δh) $\leq 0,01$ мм, что при средней глубине внедрения индентора $\Delta h = 1$ мм соответствует $\delta \Delta h \leq 1\%$;

разномерность диаметра шариков $\delta D_{шп} \leq 0,2\%$.

Градуировку и проверку силоизмерителя осуществляют образцовым динамометром 3-го разряда по ГОСТ 9500—84, глубиномера — многооборотной индикаторной головкой 2 МИГ или 1 МИГ по ГОСТ 9696—82.

Условие требуемой точности инструментального средства испытания ($\Pi_{и} \leq 4\%$) в этом случае можно записать в виде

$$\left. \begin{aligned} \delta H B_{в} &= \left(\frac{H B_{max}}{H B_{ном}} - 1 \right) 100 \% \leq 4 \% ; \\ \delta H B_{н} &= \left(\frac{H B_{min}}{H B_{ном}} - 1 \right) 100 \% \geq -4 \% , \end{aligned} \right\} (2)$$

где $\delta H B_{в}$, $H B_{н}$ — верхнее и нижнее отклонения функционального параметра; $H B_{max}$, $H B_{min}$ — максимальное и минимальное возможные значения измеренной твердости при ее номинальной величине $H B_{ном}$:

$$H B_{max} = \frac{P_{pmax} - P_{0min}}{\pi D_{шпmin} \Delta h_{min}} ;$$

$$H B_{min} = \frac{P_{pmin} - P_{0max}}{\pi D_{шпmax} \Delta h_{max}} ;$$

причем

$$K_{max} = K_{ном} \left(1 + \frac{\delta K}{100} \right) ;$$

$$K_{min} = K_{ном} \left(1 - \frac{\delta K}{100} \right) ;$$

где K — функциональные параметры P_p , P_0 , $D_{шп}$ и Δh ;

δK — абсолютные отклонения функциональных параметров (δP_p , δP_0 , $\delta D_{шп}$ и $\delta \Delta h$).

После необходимых подстановок $\Pi_{и} = \delta H B = \pm 3,2\% < \pm 4\%$, то есть условие (2) выполнено, инструментальная составляющая погрешности прибора статического действия (в рассматриваемом случае — типа ПБ) $\Pi_{и} \leq \pm 4\%$.

Функциональная зависимость для склерометров динамического действия с пружинным приводом бойка, работающего по методу пластического отпечатка, определяется выражением динамической твердости материала

$$H_d = \frac{E_k}{V} ; \quad (3)$$

где H_d — динамическая твердость материала; E_k — кинетическая энергия бойка в момент соударения с испытуемым материалом; V — объем пластического отпечатка.

Входящие в выражение (3) параметры E_k и V невозможно непосредственно измерить без учета потерь на трение и влияния угла отклонения оси чувствительности склерометра от вертикали

$$E_k = \frac{c^2 l^2 (2L - l)^2}{8m} ; \quad (4)$$

где c — жесткость пружины ударного устройства; l — длина участка разгона бойка; L — длина хода пружины от свободного состояния до положения взвода; m — масса бойка.

В условиях высокой технологической дисциплины приборостроительного производства могут быть обеспечены следующие отклонения параметров, входящих в выражение (4): $\delta c = +12,6\% - 14,5\%$; $\delta l = \pm 1,8\%$; $\delta (2L - l) = +9\% - 4\%$; $\delta m = \pm 0,2\%$.

После необходимых подстановок получим $\delta E_k = +56\% - 35\%$. Объем пластического отпечатка V можно установить по диаметру d на поверхности материала, погрешность измерения которого по ГОСТ 22690.1—77 не должна превышать 3% ($\delta d \leq 3\%$ и $\delta V \leq 2,3\%$). При этом возможные отклонения динамической твердости $\delta H_d = +60\% - 36\% \gg \Pi_{и} = 4\%$, то есть даже самое строгое нормирование функциональных параметров динамических параметров не обеспечивает требуемой точности приборов, необходима дополнительная регулировка ударного устройства.

ГОСТ 22690.1—77 предусматривает проверку приборов на наковальне массой 10 кг, осуществляемую по средней величине измерения, вычисленной по результатам 10 испытаний, при этом отклонение отдельных результатов от среднего значения не должно превышать $\pm 5\%$.

Для оценки погрешности задания кинетической энергии динамического склерометра воспользуемся выражением

$$\sigma = \frac{4 R E_k}{\pi a^4} ; \quad (5)$$

где σ — прочность материала наковальни, нормируемая твердостью; R — радиус сферы индентора; a — радиус пластического отпечатка.

При термической обработке $\delta \sigma = \pm 12,1\%$. Ранее определено, что $\delta a = \delta d = \pm 3\%$; $\delta R = \delta D_{шп} = \pm 0,2\%$. После подстановки величин отклонений в соответствующие выражения $\delta E_k =$

$$= +26\% - 22\% \text{ и } \delta H_d = +42\% - 31\% \gg \Pi_{и} = 4\% .$$

При построении градуировочной зависимости для каждого динамического склерометра, работающего по методу пластической деформации, инструментальная погрешность составит $\delta H_d = +12\%$, но в этом случае практически исключается возможность организации статистических форм контроля прочности бетона.

Для динамических склерометров, работающих по методу отскока,

$$\sigma = \frac{5 k^2}{\pi} \sqrt{\frac{5 k^2 \epsilon^4 E_k}{324 R^3 (1 - \mu^2)^4}} ; \quad (6)$$

где μ , ϵ — коэффициент Пуассона и модуль упругости материала наковальни; k — коэффициент восстановления скорости бойка после соударения.

При $l_{ср} = 70$ мм, $k_{ср} = 0,35$ и расстоянии между рисками шкалы $\Delta k = 1$ мм, точность отсчета коэффициента Пуассона $\delta k = \pm 2\%$.

Влияние μ и ϵ на погрешность градуировки не учитываем из-за отсутствия достоверных данных об их варьировании, а влияние R — из-за малой величины. Вследствие влияния допусков на k и ϵ погрешность градуировки кинетической энергии ударника склерометра с помощью наковальни в партии приборов $\delta E_k = +124\% - 58\%$, а инструментальная составляющая погрешности определения функционального параметра $\delta H_d = +35\% - 21\% \gg \Pi_{и} = 4\%$.

При построении градуировочной зависимости для каждого прибора инструментальная погрешность можно снизить благодаря исключению влияния σ до $\Pi_{и} = 8\% - 10\%$, но в этом случае возрастет методическая погрешность в результате влияния μ и ϵ .

Выводы

Существующие конструкции склерометров динамического действия дают значительную погрешность кинетической энергии ударного устройства, метрологически не обеспечены, поэтому их можно использовать при построении градуировочных зависимостей для отдельных приборов.

Для метрологического обеспечения динамических склерометров и создания условий их взаимозаменяемости с целью использования при организации статистических форм контроля необходима разработка устройства для градуировки и проверки величины кинетической энергии бойка.

Склерометры статического действия имеют полное метрологическое обеспечение, малая величина их инструментальной погрешности создает условия для их взаимозаменяемости при организации статистических форм контроля прочности и однородности бетона.

А. С. ЗАЛЕСОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); И. Н. СТАРИШКО, канд. техн. наук (Вологодский политехнический ин-т)

Влияние преднапряжения на прочность элементов по наклонным сечениям

Для исследования влияния преднапряжения на прочность железобетонных элементов по наклонным сечениям в НИИЖБ испытаны преднапряженные балки с широким изменением основных характеристик опытных образцов — величины преднапряжения, количества поперечной арматуры и относительного пролета среза.

Опытные образцы представляли собой свободно опертые балки прямоугольного сечения размером 15×30 см, загруженные двумя симметрично расположенными сосредоточенными грузами.

Нижняя продольная арматура состояла из 2 Ø 18 Ат-V, верхняя продольная арматура — 2 Ø 10. Нижнюю продольную арматуру выполняли со специальными анкерами и без анкеров на концах стержней с тем, чтобы проследить за влиянием возможного проскальзывания продольной арматуры на опорах на прочность железобетонного элемента по наклонному сечению.

Преднапряжение продольной арматуры изменялось от нулевых значений (балки без преднапряжения) до значений, со-

ставляющих 0,6 условного предела текучести арматурной стали. Поперечную арматуру выполняли Ø 6 А-I с расстоянием между стержнями 5...20 см. Относительный пролет среза (расстояние от опоры до груза, деленное на рабочую высоту сечения) изменялся в пределах 1,5...3.

Испытания показали, что преднапряжение существенно отражается на характере образования и развития трещин (рис. 1, 2): с его увеличением наклонные трещины развиваются по траектории, сдвинутой к нижней грани элемента и к грузу, в результате чего верхний конец наклонной трещины располагается на большем расстоянии от верхней грани элемента, т. е. высота зоны бетона под вершиной наклонной трещины под грузом возрастает, нижний конец наклонной трещины пересекает продольную арматуру на большем расстоянии от опоры, а до опоры вдоль арматуры располагается сеть локальных пологих трещин. Система наклонных трещин от груза до опоры располагается более полого.

Преднапряжение продольной арматуры

существенно повысило несущую способность элементов по наклонным сечениям (рис. 3), наиболее значительно при увеличении преднапряжения примерно до 0,4 условного предела текучести арматурной стали, далее рост несущей способности замедлялся. Наиболее значительное повышение несущей способности с ростом преднапряжения наблюдалось в балках без поперечной арматуры — в 3 раза. При наличии поперечной арматуры рост несущей способности под влиянием преднапряжения происходил медленнее, при шаге хомутов 20 см, $\mu = 0,0019$ несущая способность возрастала примерно в 2 раза, а при шаге хомутов 10 см, $\mu = 0,0038$ — в 1,2 раза.

