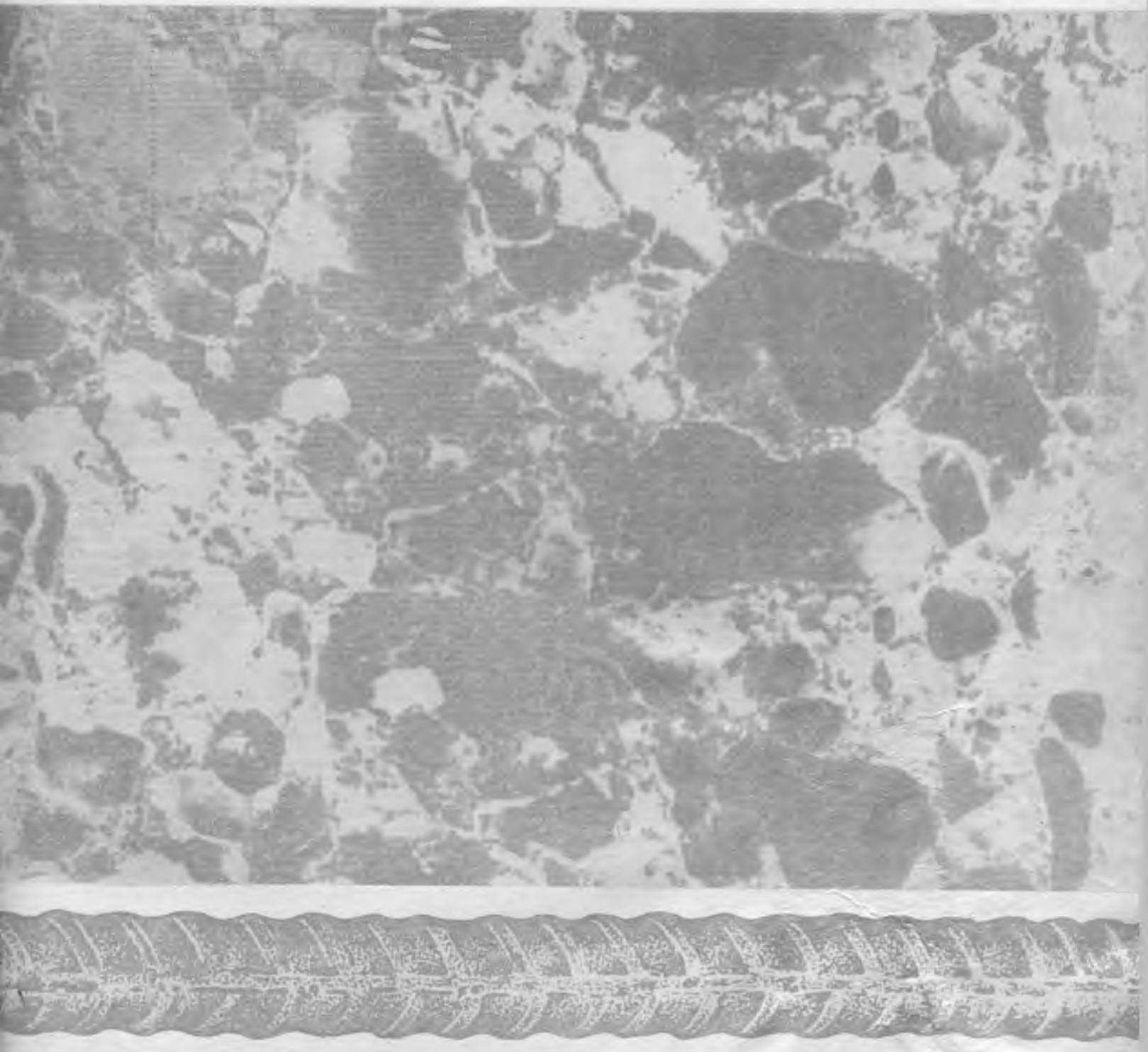
ISSN 0005 - 9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1
1987



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Дорогие читатели!