Применение новых методов расчета, основанных на более совершенной физической модели [1, 2], для оценки прочности преднапряженных элементов по наклонным сечениям дает хорошее совпадение с результатами экспериментов ($\pm 20\%$). Однако для использования в инженерной практике эти методы требуют дополнительной проработки и уточнения. Поэтому в СНиП 2.03.01—84 принят приближенный способ учета влияния преднапряжения на прочность по наклонным сечениям введением коэффициента φ_n , который увеличивает поперечную силу Q_b , воспринимаемую бетоном в наклонном сечении,

$$Q_b = \frac{\varphi_b z (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2}{c} \geq \geq \varphi_b z (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0, \quad (1)$$

где $\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt} b h_0} \leq 0,5$.

Аналогично оценивается влияние продольных сжимающих сил в элементах без поперечной арматуры. Для преднапряженных элементов вместо продольной сжимающей силы N подставляют усилие предварительного обжатия P .

Для учета влияния продольных сжимающих сил принята наиболее простая линейная зависимость, повышающая поперечную силу Q_b с ростом усилия преднапряжения P .

Расчетную зависимость построили на основе и других экспериментальных исследований прочности железобетонных элементов по наклонным сечениям, в том числе при действии приложенных внешне продольных сжимающих сил [3].

В результате установлено, что при значительных продольных сжимающих силах рост несущей способности по наклонным сечениям замедляется и в дальнейшем возможно ее снижение. При этом, как правило, происходит разрушение, оцениваемое расчетом по нормальному сечению. Поэтому следует ограничить рост

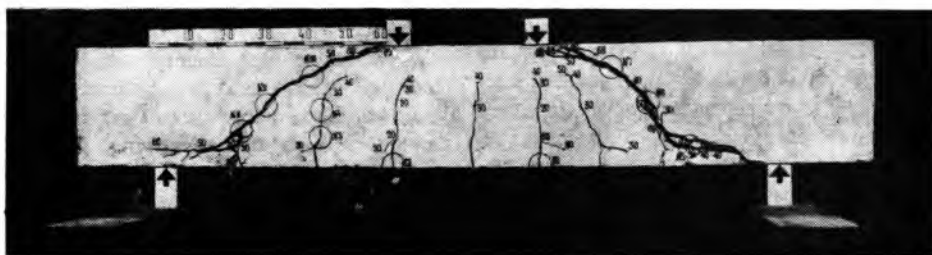


Рис. 1. Схемы развития наклонных трещин и разрушение в ненапряженных железобетонных элементах

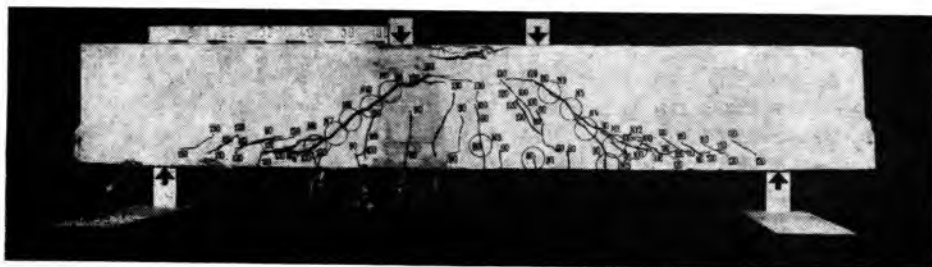


Рис. 2. Схемы развития наклонных трещин и разрушение в преднапряженных железобетонных элементах

φ_n определенной величиной, чтобы общее повышение поперечной силы Q_b не превосходило некоторого безопасного значения.

Влияние продольных сжимающих сил на прочность по наклонным сечениям зависит от эксцентриситета приложения продольной сжимающей силы. С увеличением эксцентриситета от центрального приложения продольной сжимающей силы в сторону, создающую момент, обратный моменту от действия поперечных сил, эффект положительного влияния продольной сжимающей силы возрастает, а с увеличением эксцентриситета в другую сторону положительный эффект резко снижается. Поскольку по СНиПу расчет наклонных сечений в целом на действие поперечных сил производят независимо от расчета на действие моментов, неселеобразно при учете влияния продольных сжимающих сил вводить дополнительное влияние эксцентриситетов, т. е. моментов. Поэтому величину φ_n выбрали близкой к опытным значениям при центральном приложении продольной сжимающей силы, имея в виду, что при эксцентриситетах, дающих обратный момент от поперечных сил, получается некоторый запас прочности, а при эксцентриситетах, дающих момент, действующий в ту же сторону, что и момент от поперечных сил, положительное влияние продольных сжимающих сил вовсе не учитывается.

Для преднапряженных элементов с напрягаемой арматурой, расположенной у растянутой грани свободно опертых элементов, опытная несущая способность должна несколько превышать расчетную. Сравнение с экспериментальными данными показало, что для балок с поперечной арматурой соотношение между опытной разрушающей нагрузкой и расчетной находится в пределах 1...1,4, а для балок без поперечной арматуры — 1,5...1,8.

При наличии напрягаемой арматуры в сжатой зоне в результате развития деформаций укорочения бетона происходит погашение преднапряжения. Поэтому влияние преднапряжения в арматуре, расположенной в сжатой зоне, в расчете на действие поперечных сил не учитывается.

В неразрезных или защемленных на опорах балках с напрягаемой арматурой, расположенной только в нижней зоне, усилие предварительного обжатия на приопорных участках даст момент, направленный в ту же сторону, что и момент от действия поперечной нагрузки. При этом влияние предварительного обжатия также не учитывается.

При отсутствии в высокопрочной продольной арматуре преднапряжения опытные значения несущей способности по на-

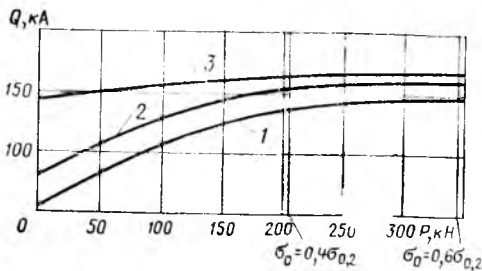


Рис. 3. Зависимость несущей способности преднапряженных элементов по наклонным сечениям от усилия предварительного обжатия
1 — $\mu_{sw}=0$; 2 — $\mu_{sw}=0,19\%$; 3 — $\mu_{sw}=0,38\%$

клонным сечениям оказались несколько ниже расчетных. Это явление объясняется тем, что в СНиПе влияние количества продольной арматуры на несущую способность железобетонных элементов по наклонным сечениям при действии поперечных сил не учитывается, хотя с уменьшением количества продольной арматуры предельное значение поперечных сил несколько снижается. Обычно при снижении количества продольной арматуры определяющим становится разрушение по нормальным сечениям, и относительное снижение несущей способности по наклонным сечениям не проявляется. Однако при использовании высокопрочной ненапрягаемой продольной арматуры разрушение по нормальному сечению при том же небольшом количестве продольной арматуры относительно отодвигается, и происходит разрушение по наклонному сечению ввиду его пониженной несущей способности, вызванной небольшим продольным армированием. Для улучшения совпадения расчетных и опытных результатов следует при расчете элементов с высокопрочной арматурой без преднапряжения или при смешанном армировании вводить в формулу для определения поперечной силы, воспринимаемой бетоном, понижающий коэффициент 0,8.

Пользуясь общим правилом для определения длины проекции наклонной трещины c_0 , на которой учитывается усилие в поперечной арматуре, исходя из минимума суммарного усилия Q_b и Q_{sw} , при наличии преднапряжения

$$c_0 = \sqrt{\frac{\varphi_b z (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2}{Q_{sw}}} \quad (2)$$

Эта величина недостаточно точно отражает реальную длину проекции наклонной трещины в преднапряженных элементах и несколько завышает усилие Q_{sw} , воспринимаемое поперечной арматурой в наклонной трещине. Однако неточность в подсчете усилия Q_{sw} компенсируется имеющимся запасом усилия Q_b .

Принятая в СНиП 2.03.01—84 методика расчета прочности наклонных сечений на действие поперечных сил с учетом

влияния преднапряжения требует дальнейшего совершенствования. Наиболее полно его можно осуществить при переходе на новые методы расчета.

Выводы

Преднапряжение железобетонных элементов существенно повышает их несущую способность по наклонным сечениям при действии поперечных сил.

Принятая в СНиПе методика расчета позволяет приближенно учитывать влияние преднапряжения на прочность по наклонным сечениям, что повышает эффективность конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Залесов А. С. Новый метод расчета прочности по наклонным сечениям // Расчет и проектирование железобетонных конструкций. — НИИЖБ. — Вып. 39. — 1977. — 175 с.
2. Тарашко И. Н., Залесов А. С., Сигалов Э. Е. Несущая способность по наклонным сечениям предварительно напряженных изгибаемых железобетонных балок // Изв. вузов. Сер. Стро-во и архитектура. — 1976. — № 4. — С. 17—22.
3. Залесов А. С., Майля Р. Л., Шенна С. Г. Прочность элементов при поперечном изгибе с продольными сжимающими силами высокого уровня // Бетон и железобетон. — 1984. — № 3. — С. 34—35.

На ВДНХ СССР

Форма-вагонетка для изготовления стеновой панели

На тематической выставке «Производство новых эффективных материалов и конструкций с использованием ресурсосберегающих технологий» в объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР была показана форма-вагонетка для изготовления стеновой панели МФ 54-30/6.

Разработанная в СКТБ Главмоспромстройматериалов, форма-вагонетка представляет собой платформу на колесах, на которой размещены откидные борта, вкладыши и пустообразователи. Металлическая конструкция платформы состоит из рамы с настилом. В раме размещены колеса с опорами, гнезда под толкатели, отбойники и буфера, рассчитанные для конвейерной линии с колеей 2930 мм. Вкладыши и пустообразователи устанавливаются на бортах. Борта откидные, на шарнирах, между собой крепятся винтовыми замками. Закладные детали монтируются с помощью винтовых фиксаторов.

В форме-вагонетке можно также изготавливать панели МФ 66-30 и МФ 60-30 после перемещения поперечного вкладыша. Угол открывания бортов — 30°. Габаритные размеры формы-вагонетки (длина × ширина × высота) 7230 × 3740 × 747 мм. Масса формы с изделием 14680 кг.