Редколлегия и редакция журнала «Бетон и железобетон» поздравляют Вас с Новым годом, желают дальнейших успехов в труде и большого личного счастья

На ВДНХ СССР

Для комплексной механизации бетонных работ

На тематической выставке «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве» в объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР экспонировались материалы по комплексной механизации бетонных работ с использованием бетоноукладочного комплекса и опалубки «Главзапстрой».

На стройках Главзапстроя Минсевзапстроя СССР ежегодно укладывается более 700 тыс. м^3 монолитного бетона. Технические службы главка осуществляют непрерывное совершенствование опалубочно-арматурных работ с одновременной унификацией параметров монолитных сооружений, технологии приготовления и способов доставки и укладки бетона.

Широкое применение бетононасосов (28 шт.) потребовало изменения технологии монолитного бетонирования, перестройки всего хозяйства [illegible] автоматизированн[illegible] централизации пр[illegible]

[illegible]троительство
[illegible]ждый произ-
[illegible] расстояние
[illegible]и бетона до

[illegible]лавзапстрое
[illegible] применени-
[illegible]с использо-
[illegible]товлению и
[illegible]едприятиях.
[illegible]редприятия
[illegible]сть устано-
[illegible]катора С-3.
[illegible]3 введен в
[illegible]тыс. т. Эта
[illegible] производ-
[illegible]в объеме

[illegible] в Главзап-
[illegible]ипов «Мо-
[illegible]еревянная,

[illegible]онструкций
[illegible] принципи-
[illegible]о назначе-

ния типа «Главзапстрой». Она имеет 100-кратную оборачиваемость, расход металла составляет 33,5 кг/м^2.

Главзапстрой постоянно совершенствует индустриализацию и централизацию производства арматурных работ. Заводы ЖБИ и ДСК главка не имеют свободных мощностей для обеспечения строек арматурными изделиями, поэтому централизация арматурных работ ведется на базах УПТК генподрядных трестов. В 1985 г. общий объем централизованного производства товарной арматуры составил около 83,5%.

В производстве бетонных работ важную роль играет технологический транспорт, доставляющий товарный бетон. Главком взято направление на специализированный транспорт — бетоновозы с мульдообразным кузовом, парк которых в настоящее время состоит из 54 ед. В соответствии с программой «Интенсификация-90» Главзапстрой будет с 1985 г. ежегодно изготовлять 40...50 таких бетоновозов. К концу двенадцатой пятилетки предполагается увеличить парк бетононасосов до 50 ед., что потребует 250...300 бетоновозов. Практика показала, что применение бетоновозов снижает потери бетона на 5...7% по сравнению с доставкой смеси самосвалами.

При отсутствии бетоновозов работа бетононасосов обеспечивается с самосвалами и бункерами-перегружателями вместимостью 4 м^3, которые изготовляются на механическом заводе главка.

Для дальнейшего повышения организационно-технического уровня производства бетонных работ и улучшения использования бетононасосов Главзапстрой начал создавать бетоноукладочные комплексы по технологической схеме «БСУ — специализированный транспорт — бетононасосы — бригада бетонщиков». Создание таких комплексов позволяет оперативно управлять всеми звеньями технологической схемы, материально заинтересовать участников комплекса и направить их деятельность на достижение конечного результата — повышение производительности труда при монолитном бетонировании.

В настоящее время с помощью бетононасосов укладывается 25% объема монолитного бетона. К концу пятилетки объем бетона, укладываемого с помощью бетоноукладочных комплексов, составит 60...70%.

Экономический эффект от применения бетононасосов составляет 1,9 тыс. р. в расчете на 1000 м^3 уложенного бетона при сокращении трудозатрат на 80 чел-дн.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1 (382)

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г. ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР **Январь 1987**

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

Пути снижения расхода цемента в строительстве 2

Подлесных В. А., Исупова О. А. Опыт Главмоспромстройматериалов по экономии цемента 4

Афанасьева В. В. Опыт Ростокинского завода ЖБК по экономному расходованию цемента 6

Малинина Л. А., Работина М. В., Бруссер М. И. Куприянов Н. Н. Экономия цемента путем снижения отпускной прочности бетона 8

Довжик В. Г. Снижение расхода цемента при производстве ограждающих легкобетонных конструкций 10