Форма-вагонетка внедрена на Бескудниковском комбинате строительных материалов и конструкций № 1 (127410, Москва, Стандартная ул., 6).

Я. И. МАРКУС, канд. техн. наук (НИИСК); Г. И. БАРЕНБОЙМ, канд. техн. наук (НИИАСС)

Устойчивость полки как фактор ограничения несущей способности ребристых плит

Одним из видов исчерпания несущей способности ребристых железобетонных плит является потеря устойчивости полки.

Авторы проанализировали устойчивость полки ребристых плит на назначенные предельной нагрузки, принимаемой при заданных опалубочных размерах исходя из требований I и II-го предельных состояний по СНиП 2.03.01—84.

Экспериментальными исследованиями, выполненными на моделях и натурных конструкциях, доказана возможность исчерпания несущей способности ребристых плит вследствие потери устойчивости полки [1]. Реализация такого характера разрушения:

$$\sigma_{пр} - \sigma_{кр} \geq 0, \quad (1)$$

где $\sigma_{пр}$, $\sigma_{кр}$ — предельное и критическое напряжения в полке.

Предельное напряжение вычисляют как функцию внешних усилий и геометрических параметров плит (см. рисунок), исходя из предположения о равномерности распределения напряжений по высоте полки от действия нормальной силы ($N=M/z$)

$$\sigma_{пр} = \frac{N}{h_f l_2} \quad (2)$$

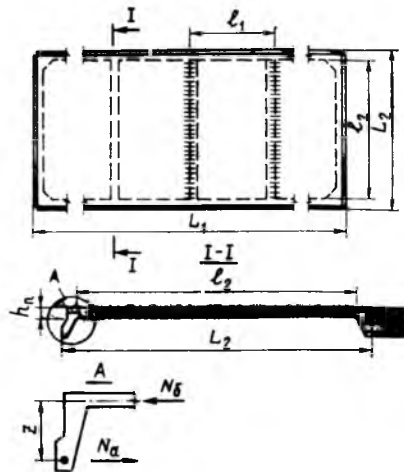
Для вычисления критического напряжения представляют полку в виде неразрезной полосы, упруго защемленной в продольных ребрах, и, используя предпосылки и зависимости теории гибких пластинок, записывают как функцию геометрических параметров полки и деформативных характеристик бетона [2]:

$$\sigma_{кр} = \frac{k_3^* \pi^2 D'}{l_2^2 h_f} \quad (3)$$

где D' — расчетная цилиндрическая жесткость поля плиты, подсчитанная с учетом секущего модуля деформаций и длительности действия нагрузки [1]; k_3^* — коэффициент закрепления поля плиты, вычисляемый в соответствии с работой [2].

Рассматриваемый характер исчерпания несущей способности отличают следующие особенности:

разрушение носит хрупкий характер;



Ребристая плита и схема усилий

регламентируемый нормами модуль упругости бетона не имеет нормативной характеристики, определяющей требуемый запас прочности по отношению к расчетному значению;

величина $\sigma_{кр}$ линейно зависит от модуля деформаций. При повышении класса бетона модуль (в отличие от прочностных характеристик) возрастает незначительно. Так, для классов В30 и В45 E_b отличается лишь на 13%, применение легкого бетона снижает начальный модуль упругости на 40%.

В таблице приведены данные для наиболее массовых конструкций ребристых плит перекрытий и перекрытий.

Для плит перекрытий, отличающихся относительно малым пролетом и большой цилиндрической жесткостью, обу-

Плита	Размер плиты, м	Серия	Геометрические параметры, см							$\gamma = l_1/l_2$	k_3^*	Класс бетона	Максимальная нагрузка, кН/м²	Напряжения в полке, МПа	
			L_1	L_2	l_1	l_2	h_f	H/z	$\sigma_{пр}$					$\sigma_{кр}$	
Перекрытия	1,5x6	1.442.1-1	555	148	135	124	5,0	$\frac{40}{34}$	1,09	9,7	В40	54,0	12,0	>100,0	
Покрытия	1,5x6	1.465-7	597	149	147	133	3,0	$\frac{30}{25}$	1,10	9,8	В25	14,0	8,0	10,0	
	3x6	ГОСТ 22701.0—77	597	298	98	272	3,0	$\frac{30}{25}$	0,36	10,7	В30	10,0	6,0	20,0	
	3x12	1.465.1-4/80, тип I	1196	298	150	270	3,0	$\frac{45}{37}$	0,56	7,3	В45	7,4	11,7	14,7	
	То же, из легкого бетона	1196	298	150	270	3,0	$\frac{45}{40}$	0,56	7,3	В25	5,7	8,3	8,5		
		То же, тип II	1196	298	99	264	3,0	$\frac{45}{37}$	0,38	10,0	В45	10,6	16,7	21,5	
		То же, тип III	1196	298	99	264	3,5	$\frac{45,5}{35}$	0,38	9,3	В45	13,0	14,9	28,0	
На пролет типа II	3x18	1.465.1-13	1794	296	155	266	3,0	$\frac{90}{74}$	0,58	7,25	В45	10,0	17,8	17,1	
			1794	296	155	266	3,5	$\frac{90}{74,5}$	0,58	7,2	В45	12,0	8,0	21,0	
	3x24	Шифр 256-81	2394	296	155	266	3,0	$\frac{120}{95}$	0,58	7,25	В45	6,5	16,0	16,1	
			2394	296	153	260	3,5	$\frac{120}{95,5}$	0,58	7,2	В45	10,0	21,2	21,2	

словенной толщиной полки $h_f = 5$ см, условие (1) не реализуется. Аналогичные данные получены для плит покрытий длиной 6 м, в которых $k_3^* = 10 \dots 11$, а момент (сжимающее усилие) относительно невысок, т. е. условие (1) имеет вид $\sigma_{пр} \leq \sigma_{кр}$.

Для плит покрытий длиной 12 м реализация условия (1) вполне реальна. Так, для плиты размером 3×12 м, тип I, шаг поперечных ребер 1,5 м, $h_f = 3$ см при максимальной принятой в серии нагрузке $7,4 \text{ кН/м}^2$, $\sigma_{кр} - \sigma_{пр} = 3 \text{ МПа} > 0$. Выполненные расчеты показали, что для плиты данного типа предельная нагрузка, исходя из условия устойчивости, составляет $9,8 \text{ кН/м}^2$. Для аналогичных конструкций из легкого бетона ($E_b = 1,95 \cdot 10^4 \text{ МПа}$) предельная нагрузка составила $5,85 \text{ кН/м}^2$, что определило назначение в серии максимальной нагрузки $5,7 \text{ кН/м}^2$.

Для плит размером 3×12 м, тип II, при уменьшении шага поперечных ребер до 1 м $k_3^*(\sigma_{кр})$ возрастает в 1,35 раза. При увеличении толщины полки до 3,5 см (тип III) k_3^* дополнительно повышается в 1,35 раза, т. е. $\sigma_{кр}$ суммарно возрастает в 1,8 раза, существенно превышает значение $\sigma_{пр}$.

При увеличении пролета плит с 12 до 18 и 24 м изгибающий момент возрастает в 2,25 и 4 раза, а плечо внутренней пары сил — в 2 и 2,6 раза, поэтому при шаге поперечных ребер 1,5 м ($k_3^* = 7,25$) условие устойчивости определяет величину предельных нагрузок.

Проведенный анализ показывает, что в применяемых в строительстве плитах перекрытий размером $1,5 \times 6$ м, плитах покрытий размером $1,5 \times 6$ и 3×6 , а также 3×12 м (типы II, III) в силу конструктивных особенностей предельная (для заданных опалубочных размеров) нагрузка определяется условием прочности продольных ребер, а не устойчивости полки.

Ограничение, накладываемое устойчивостью полки, реализуется в плитах перекрытий размером 3×12 м (тип I) из легкого бетона, а также в плитах на пролет типа II размером 3×18 и 3×24 м, в том числе из легкого бетона.

Рассмотренные особенности работы полки следует учитывать при проектировании балочепролетных конструкций, принимая во внимание, что наиболее простым способом обеспечения устойчивости полки является увеличение ее толщины.

В настоящее время расчеты ребристых

железобетонных плит покрытий и перекрытий промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий выполняются с использованием вычислительного комплекса «OPTIMUM», включенного в фонд алгоритмов и программ для ЭВМ Госстроя СССР [3]. В состав программы входит подпрограмма STABL, выполняющая расчет устойчивости полки с учетом нормальных усилий, возникающих в полке вследствие ее совместной работы с продольными ребрами [1]. Расчет производят с перебором по классам бетона. Если при заданном классе бетона несущая способность определяется устойчивостью полки, дальнейшие расчеты ведутся с последовательным увеличением ее толщины на 0,5 см.

Предлагаемый подход позволяет рационально оценивать резервы несущей способности плитно-балочных конструкций при обеспечении их высокой надежности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркус Я. И. Устойчивость полки ребристых железобетонных плит // Расчет и испытание строительных конструкций. — Киев: Вища школа, 1976. — 107 с.
2. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. — М.: Физматгиз, 1963. — 880 с.
3. Комплексная программа расчета и оптимального проектирования ребристых предварительно напряженных железобетонных плит покрытий и перекрытий зданий (OPTIMUM). — М.: ЦНИПИАСС Госстроя СССР, 1980. — 59 с.

УДК 624.073

С. А. СМIRHOV, инж. (Кишиневский политехнический ин-т)

Работа панелей крупнопанельных зданий с учетом реальных условий опирания

При проектировании, расчете и конструировании крупнопанельных зданий обычно предполагают, что стыковые соединения плит перекрытий со стеновыми панелями выполнены идеально, плиты оперты по всему контуру и нагрузки на стены от перекрытий равномерно распределены вдоль каждой из стен. Однако вследствие того, что на каждой технологической операции при изготовлении и монтаже конструкций объективно неизбежны погрешности [1], реальная работа стыковых соединений и несущих элементов крупнопанельных зданий отличается от принятой расчетной схемы. Поэтому необходимо было оценить характер и величины этих неточностей и их влияние на действитель-

ную работу плит перекрытий, напряженно-деформированное состояние которых в значительной мере зависит от граничных условий. Экспериментально-теоретический анализ проведен на примере плит марки ПП-2-1 для зданий 143-й серии (проект ГПИ Молдгипрострой).

На фактический характер опирания плит влияет прежде всего так называемая пропеллерность и изгиб их контурной части, которые обусловлены неточностью формулирующего оборудования [1], а также наплывами бетона, деформациями, связанными с неравномерностью уплотнения, транспортировкой, температурно-влажностными режимами и т. д. Существенное влияние оказывают и неточности при монтаже конструкций.

Совокупность этих факторов носит случайный характер и поэтому они могут быть изучены методами теории вероятности и математической статистики.

С целью изучения точности изготовления плит перекрытий на Кишиневском ДСК-1 геодезическими методами обследовано формующее оборудование и панели размером $4,18 \times 2,98$ м. Для обеспечения 95%-ной надежности выводов и достижения статистической достоверности результатов обследования, принимая априорно показатель точности равным 5%, коэффициент вариации 15%, уровень значимости 2,02, обследовали 36 изделий.

При статистической обработке данных измерений всю совокупность значений

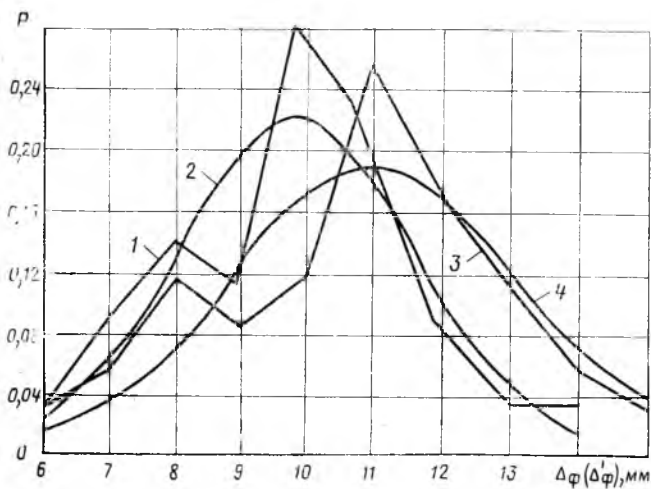


Рис. 1. Распределение пропеллерности панелей перекрытий и панельных опор

1 — эмпирический полигон частоты пропеллерности панелей перекрытий; 2 — теоретическая кривая нормального распределения пропеллерности панелей перекрытий; 3 — эмпирический полигон частоты пропеллерности панельных опор; 4 — теоретическая кривая нормального распределения пропеллерности панельных опор

фактической пропеллерности разбивали на интервалы шириной 1 мм. Полученный эмпирический полигон частоты распределения пропеллерности плит показан на рис. 1. Статистические характеристики распределения следующие: средняя арифметическая величина пропеллерности $\Delta\phi = 10$ мм, среднее квадратическое отклонение $S = 1,7$ мм, коэффициент вариации $v = 17\%$. По этим данным построена кривая теоретических вероятностей пропеллерности, для получения которой принята гипотеза о справедливости нормального закона распределения. Степень адекватности графиков проверена критерием согласия Пирсона χ^2 . Вычисленное значение $\chi^2 = 3,43$ свидетельствует [2], что сравниваемые распределения близки.

В работе [1] установлена допустимая величина пропеллерности плит, которая для рассматриваемого случая равна 8 мм. Из совместного анализа эмпирической и теоретической кривых распределения пропеллерности панелей видно, что приблизительно у 70% пропеллерность больше допустимой.

При обследовании изделий выявлено значительное возможное зависание панелей вследствие изгиба контура. Обработка данных натурных измерений изгиба контурной части изделий позволила выделить пять характерных случаев возможного неопирания плит по контуру — по короткой и длинной сторонам, в пролете и с краю, а также зависание угла конструкции. В большинстве случаев отмечается изгиб контурной части панелей в пролетах. Вследствие этого вероятнее всего неопирание углов плит. Поэтому, учитывая, что влияние систематической ошибки должно быть

исключено, статистические характеристики длин неопираний вдоль сторон определены только для наблюдаемых случаев. Для каждого варианта найдены средняя арифметическая длина зависания a , S и v (см. таблицу).

Статистические характеристики	Длина стороны, м		Угол плиты вдоль стороны
	2,98	4,18	
a , мм	1410/1490*	2160/1810*	1260/1340**
S , мм	180/200	260/290	190/160
v , %	13/14	12/16	15/12

* Перед чертой — в пролете; после черты — с краю.

** Перед чертой — 2,98 м; после черты — 4,18 м.

Анализ данных натурных исследований изделий на пропеллерность и изгиб контурной части свидетельствует, что уже на стадии изготовления велики неточности, влияющие на реальный характер опирания. Кроме того, отклонение фактических граничных условий от проектных усугубляется пропеллерностью опорного контура стеновых панелей и неоднородностью подстилающей растворной подушки. Пропеллерность панельных опор определяли геодезическими методами для 36 случаев опирания плит перекрытий. Результаты измерений в виде эмпирической и теоретической кривых распределения приведены на рис. 1 ($\chi^2 = 2,53$ признан удовлетворительным). Установлена примерно 80%-ная вероятность отсутствия полного контакта между панелями перекрытий и стен вследствие неточностей при монтаже последних. Для полученных распределений $\Delta\phi = 11$ мм, $S = 2,1$ мм, $v = 19\%$.

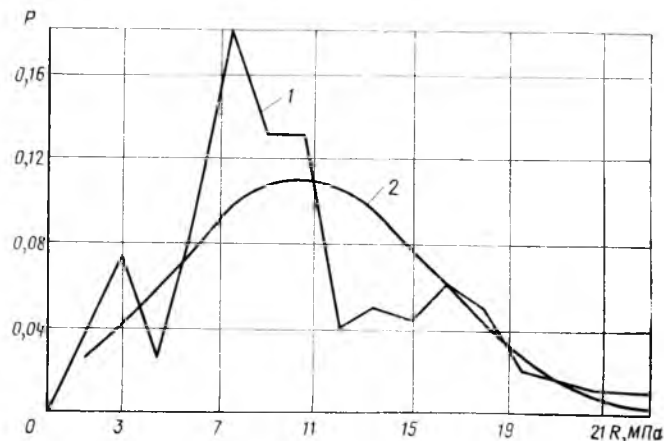


Рис. 2. Распределение прочности раствора, применяемого для устройства стыков крупнопанельных зданий

1 — эмпирический полигон частоты; 2 — теоретическая кривая нормального распределения

Для косвенной оценки неоднородности растворной подушки изучили прочность раствора, используемого при устройстве монтажных швов крупнопанельных зданий. При этом произвели отбор 160 проб раствора непосредственно на стройплощадках. Полигон частоты и теоретическая кривая нормального распределения прочности раствора по результатам испытаний приведены на рис. 2 ($\chi^2 = 25,91$ признан удовлетворительным). Характер этих графиков свидетельствует о значительной неоднородности раствора — при средней прочности раствора $R = 10,5$ МПа, $v = 50\%$. Значительная часть величин прочности ($\approx 55\%$) меньше проектной марки раствора.

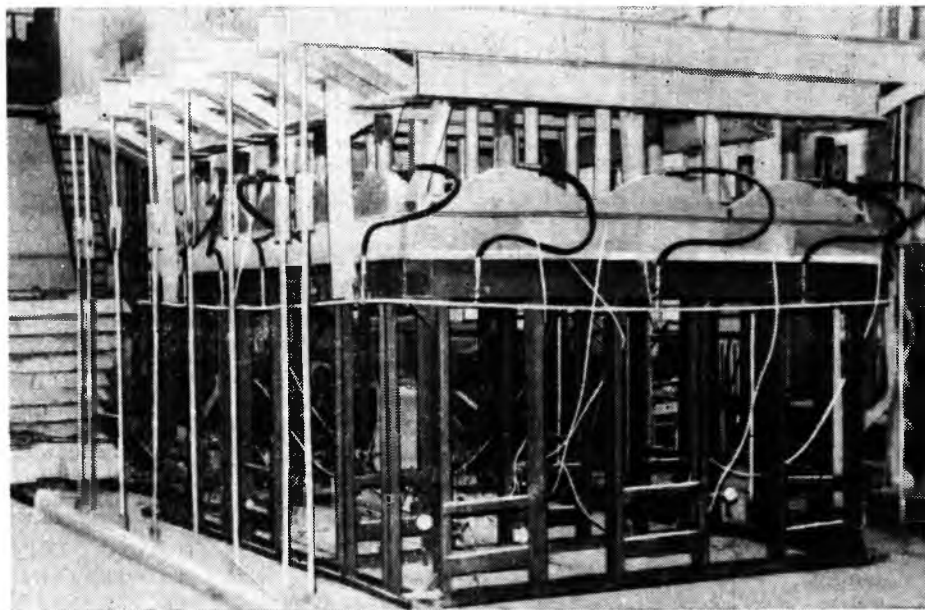
Для экспериментальной оценки взаимного влияния выявленных погрешностей монтажных работ и неточностей размеров панелей перекрытий провели натурные измерения реального контура опирания 85 плит марки ПП-2-1. Для исследований использовали специальное клинообразное приспособление, имеющее вид треугольника с нанесенной на горизонтальную часть мерной шкалой, по которой определяли расстояние от нижней грани плиты перекрытия до верха опоры. Результаты свидетельствуют, что фактический контур носит весьма нерегулярный характер — практически по всем сторонам отмечались участки неопирания. Среднее арифметическое длин неопирания превышало треть длин короткой и длинной сторон. Вероятность данных событий, выявленная на основании исследований, практически совпадает с вероятностями, установленными совместным анализом причин, их определяющих.