Подмазова С. А. Резервы снижения расхода цемента в вибропрокатной технологии 12

Нисневич М. Л., Анисимова Е. И., Заржицкий Г. С. Левкова Н. С. Важный резерв снижения расхода цемента 13

Гольденберг Л. Б., Оганесянц С. Л. Применение зол ТЭС для улучшения свойств мелкозернистых бетонов 15

Высоцкий С. А., Смирнов В. П. Экономия портландцемента при изготовлении бетонов с добавками золы ТЭС 17

Лещинский М. Ю. О применении золы-уноса в бетонах 19

Митник Г. С. Влияние конструкции и состояния форм на расход бетона при производстве сборного железобетона 21

Цветков И. Л. Крупный резерв экономии цемента 23

Шейнин А. М., Якобсон М. Я. Морозостойкость дорожных бетонов с добавкой С-3 при сниженном содержании цемента 24

К 70-летию Великого Октября

Трудовая вахта строителей Подмосковья 27

Конструкции

Лишак В. И., Киреева Э. И., Саарян В. В. Совместная работа многопустотных преднапряженных плит 29

Бетоны

Бабкин Л. И. Влияние однородности зернового состава крупных заполнителей на прочность бетона 32

Арматура

Куканов Ю. А., Невдолев А. К., Потапов А. П., Спорыш В. С., Волков Л. А. Многоточечная машина для сварки арматурных сеток МТМ-160 34

Заводское производство

Марцинкевич В. Л., Дедюля В. М. Назначение оптимальных режимов ТВО аглопоритобетона 35

В помощь проектировщику

Николаев В. Б., Рубин О. Д., Селезнев С. В. Расчет прочности и конструирование петлевых стыков сборных элементов 38

Мамин А. Н., Карнет Ю. Н. Сопротивление перекрытий из плит безопалубочного формования действию горизонтальной силы и крутящего момента 40

Теория

Чайка В. П. Особенности деформирования тяжелого бетона при неоднородном кратковременном сжатии 42

Долговечность

Алексеев С. Н., Бабицкий В. В., Батяновский Э. И., Дрозд А. А. Коррозионная стойкость и защитные свойства бетона сухого формования 43

На ВДНХ СССР

Козлова Л. Д. Цель — улучшение социально-бытовых условий строителей . . . 45

Наши консультации

Капкан М. М., Серых Р. Л., Фигаровский В. В. О соотношении между прочностью и морозостойкостью тяжелого бетона 46

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

© Стройиздат, 1987

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ЦЕМЕНТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В решениях XXVII съезда КПСС отмечено, что одним из главных рычагов повышения эффективности производства является ускорение темпов снижения материалоемкости национального дохода. Ресурсосбережение должно стать решающим источником удовлетворения прироста потребности народного хозяйства в топливе, энергии, сырье и материалах. За счет этого в текущем пятилетии планируется получить более четверти прироста национального дохода.

Высокая материалоемкость строительства предопределяет необходимость бережного и рационального использования материальных ресурсов. Экономия этих ресурсов рассматривается в качестве одного из основных резервов интенсификации строительного производства, снижения стоимости строительной продукции, повышения эффективности капитальных вложений.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года на двенадцатую пятилетку предусмотрены весьма напряженные задания по экономии цемента. Необходимо снизить удельный его расход на 12%, что почти вдвое превышает соответствующий показатель, установленный министерствам и ведомствам в предыдущей пятилетке. Исходя из этого, для решения поставленной задачи в текущей пятилетке предстоит добиться решительных изменений в производстве цемента и использовании его в строительстве.

В одиннадцатой пятилетке Госстроем СССР, Минстройматериалов СССР, подведомственными институтами проводилась планомерная работа по обеспечению экономного расходования материалов в строительстве (в том числе и цемента) путем систематического совершенствования нормативных документов и усиления их роли в повышении эффективности использования ресурсов.