Таким образом, реальные условия работы панелей перекрытий в здании значительно отличаются от принятой при проектировании расчетной схемы. Однако, поскольку не всякое отклонение реальных граничных условий от расчетных заметно снижает несущую способность и повышает деформативность плит, численным экспериментом выявлены наиболее неблагоприятные для работы плит схемы опирания. Расчет проводили по программе «Микрон», созданной в НИИЖБ, учитывающей действительные свойства железобетона.

В качестве критерия существенного влияния неточностей опирания приняли 10%-ное снижение прочности или превышение прогиба плиты по сравнению с напряженно-деформированным состоянием опертой по всему контуру конструкции, или же изменение характера работы плиты — появление растягивающих напряжений и трещин в верхней зоне.

Расчетом установлено пять основных схем, при которых превышает 10%-ный критерий: неопрание угла панели с размерами длин зависания вдоль короткой и длинной сторон, равными четверти пролетов, и неопрание участков длинной и короткой сторон плиты в середине и с краю, длины которых равны примерно трети пролетов. Также выявлено девять наиболее неблагоприятных для работы панелей схем с комбинированием рассмотренных вариантов граничных условий. Сопоставлением этих данных с результатами натурных измерений установлено, что комбинированные схемы встречаются более чем в 40% неопраний.

Рис. 3. Стенд для испытаний плит перекрытий при сложных граничных условиях



Результаты расчета сопоставили с экспериментальными данными. Целью испытаний являлось изучение поведения плит на разных стадиях загрузки — от упругой работы без трещин до разрушения при выявленных численным экспериментом наиболее неблагоприятных для работы конструкций схем с комбинированием граничных условий. Эксперименты проводили на стенде по специальной методике, реализующей этот способ* (рис. 3).

Плиты нагружали сжатым воздухом. Вертикальные перемещения характерных точек образцов фиксировали прогибомерами и индикаторами часового типа. Деформации арматуры и бетона плит определяли электротензодатчиками. В процессе испытания образцов фиксировали появление и развитие трещин.

Данные расчета и экспериментов свидетельствуют о том, что прогибы плит в наиболее напряженных сечениях на неопертых участках составляют 0,5...3 мм, что намного меньше зазоров между плитой и опорным контуром, установленных при натурных исследованиях.

Результаты экспериментов подтвердили теоретические выводы о значительном влиянии граничных условий на работу плит перекрытий. Несущая способ-

ность и жесткость плит перекрытий при неблагоприятных граничных условиях снижаются в 1,5...2 раза, причем установлено изменение характера работы плит перекрытий, в том числе появление трещин по верху плиты.

Выводы

Реальная работа плит перекрытий в здании существенно отличается от идеализированной, принятой в настоящее время в проектах. Поэтому при проектировании необходимы конструктивные мероприятия, учитывающие вероятность неблагоприятных условий работы панелей в крупнопанельном здании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эглит В. И. Допуски в конструкциях из сборного железобетона. — М.: Госстройиздат, 1963. — 95 с.
2. Длин А. М. Математическая статистика в технике. — М.: Советская наука, 1958. — 466 с.

На ВДНХ СССР

Железобетонные глазурованные панели и плиты

В объединенных павильонах «Строительство» ВДНХ СССР экспонируются железобетонные глазурованные панели и плиты.

Их применяют для наружных бетонных и железобетонных стен зданий в жилищном, общественном и промышленном строительстве. Отделка стеновых панелей керамической глазурью долговечна, декоративна, доступна, дешева, индустриальна.

Глазурованию подвергают изделия из тяжелого, ячеистого и пепокерамзитового бетона, покрытые подглазурным слоем. Глазурь или керамическая эмаль одноцветная или с многоцветным рисунком наносится на лицевой слой изделий, имеющих зернистую поверхность. Процесс ее оплавления осуществляют на непрерывно действующей поточно-конвейерной линии, длина конвейера которой составляет 30...45 м. Масса металла линии — 15...50 т, мощность нагревателей...300 кВт. Годовая производительность при работе предприятия в 2 смены 60...100 тыс. м². На линии в смену занято 3—4 рабочих.

Глазуруют поверхности различного строения: плоские или рельефные с зернистостью. Габариты панелей и блоков 12,0×4,0×0,6 м. Морозостойкость отделочного слоя по ГОСТ 11024-72 не ниже 50 циклов, срок службы около 50 лет.

Затраты труда на получение 1 м² глазурованной поверхности панели или плиты составляет 0,16...0,27 чел-ч; расход глазури и эмали по металлу — 0,7...0,9 кг, пигментов керамических — 0,2...10,0%, электроэнергии — 12—16 (кВт-ч)/м².

УДК 691.33-691.322

Н. И. ЗОЩУК, канд. техн. наук, проф. (Криворожский горнорудный ин-т)

Отходы ГОКов — крупные заполнители бетона

Для уменьшения стоимости железорудного концентрата на ГОКах внедряют более совершенную технологию обогащения руды, при которой часть пустой породы выделяется в виде продукта крупностью до 25 мм. Последний можно получать в виде четырех разновидностей: крупные отходы первой стадии трехстадийного обогащения; необогащенная галь (неизмельченные разности) и щебень из нее; гравий из гали — отходы сухой магнитной сепарации избытков гали; гравиеподобные куски из отходов мокрой магнитной сепарации, являющиеся технологической просыпью, и щебень из них.

Автором предложена классификация отходов обогащения железных руд как заполнителей бетона. Доказано, что гематит и магнетит не являются реакционноспособными минералами заполнителей, установлены критерии эффективности использования отходов в качестве мелкого заполнителя и показана целесообразность применения его для получения мелкозернистого, высокопрочного бетона повышенной долговечности. Предметом настоящего исследования явились крупные заполнители из отходов ГОКов и бетоны повышенной прочности на их основе. Свойства крупного заполнителя одинакового гранулометрического состава (5...10 мм — 40% и 10...20 мм — 60%) из отходов Лебединского ГОКа приведены в табл. 1. В качестве эталона использовали гранитный щебень.

Для исследования применяли природный мытый песок с $M_k=1,12$ и содержанием отмучиваемых примесей 3%, природный песок с $M_k=2,47$ и содержанием отмучиваемых примесей 0,8% и портландцемент Белгородского завода активностью 47 МПа. По методу абсолютных объемов рассчитывали состав бетона классов В30, В40 и В60. Все смеси имели осадку конуса 2...3 см. Для бетона классов В30 и В40 использовали песок с $M_k=1,12$, а для класса В60 — $M_k=2,47$ и пластификатор С-3 в количестве 0,5% массы цемента. При этом

Таблица 1

Вид заполнителя	Плотность, кг/м ³	Пористость, %	Насыпная плотность, кг/м ³	Пустотность, %	Содержание зерен, %		Водопоглощение, %
					пластифицирующих	дробленых	
Гранитный щебень	2630	1,87	1419	43,3	14	100	0,78
Крупные отходы	2780	1,38	1470	46,0	18	100	0,53
Рудная галь	3130	0,58	1875	40,0	6	14	0,10
Отходы из гали	2960	0,83	1727	42,0	7	46	0,09
Технологическая просыпь	3200	0,97	1902	40,0	3	11	0,19

расход цемента для бетона класса В60 сохраняется таким же, как для бетона класса В40. Исследованные составы бетона приведены в табл. 2.

Заполнители из отходов покрыты тонкой оболочкой высокодисперсной пыли (диаметром менее 60 мк), которая в основном состоит из гематита и магнетита. Смыть эту пыль трудно и нецелесообразно, так как она способствует формированию более плотного контактного слоя поверхности заполнителей с цементным камнем, поэтому крупный заполнитель из отходов использовали нематым. Прочность при сжатии и средняя плотность полученного бетона через 28 сут нормального твердения показаны на рисунке.

Анализ полученных результатов показывает, что крупные отходы всех разновидностей можно использовать в качестве крупного заполнителя бетона, так как они обеспечивают большую прочность, чем гранитный щебень. Однако средняя плотность при этом повышается на 60...250 кг/м³. Наибольшая эффективность такого заполнителя проявляется при получении высокопрочного бетона. Пониженная прочность бетона на гранитном щебне и технологической просыпи при C/B , равном 2 и 3, объясняется недостаточным сцеплением раствора с поверхностью крупного заполнителя, а также пониженной прочностью зерен (много зерен в бетоне разрушилось). Кроме того, отсутствует достаточная объективность оценки прочности заполнителя бетона по его дробимости, так как все пробы заполнителя не содержали слабых зерен и имели марку по дробимости 1200.

Наиболее качественным заполнителем являются отходы первой стадии трехстадийного обогащения железистых кварцитов, так как они обеспечивают получение высокой прочности бетона при средней плотности не выше 2500 кг/м³. Наибольшую прочность бетона обеспечивает рудная галь. Небольшое количество дробленых зерен обуславливает отсутствие в зернах микротрещин и высокую прочность их при растяжении. Высокая прочность бетона на заполнителе из гали свидетельствует о том, что при хороших адгезионных свойствах поверхности заполнителя форма его зерен не

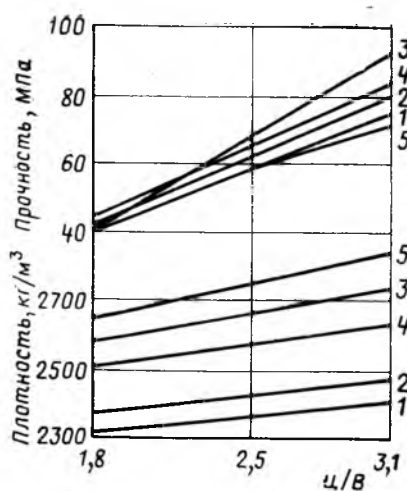
Таблица 2

Класс бетона	Расход материалов, кг/м ³	Вид крупного заполнителя				
		гранитный щебень	крупные отходы	рудная галь	отходы из гали	технологическая просыпь
В30	Цемент	353	360	338	342	338
	Песок	410	450	320	370	330
	Крупный заполнитель	1380	1400	1800	1640	1820
	Вода	196	200	188	190	188
В45	Цемент	500	507	475	480	475
	Песок	280	320	210	250	210
	Крупный заполнитель	1370	1390	1790	1630	1810
	Вода	200	203	190	192	190
В60	Цемент	500	507	475	480	475
	Песок	390	440	310	360	320
	Крупный заполнитель	1360	1380	1780	1620	1800
	Вода	162	164	154	156	154

влияет на прочность бетона. Однако средняя плотность такого бетона превышает 2700 кг/м³.

Для бетона на заполнителях из крупных отходов, отходов из гали и гранитном щебне установлены и другие свойства. Бетон на отходах ГОКа по сравнению с равнопрочным бетоном на гранитном щебне имеет более высокие модуль упругости (на 10...15%) и начальный уровень образования микротрещин (на 5...10%), но меньшие значения (на 5...10%) продольной и поперечной деформаций. Деформации ползучести на 180-е сут для бетона класса В30 на гранитном щебне составляют $141 \cdot 10^{-5}$, а для бетона на отходах — $94 \cdot 10^{-5}$. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при прочих равных условиях деформационные свойства бетона зависят от вида заполнителя.

При хранении образцов бетона во влажных условиях они постоянно и более существенно, чем на гранитном щебне, увеличивают прочность. Бетон



Прочность при сжатии и средняя плотность бетона на крупном заполнителе из гранита (1), крупных отходов (2), рудной гали (3), отходов из гали (4) и технологической просыпи (5)

всех классов имеет морозостойкость более 300 циклов, значительно большую, чем на гранитном щебне, водонепрони-

цаемость и меньшую скорость карбонизации.

На Лебединском ГОКе планируется выделение более 1 млн. м³ отходов для использования в качестве крупного заполнителя. Стоимость 1 м³ бетона на таких заполнителях уменьшается на 3...4 р. Основной областью применения крупного заполнителя из отходов должны быть бетоны с повышенной прочностью и долговечностью. В этом случае технико-экономическая эффективность использования отходов в качестве заполнителей будет наибольшей.

Выводы

Использование крупных отходов обогащения железистых кварцитов в качестве крупного заполнителя повышает прочность бетона, среднюю плотность на 60...250 кг/м³ и обеспечивает более благоприятные деформативные свойства. Эффективность применения таких заполнителей возрастает с повышением требуемого класса бетона до В60 и выше.

УДК 624.072.2.012.35

Иосилевский Л. И., Шишова Н. В., Коновалов Л. И. Оценка качественных характеристик пролетных строений заводского изготовления // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 7—8. Приведены результаты статистической обработки контролируемых напряжений и прочности бетона при изготовлении балочных пролетных строений. Сделан вывод о существенных различиях реальных и проектных характеристик бетона и занижении расчетного класса бетона. Ил. 2. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 624.016.5:69.059.22:550.346

Гребеник А. А., Трефилов В. В. Поведение конструкций зданий при землетрясении в Кишиневе // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 8—9. Приводятся результаты обследования надежности зданий с железобетонным каркасом. Причиной большинства повреждений, полученных при землетрясении, является некачественное изготовление конструкций и дефекты монтажа.

УДК 691.327:539.4

Аояги Ю., Самойленко В. Н. Прочность и деформативность обычного бетона при нагреве // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 9—10. Приведены результаты испытаний обычного бетона при воздействии повышенной температуры, выполненные в Японии. Проведено сравнение предложений японских специалистов и советских норм по учету влияния температуры на прочность и деформативность бетона при расчете конструкций. — Ил. 3, табл. 1.

УДК 666.973.6:69.022:0.3

Основский Э. В., Галузо Г. С. Прочность и поперечные деформации газосиликатобетона при растяжении методом раскалывания // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 11—12. Изложены результаты исследований предела прочности при сжатии, растяжении, границы начала микроразрушений и предельной растяжимости газосиликатобетона в зависимости от его средней плотности, изменяющейся в пределах 350...900 кг/м³. — Ил. 4, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 69.002.2.004.17

Николаева Г. В., Конина Р. С., Бескурникова А. П. Нормирование использования мощностей заводов ЖБИ и КПД // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 17—18. Представлены методические основы определения нормативов использования производственных мощностей заводов ЖБИ и КПД. Показаны основные факторы, определяющие величину резерва производственных мощностей. Обосновывается необходимость учета структуры воспроизводства мощностей при расчете норматива использования производственных мощностей на уровне отрасли.

УДК 69.002.2.003.13

Цимеринов Е. В. Совершенствование методов планирования освоения железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. С. 19—20. Исследована динамика технико-экономических показателей производства в период освоения новых конструкций на заводах сборного железобетона. Представлены основные факторы, определяющие интенсивность процесса освоения и изложен метод расчета нормативной продолжительности освоения новых конструкций. Рекомендации по совершенствованию методов планирования освоения новых железобетонных конструкций предназначены для работников, занятых планированием, организацией и оценкой деятельности заводов сборного железобетона, осваивающих новые виды железобетонных конструкций. — Ил. 2, табл. 1.

УДК 666.97:621.924.93

Базыкин А. В., Рябов Г. А., Башилов А. М. Гидроабразивная очистка формообразующих поверхностей // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 21—22. Описана конструкция и приведены результаты гидроабразивной обработки стальных листов. Определена возможность использования данного метода для очистки рабочих поверхностей крупногабаритных кассетных форм для производства железобетонных конструкций. — Ил. 1. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 69.002:53.088

Кикава О. Ш., Косарев В. М., Зайцев М. П. Инструментальная погрешность склерометров // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 22—23. Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения контроля инструментальной составляющей погрешности склерометров и предложены мероприятия по созданию условий для возможности их использования при статистическом контроле.

УДК 624.012.46.072.2

Залесов А. С., Старишко И. Н. Влияние преднапряжения на прочность элементов по наклонным сечениям // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 24—25. Изложены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния бетона и арматуры, что позволило установить влияние основных факторов на прочность изгибаемых железобетонных элементов на приопорных участках. Установлено, что преднапряжение увеличивает прочность по наклонным сечениям в 1,5 раза и более. С повышением уровня преднапряжения влияние хомутов на несущую способность по наклонным сечениям снижается. — Ил. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 69.025.224:624.042

Маркус Я. И., Баренбойм Г. И. Устойчивость полки как фактор ограничения несущей способности ребристых плит // Бетон и железобетон. — 1987. — № 8. — С. 26—27. Дан анализ влияния устойчивости полки ребристых плит на назначение предельной нагрузки, принимаемой из условия прочности продольных ребер при заданных опалубочных размерах. — Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 3 назв.

CONTENT

CONTENU

INHALTSVERZEICHNIS

Belogurov P. M., Shumaev V. A. Problem of replacement of metal by reinforced concrete in machine-industry
Nekrasov K. D., Tarasova A. P., Zhdanova N. P., Lutikova T. A., Krivoborodov A. P. Ways of high-alumina concrete economy
Iosilevsky L. I., Shishova N. V., Kononov L. I. Estimation of quality characteristics of precast bay buildings
Grebenik A. A., Trefilov V. V. Behaviour of building structures under earthquake in Kishinev
Aojagy Yu., Samojlenko V. N. Strength and deformability of ordinary concrete under heating
Osnovsky E. V., Galuzo G. S. Strength and transversal deformations of gas-silicate concrete under tension by the method of cracking
Mikhailov V. V., Bazhenov Yu. M. Choice of concrete composition for self-stressed structures considering technological factors
Krylov B. A., Pazuk Yu. V., Glinskaja V. P. Application of soil-cement concrete in rural monolith construction
Zalesov A. S., Starishko I. N. Influence of prestressing on elements strength according inclined sections
Markus Ya. I., Barenbojm G. I. Stability of shelf as factor of limitation of slabs bearing capacity
Smirnov S. A. Panel service of large-panel buildings considering real supporting conditions
Kikava O. Sh., Kosarev V. M., Saitsev M. P. Instrumental error of sclerometers
Zoshtchuk N. I. Wastes of GOKs-large concrete fillers

Belogourov P. M., Choumaev V. A. Le probleme de remplacer le metal par le beton armé dans la construction des machines
Nekrassov K. D., Tarassova A. P., Zhdanova N. P., Lutikova T. A., Krivoborodov A. P. Les voies d'économiser le ciment riche en alumine
Iossilevsky L. I., Chichova N. V., Kononov L. I. L'évaluation des caracteristiques qualitatives des structures en travées produites aux usines
Grebenik A. A., Trephilov V. V. Le comportement des structures des bâtiments pendant le tremblement de terre au Kichinev
Aoyaghi Yu., Samojlenko V. N. La résistance et la déformabilité du béton ordinaire sous le chauffage
Osnovsky E. V., Galouso G. S. La résistance et les déformations transversales du gaz-silicate-béton sous la traction par fendage
Mikhailov V. V., Bazhenov Yu. M. Le choix de la composition du béton pour les structures auto-contraintes compte tenu du facteur technologique
Krylov B. A., Pazuk Yu. V., Glinskaja V. P. L'application du sol-ciment—béton dans la construction rurale monolithe
Zalassov A. S., Starichko I. N. L'influence de la précontrainte sur la résistance des éléments le long des sections obliques
Markous Ya. I., Barenbojm G. I. La stabilité de planche comme le facteur de limitation de la capacité portante des dalles nervurées
Smirnov S. A. Le service des panneaux des bâtiments en gros panneaux compte tenu des conditions réelles d'appui
Kikava O. Sh., Kosarev V. M., Zaitsev M. P. L'erreur instrumentale des scléromètres
Zochtchouk N. I. Les déchets des GOKs-gros aggrégats pour les bétons