В нашей стране организовано производство высокопрочных, напрягающих, особобыстротвердеющих и других эффективных видов цемента, разработана рецептура и технология получения эффективных химических добавок, в том числе суперпластификаторов. За последние годы несколько повышено качество нерудных материалов, разработаны новые усовершенствованные конструкции сборных железобетонных изделий, утвержден для применения ряд государственных стандартов по определению активности и марки цементов, удобоукладываемости бетонных смесей и методам контроля прочности бетона. На предприятиях цементной промышленности и стройиндустрии внедряются комплексные системы управления качеством продукции и экономного использования ресурсов.

Налажен серийный выпуск машин, механизмов и оборудования для транспортирования цемента, бетонной смеси, раствора и готовых железобетонных конструкций, формования и тепловлажностной обработки изделий, увеличилось *число зданий и сооружений*, возводимых из монолитного бетона. В результате проведенных мероприятий расход цемента на 1 млн. р. строительно-монтажных работ за прошлую пятилетку снизился с 1198 т до 1119 т (1985 г.), т. е. на 6,5%.

Однако при этом ни одно строительное министерство в течение одиннадцатой пятилетки не укладывалось в плановые нормы расхода цемента. По данным ЦСУ СССР, за этот период фактической его расход на изготовление 1 м³ железобетонных конструкций в целом по предприятиям стройиндустрии снизился только на 1% (с 344,6 до 341,3 кг/м³), а по сборным бетонным конструкциям — на 5,4% (с 273 до 259 кг/м³). Нормативный же расход цемента для бетона средней марки составляет примерно 320 кг на 1 м³ железобетона. Следовательно, уровень удельного потребления цемента превышает установленные нормы более чем на 6%.

Одна из важнейших причин сложившегося положения состоит в том, что еще велики прямые потери и перерасход цемента. Эти потери непосредственно зависят как от его производителей, так и от потребителей. Проверки, осуществленные в 1984—1986 гг. Госстроем СССР, Госснабом СССР, министерствами и ведомствами, показывают, что величина потерь и неэкономного использования цемента в строительной индустрии достигает 10%.

Если условно принять за 100% все потери цемента, то по отдельным факторам их можно распределить на следующие группы:

15...20% — нерациональное использование ассортимента выпускаемых цементов и их низкое качество (нерациональное использование цементов разных видов и марок из-за поставки их без учета конкретных условий производства, применение их не по назначению, смешение разных марок цементов, отгрузка горячих цементов и с активностью ниже марочной);

30...40% — использование некачественных заполнителей бетонной смеси (недостаточной прочности, загрязненные, неоптимального зернового состава);

45...50% — несовершенство технологии производства сборного железобетона и бетона (не отвечающее требованиям оборудование для транспортирования, разгрузки и дозирования цемента, потери при его хранении, приготовлении и транспортировании бетонной смеси, дополнительный расход вяжущего за счет применения бетонных смесей с повышенной против проекта подвижностью и прочностью, износ оснастки, выпуск бракованной продукции и др.).

В этом комплексе проблем в единую цепь связаны все участники процесса производства и потребления цемента — его производители, транспортники, органы Госснаба СССР и строительных министерств, научные и проектные организации стройиндустрии. От того, насколько успешно и своевременно будут решены вопросы, связанные с перерасходом цемента каждым из этих участников, будет зависеть и конечный результат.

Для экономного и рационального расхода цемента в последние годы Госстроем СССР утвержден ряд государственных стандартов, касающихся вопросов определения активности и марки цементов, удобоукладываемости бетонных смесей и методов контроля прочности бетона.

Так, изменен порядок определения прочности бетона по результатам испытания образцов и повышен масштабный коэффициент (ГОСТ 10180—78), введены новые правила статистического метода контроля прочности бетона (ГОСТ 18105—80). Выполнение требований этих стандартов позволяет снизить расход цемента на 3...4%, хотя результаты проверок показывают, что на многих предприятиях эти документы внедрены формально и, соответственно, не дают ожидаемого эффекта.

С учетом требований указанных стандартов и других нормативных документов, использования новейших достижений в технологии и организации производства сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций разработаны и с 1985 г. введены в действие Типовые нормы расхода цемента. Их применение предопределяет уменьшение потребления этого вяжущего на 6...7% по сравнению с ранее действовавшими нормами. Типовые нормы являются ориентиром при утверждении производственных норм, однако в большинстве своем действующие производственные нормы расхода цемента превышают типовые.