Belogourow P. M., Schumajew W. A. Problem des Metallersatzes durch Stahlbeton im Maschinenbau
Nekrassow K. D., Tarasowa A. P., Ljutickowa T. A., Shdanowa N. P., Krivoborodow A. P. Einsparungswege des stark tonerdehaltigen Zements
Iosilewskij L. I., Schischowa N. W., Konowalowa L. I. Einschätzung der Qualitätscharakteristiken für Überbauten von Werksfertigung
Grebnick A. A., Trefilow W. W. Verhalten der Gebäudekonstruktionen beim Erdbeben in Kischinow
Aojagi Ju., Samojlenko W. N. Festigkeit und Verformfähigkeit des Normalbetons bei Erwärmung
Osnowskij E. W., Galuso G. S. Festigkeit und Querverformungen des Gas-silikatbetons unter Zug durch Spaltmethode
Michailow W. W., Bashenow Ju. M. Abstimmung der Betonzusammensetzung für Konstruktionen mit Selbstvorspannung mit Berücksichtigung des technologischen Faktors
Krylow B. A., Pasjuck Ju. W., Glinskaja W. P. Anwendung des Erdzementbetons im ländlichen monolithischen Bauwesen
Salessow A. S., Starischko I. N. Einfluss der Vorspannung auf Festigkeit von Elementen nach Schrägquerschnitten
Markus Ja. I., Barenbojm G. I. Standfestigkeit des Flansches als Begrenzungsfaktor der Tragfähigkeit von Rippenplatten
Smirnow S. A. Plattenwirkung von Grossplattengebäuden mit Berücksichtigung von realen Auflagerbedingungen
Kikawa O. Sch., Kosarew W. M., Sajzew M. P. Werkzeugfehler von Sklerometern
Sostschuck N. I. Abfälle von Bergaufbereitungskombinaten

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 12.06.87.
 Формат 60x90^{1/8}
 Тираж 14 345 экз.

Подписано в печать 08.07.87.
 Печать высокая. Усл. печ. л. 4,0

Усл. кр.-отт. 4,75

Т-11280
 Уч.-изд. л. 5,97
 Зак. № 178

Почтовый адрес редакции 101442. ГСП. Москва, Каляевская, 23а
 Тел. 292-41-34, 292-62-06

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



Новые строительные изделия

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» в экспозиции «Индустриализация жилищного строительства» ДСК-3 объединения Тбилгорстрой Минстроя ГССР демонстрирует многопустотную панель перекрытия типа «Симкар» размером $4,05 \times 4,05 \times 0,22$ м, армированную по контуру.

Впервые в СССР панель была применена при строительстве 16-этажных полносборных безсварочных каркасно-панельных жилых домов с предварительным натяжением арматуры в построчных условиях в Тбилиси.

В панели перекрытия устроены продольные пустоты для уменьшения расхода материала и сделаны угловые вырезы для сопряжения с колоннами каркаса. Приконтурная зона панели у боковой грани, через которую извлекают пустотообразователи, для восприятия сил обжатия выполнена сплошной без отверстий. Крайние продольные пустоты, примыкающие к угловым вырезам, имеют глубину не более d и выполнены ступенчато-укороченными не менее $2d$ (где d — наибольшая ширина канала). Это уменьшает концентрацию напряжений от сил обжатия в местах сопряжений панели перекрытия с колоннами. По всем боковым граням предусмотрены местные углубления, образующие шпионные соединения при замоноличивании зазоров между смежными панелями и обеспечивающие их совместную работу с бетоном замоноличивания.

При монтаже панель перекрытия устанавливают на временные монтажные столики, крепящиеся к колоннам. Швы между колоннами и перекрытием уплотняют цементно-песчаным раствором. В зазорах между смежными панелями и через отверстия в колоннах пропускают высокопрочную арматуру, напрягаемую в дальнейшем на бетон, после чего зазоры замоноличивают бетоном. Панели изготавливают из бетона класса В 22,5 и рассчитывают на нагрузку в 60 МПа.

Их выпуск освоен на заводе КПД ДСК-3 объединения Тбилгорстрой Минстроя ГССР, где сооружена специальная установка с двадцатью пуансонами. Уменьшение диаметра пуансона со 159 до 136 мм позволило повысить звукоизоляционные качества изделий.

Панели перекрытия формируют следующим образом. Устанавливают в форму арматурные сетки и каркасы, вводят пустотообразователи, укладывают и уплотняют с помощью вибратора бетонную смесь, после чего извлекают пустотообразователи. В пределах приконтурной зоны панели у боковой грани, через которую извлекают пустотообразователи, обрушивают бетонные своды над пустотами, дополнительно бетонируют и вибрируют соответствующие участки панели. Затем ее подвергают пропариванию или иной тепловлажностной обработке.

Благодаря утолщению защитного слоя бетона на 6 см в построчных условиях исключается стяжка, упрощается конструкция пола, появляется возможность стелить линолеум или паркет без дополнительных трудоемких мокрых процессов. В заводских условиях можно получить потолочную поверхность панели, готовую под окраску. В результате увеличения габаритных размеров панелей перекрытия резко сократилось число изделий, образующих номенклатуру новых конструкций. Применение многопустотных панелей снизило расход цемента на 6...8%. Годовой экономический эффект составил 100 тыс. р.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 380017, Тбилиси, пос. ЗАГЭС, ул. Хандзтели, 4. ДСК-3 объединения Тбилгорстрой Минстроя ГССР.

В этой же экспозиции Гатчинский сельский строительный комбинат (ГССК) Главзапстроя представляет конструкции серии 1.020-1 ЛО для индивидуального строительства школ и детских садов в Ленинградской обл.

За основу проектных разработок и производства принята номенклатура изделий ГССК, разработанная совместно комбинатом, трестом Оргтехстрой и ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов. Она включает многоэтажные бесстыковые колонны для зданий высотой до 4 этажей, ригели широкополочные, многопустотные плиты пролетами 3; 6; 9 м, укрупненные на этаж трехслойные стеновые панели, фундаменты, лестничные марш-площадки и вентиляционные блоки. Всего в номенклатуре 146 марок изделий.

Характерными особенностями номенклатуры являются минимально необходимое для определенного набора типовых проектов число марок изделий, укрупнение панелей наружных стен, цоколей и подвалов на модуль, отказ от применения специальных диафрагм жесткости путем использования стен и вентиляционных блоков для обеспечения устойчивости зданий, замена ребристых плит перекрытий многопустотными.

Из минимального числа изделий номенклатуры для строительства в Ленинградской обл. отобраны типовые проекты школ на 8; 10; 20 и 30 классов, детских садов-яслей на 140; 280 и 320 мест. Проекты унифицированы по нагрузкам и переработаны с учетом применения изделий номенклатуры ГССК.

Комбинатом проведена большая подготовительная работа по организации массового поточного производства и строительства типовых многократно повторяющихся зданий. Созданы новые технологические линии для изготовления арматурных каркасов, формования и отделки наружных стеновых панелей, для изготовления ригелей, лестничных маршей и вентиляционных блоков. Для выпуска неразрезных колонн длиной до 14 м имеются два многоместных стенда с горизонтальным уплотнением бетона. Общая производительность технологических линий для изготовления конструкций серии 1.020-1 ЛО составляет 29 тыс. м³ сборных железобетонных изделий в год.

Строительство зданий осуществляют строительско-монтажные подразделения комбината.

Впервые в строительстве применены укрупненные на этаж трехслойные на гибких связях стеновые панели типа «бублик» размерами $3 \times 3,3$ и $6 \times 3,3$ м, толщиной 22 см, с установленными дверными и оконными блоками. Панели наружных углов имеют двухслойную треугольную форму, высотой на этаж 3,3 м. Парапетные панели ребристые, однослойные, без утеплителя приваривают к закладной детали вверху колонны. Цокольные подвальные панели запроектированы для технического подполья трехслойными того же сечения, что и наружные, но с жесткими связями. Они воспринимают вертикальную нагрузку от наружных панелей и горизонтальную от бокового давления грунта.

Трехслойные панели изготавливают «лицом вверх» в горизонтальном положении на конвейерной линии. Укрупненные трехслойные панели с железобетонными внутренним слоем толщиной 10 см использовали для обеспечения устойчивости зданий. Расчетная модель стен из трехслойных панелей типа «бублик» представляет собой конструкцию из замкнутых рам, прикрепленных к основанию из глухих цокольных панелей. Устойчивость зданий обеспечивается вентиляционными блоками.

Расчетная модель элемента устойчивости, образованного колоннами каркаса с вентиляционными блоками, принята в виде консольной вертикальной фермы. Колонны выполняют роль сжатых (растянутых) поясов, элементы перекрытий — роль растянутых стоек, а заполнения из вентиляционных блоков служат сжатыми подкосами этих ферм. Как конструктивный элемент блоки рассчитывают на восприятие усилий сжатия, поэтому их армирование минимальное.

Специалисты Главзапстроя, ГССК и ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов откорректировали изделия с учетом производственной базы ГССК. В результате рациональной раскладки плит в местах расположения вентиляционных блоков и других вертикальных коммуникаций в покрытиях и перекрытиях зданий удалось полностью исключить применение трудоемких в изготовлении и материалоемких ребристых плит.

Все это позволило организовать поточное промышленное строительство типовых общественных зданий, сократить расход стали на 30...40%, снизить трудоемкость изготовления изделий и строительно-монтажных работ на 15...20% и стоимость строительства.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 188350, Гатчина Ленинградской обл., промзона № 1, Гатчинский сельский строительный комбинат Главзапстроя.

А. с. 1291691 СССР, МКИ³ E 04 G 21 26, E 04 B 7/10. **Способ монтажа большепролетного покрытия здания**/ А. Т. Паринов, Ю. Т. Паринов, П. Г. Городецкий, Г. Ю. Паринов (СССР); Ставропольский политехнический ин-т и МИСИ.

А. с. 1291692 СССР, МКИ³ E 04 H 1/00. **Минсгоэтажнсе здание каркасно-панельного типа**/ В. С. Шмуклер, И. Я. Охота, А. Л. Шагин и др. (СССР); Харьковский проект.