Одним из основных факторов, определяющих удельный расход цемента для изготовления конструкций, является прочность бетона. В среднем для повышения этого показателя на 1% необходимо увеличить расход цемента на 0,7%. Любое

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

завышение фактической прочности бетона против необходимой ведет к соответствующему перерасходу цемента. Известно, что если образец бетона имеет отклонения от правильной геометрической формы, то при испытаниях он покажет более низкую прочность.

Анализ данных многочисленных проверок на предприятиях стройиндустрии свидетельствует, что перерасход цемента вследствие завышения прочности бетона в конструкциях из-за низкого качества изготовления контрольных образцов достигает 8%, или 3,5...4 млн. т. в год. По экспертным оценкам, сейчас в эксплуатации находится около 1,5 млн. штук форм для изготовления контрольных образцов бетона, свыше 90% которых не отвечают предъявляемым к ним требованиям по точности. Поэтому обеспечение заводских и строительных лабораторий формами для изготовления контрольных образцов бетона, соответствующими по своей точности требованиям стандарта, следует считать одной из первостепенных задач. В связи с этим Минстройматериалов СССР поручено обеспечить производство на подведомственных предприятиях ежегодно по 200 тыс. форм из легких сплавов для изготовления контрольных образцов бетона.

Значительную перспективу в области экономии цемента представляет применение различного рода химических добавок при изготовлении цемента и бетонной смеси. На 15% снижается расход цемента в бетоне при использовании суперпластификатора С-3. Несмотря на его высокую эффективность, дальнейшее развитие производства этого суперпластификатора сдерживается из-за дефицитности сырьевых материалов и необходимости строительства специальных установок. К концу пятилетки выпуск этой ценной химической добавки намечено увеличить до объемов, обеспечивающих производство 70 млн. м³ бетона.

Помимо суперпластификаторов, созданы пластифицирующие и воздухововлекающие добавки на базе отходов промышленности (ПАЩ, ВРП и др.). Эти добавки позволяют в 2...3 раза повысить морозостойкость и водонепроницаемость бетона, сократить расход цемента, увеличить долговечность конструкций.

Разработан и проверен в производственных условиях пластификатор на технических лигносульфонатах (ЛСТМ-2), получаемый на основе дешевого и недефицитного сырья, являющегося отходом производства целлюлозно-бумажных комбинатов. Введение этой добавки в цемент при помоле позволяет, наряду с его пластификацией, без дополнительных энергозатрат повысить тонкость измельчения, активность цемента и расширить объем производства пластифицированных высокомарочных цементов. Применение этой добавки для пластификации бетонной смеси дает экономию 10...12% цемента, или при необходимости без увеличения его расхода повышает прочность бетона до 20%. Добавка эффективна как при изготовлении монолитного, так и сборного железобетона.

Значительный резерв экономии цемента заключается в расширении использования на предприятиях стройиндустрии и на цементных заводах активных минеральных добавок — золошлаковых отходов теплоэлектростанций. По данным НИИЖБа, применение золы ТЭС сухого отбора, соответствующей требованиям стандарта, дает возможность экономить 50...60 кг цемента на 1 м³ бетонной или растворной смеси. При условии успешного выполнения установленных на конец текущей пятилетки заданий по использованию в строительстве золы и золошлаковых отходов представится возможным сберечь более 5 млн. т цемента в год.

Большие задачи поставлены перед капитальным строительством в двенадцатой пятилетке. Предстоит более чем на 20% увеличить объем подрядных работ. При этом основная доля прироста должна быть достигнута без дополнительных материальных ресурсов, т. е. путем усиления режима экономии. Поэтому растущая потребность строительства в цементе может быть успешно обеспечена лишь при ускоренном внедрении в практику достижений научно-технического прогресса, улучшении организации строительного производства, строгом выполнении требований стандартов и нормативных документов, широком применении ресурсосберегающих технологий, экономичных объемно-планировочных решений, конструкций и материалов.