№ 8

А. с. 1293029 СССР, МКИ³ B 28 B 5/04. **Технологическая линия для изготовления бетонных и железобетонных изделий методом раздельного формования**/ И. Н. Петухов, В. И. Соломатов, Н. Н. Маркевич и др. (СССР) НПО «Стройдарттехника».

А. с. 1293030 СССР, МКИ³ B 28 B 7/00. **Форма для изготовления стеновых панелей из бетонных смесей**/ Ю. И. Седых (СССР); Украинское республиканское правление НТО Стройиндустрии и Гипрогражданпроект.

А. с. 1293031 СССР, МКИ³ B 28 B 7/04. **Устройство для изготовления тонкостенных фибробетонных лотков**/ Ф. Н. Рабинович, Н. Н. Воинов, Ю. В. Фролов (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1293032 СССР, МКИ³ B 28 B 7/12. **Устройство для распалубки и сборки форм**/ А. И. Обухов, В. П. Обухов, М. П. Вахрушев (СССР); ЛенЗНИИЭП.

А. с. 1293034 СССР, МКИ³ B 28 B 21/35. **Способ изготовления железобетонных напорных гидропрессованных труб**/ Г. К. Б. ПО «Ремстройтехника».

А. с. 1293142 СССР, МКИ³ C 04 B 22 05. **Вязущее для бетонной смеси и строительного раствора**/ И. П. Овчинников, Б. В. Гусев, С. А. Ахременко (СССР); Симферопольский филиал Днепропетровского инженерно-строительного ин-та.

А. с. 1293143 СССР, МКИ³ C 04 B 24 00. **Способ приготовления бетонной смеси**/ А. Г. Лиакумович, М. Г. Алтыкис, П. А. Кирличников и др. (СССР); Казанский химико-технологический ин-т и Казанский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1293144 СССР, МКИ³ C 04 B 24 18. **Вязущее для бетонной смеси или строительного раствора**/ В. В. Долинко, Е. Н. Нестерчук, А. И. Шереметова и др. (СССР); Украинское НПО целлюлозно-бумажной промышленности.

А. с. 1293145 СССР, МКИ³ C 04 B 24 18. **Способ приготовления бетонной смеси путем смешивания цемента**/ В. И. Соломатов, Л. И. Дворкин, И. Б. Шамтан, Г. В. Доманский (СССР); УкрНИИводхоз.

А. с. 1293151 СССР, МКИ³ C 04 B 28/34. **Сырьевая смесь для изготовления легкого жаростойкого бетона**/ В. И. Придулло, Ю. Г. Дудеров, С. С. Вдовин и др. (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1293159 СССР, МКИ³ C 04 B 40/02. **Способ изготовления бетонных изделий**/ А. С. Карнаух, В. А. Мартыненко, М. Б. Торговников, В. Е. Лапшов (СССР); Днепропетровский филиал НИИСП.

А. с. 1293276 СССР, МКИ³ E 02 D 5/52. **Стыковое соединение секций сборной железобетонной сваи**/ А. А. Ковалевский (СССР); ДальНИИС.

А. с. 1293292 СССР, МКИ³ E 04 B 1/34. **Объемный блок**/ О. Ю. Иванов, В. С. Волга, А. М. Сорокин и др. (СССР); КиевЗНИИЭП.

А. с. 1293293 СССР, МКИ³ E 02 D 27/34. **Стыковое соединение колонны с фундаментом**/ Р. П. Кулов, М. М. Илиев (СССР).

А. с. 1293294 СССР, МКИ³ E 04 B 5/00, 1/60. **Стыковое соединение плит сборного перекрытия**/ Л. И. Мрачковский, Э. Н. Кодыш (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1293302 СССР, МКИ³ E 04 G 9/10. **Способ бетонирования конструкций из бетонной смеси**/ А. И. Ли, С. Д. Витько, Б. А. Крылов, Д. Е. Айзенштейн (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1293304 СССР, МКИ³ E 04 G 11 04. **Пневматическая спалубка**/ В. А. Чертов, А. С. Арзуманов, В. Е. Тройнин (СССР); Воронежский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1293306 СССР, МКИ³ E 04 G 21/12. **Способ армирования напряженного железобетонного элемента**/ Б. С. Маркин, Ю. Ф. Морозов (СССР); ЦНИИпромзаернопроект.

А. с. 1293355 СССР, МКИ³ E 21 D 11/10, G 01 N 19 04. **Устройство для определения заполнения набрызг-бетона с массивом**/ Г. Г. Литвинский (СССР); Коммунарский горно-металлургический ин-т.

№ 9

А. с. 1294607 СССР, МКИ³ B 28 B 1/08, G 01 N 33 38. **Способ управления процессом структурообразования при виброударном формовании ячеистобетонной смеси и устройстве для его осуществления**/ Ю. А. Пушкарёв, А. Р. Хабаров (СССР); Калининский политехнический ин-т.

А. с. 1294608 СССР, МКИ³ B 28 B 1/44. **Устройство для образования пустот в строительных изделиях**/ Л. А. Силс, О. А. Кристиньш, В. А. Селюто, Я. Я. Менесис (СССР); завод Ж5К-1 Минпромстройматериалов ЛатвССР и Латвийская сельскохозяйственная академия.

А. с. 1294615 СССР, МКИ³ B 28 B 7/04. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей**/ М. А. Капуста, Р. М. Шимберг (СССР); Киевский филиал КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1294616 СССР, МКИ³ B 28 B 7/04. **Двухместная форма для изготовления изделий из бетонных смесей**/ Д. А. Налбандян, В. А. Атанесян, Д. А. Аветисян (СССР); Ереванский политехнический ин-т.

А. с. 1294617 СССР, МКИ³ B 28 B 7/12, 5/04. **Пост распалубки свежеформованных бетонных изделий**/ В. Д. Досюк, Е. А. Купров, А. В. Андрейченко, А. Ф. Тупиков (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1294618 СССР, МКИ³ B 28 B 7/38. **Смазка для металлических форм**/ В. И. Судаков, М. И. Ядрышников, С. В. Гурьев и др. (СССР); Хабаровский политехнический ин-т.

А. с. 1294619 СССР, МКИ³ B 28 B 11/00. **Туннельная камера для тепловой обработки плоских железобетонных изделий**/ М. П. Данилов, И. Л. Ветвицкий, А. С. Карнаух и др. (СССР); Днепропетровский инженерно-строительный ин-т и Днепропетровский филиал НИИСП.

А. с. 1294623 СССР, МКИ³ B 28 B 13/02. **Способ укладки бетонной смеси**/ А. В. Андрейченко, Р. И. Давыдов, Л. И. Медовский и др. (СССР); КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1294626 СССР, МКИ³ B 28 B 21 54. **Способ изготовления напорных труб из бетонных смесей**/ О. И. Крикунов, В. В. Девятов, К. В. Мацинина, В. А. Мельников (СССР); ВНПО Союзжелезобетон.

А. с. 1294628 СССР, МКИ³ B 28 B 21/78. **Форма для изготовления гидропрессованных труб из бетонных смесей**/ А. Л. Ционский, В. А. Хрипунов, А. К. Минибаев и др. (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1294711 СССР, МКИ³ B 65 D 88/12, 90/56. **Устройство для выдачи бетона**/ В. И. Лифафтьев (СССР); Ухтинский индустриальный ин-т.

А. с. 1294778 СССР, МКИ³ C 04 B 18 10. **Способ изготовления легкого заполнителя**/ К. В. Гладких, И. Ю. Данилович, Г. В. Аникина и др. (СССР); МИСИ.

А. с. 1294779 СССР, МКИ³ C 04 B 28 09. **Арболит**/ Б. С. Баталин, О. А. Коростелева, Е. Л. Ноговицына, В. Н. Ноговицын (СССР); Пермский политехнический ин-т.

А. с. 1294780 СССР, МКИ³ C 04 B 28 08. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона**/ Н. И. Федынин, Ю. М. Седельницкий, Н. В. Кулагина (СССР); Новокузнецкое отделение УралНИИСтроипроект.

А. с. 1294795 СССР, МКИ³ C 04 B 38 09, 26/12, 24/18. **Сырьевая смесь для изготовления полимербетона**/ Т. М. Дашевская, А. А. Лямаренко, О. В. Хахова, Л. А. Хахов (СССР); Кубанский сельскохозяйственный ин-т.

А. с. 1294796 СССР, МКИ³ C 04 B 38 10. **Способ приготовления поризованной бетонной смеси**/ Б. В. Бурдаков (СССР); Симферопольский филиал НИИСП.

А. с. 1294797 СССР, МКИ³ C 04 B 40 09, 28 26. **Способ приготовления жаростойкой бетонной смеси**/ Б. Д. Тотурбаев, Ю. П. Горлов, К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова (СССР); Дагестанский политехнический ин-т и НИИЖБ.

А. с. 1294813 СССР, МКИ³ C 09 I 3/15 C 08 K 9/04. **Клей для приклеивания бетонных призм при их испытании**/ Н. И. Федынин, В. Ф. Якущенко (СССР); Новокузнецкое отделение УралНИИСтроипроект.

А. с. 1294943 СССР, МКИ³ E 04 B 5/02. **Сборное железобетонное перекрытие**/ М. М. Акуленко, А. А. Гофштейн, В. Н. Хохлов (СССР); КиевЗНИИЭП.

А. с. 1294946 СССР, МКИ³ E 04 C 1/18. **Стеновой камень**/ С. Я. Домазев, Я. М. Полонский, А. К. Яворский и др. (СССР); Горьковский инженерно-строительный ин-т и Горьковский филиал СПКО Росоргтектрэм.

А. с. 1294950 СССР, МКИ³ E 04 C 5/03. **Арматурный стержень периодического профиля**/ Г. М. Кацельсон (СССР); Донецкий научно-исследовательский ин-т черной металлургии.