Сейчас наша страна вступила во второй год двенадцатой пятилетки, который будет иметь важнейшее значение в развитии народного хозяйства, выполнении пятилетнего плана в целом. Это — год широкого применения новых методов социалистического хозяйствования, начало перестройки хозяйственного механизма и в строительстве.

В Государственном плане экономического и социального развития СССР на 1987 год, утвержденном на шестой сессии Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва, главное внимание уделено закреплению и усилению достигнутых позитивных сдвигов в экономике, более полному приведению в действие долговременных факторов роста общественного производства. При этом особое значение придается сбережению ресурсов. Например, дополнительная потребность в черных металлах и лесных материалах будет полностью удовлетворяться за счет повышения эффективности их использования, в цементе — на три четверти, в топливно-энергетических ресурсах — почти наполовину.

Выполнение установленных плановых заданий по экономии, по эффективному использованию производственных ресурсов, и в первую очередь — цемента, следует считать одной из важнейших задач всех работников строительного комплекса страны.

Поздравляем лауреатов

За выдающиеся достижения в труде Государственных премий СССР 1986 года удостоены передовики Всесоюзного социалистического соревнования: **Ладутько Галина Алексеевна**, прессовщица производственного объединения «Минскстройматериалы»; **Николаев Михаил Александрович**, бригадир формовщиков Ивановского завода железобетонных конструкций; **Романенко Владимир Ильич**, бригадир комплексной бригады Минераловодского завода железобетонных напорных труб; **Федоренко Виктор Демьянович**, бригадир комплексной бригады Херсонского домостроительного комбината; **Верещагин Гелий Павлович**, бригадир комплексной бригады строительного управления № 3 «Бетонстрой» треста «Магнитострой».

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.54.004.18

В. А. ПОДЛЕСНЫХ, О. А. ИСУПОВА, инженеры (КТБ Мосоргстройматериалы)

Опыт Главмоспромстройматериалов по экономии цемента

Промышленность сборного железобетона занимает ведущее положение в системе Главмоспромстройматериалов. В нее входят пять производственных объединений: Мосспецжелезобетон, Моспромжелезобетон, Мосремстройжелезобетон, Москерамзитобетон и комбинат железобетонных конструкций № 2. В их состав входят 16 предприятий и 10 заводов сборного железобетона.

Общий объем производства бетонных и железобетонных изделий составил за одиннадцатую пятилетку 25,9 млн. м³, в том числе железобетонные изделия — 17,7; изделия из керамзитобетона — 4,7; изделия из песчаного бетона — 0,4; товарный бетон — 3,1 млн. м³.

Предприятиями сборного железобетона главка ежегодно потребляется около 1,7 млн. т цемента. В прошлой пятилетке его сэкономлено 95,4 тыс. т за счет разработки прогрессивных технически обоснованных норм расхода цемента с учетом внедрения достижений науки и техники, оптимальных составов бетона, статистического метода контроля (51,5 тыс. т); применения эффективных химических добавок (16,2 тыс. т); снижения отпускной прочности конструкций (7,6 тыс. т); выпуска изделий с минусовыми допусками (6,7 тыс. т); улучшения приема, хранения и транспортирования цемента (8,4 тыс. т); применения прочих мероприятий, в том числе использования зол и шлаков (5 тыс. т).

За первое полугодие 1986 г. сэкономлено 10,83 тыс. т цемента.

Предприятия Главмоспромстройматериалов используют портландцемент и быстротвердеющий портландцемент марок 400...500, шлакопортландцемент марки 400. Поставка цемента марки 400 составляет 60...63%, марки 500—30...33%, марок 550...600—2...3%. Поставщиками цемента для предприятий главка являются около 20 цементных заводов. Более 50% цемента поставляет объединение Воскресенскцемент; 20...25% поступает с Михайловского, Жигулевского, Белгородского, Брянского цементных заводов; до 10% — с Мосцемэлеватора.

Цемент по предприятиям распределяют с учетом существующей на заводе технологии изготовления изделий, марок бетона, режимов термообработки. Для изготовления керамзитобетонных изделий используют портландцемент марки 400, для изделий с сокращенными режимами термообработки — быстротвердеющий портландцемент, для высокопрочных бетонов — цемент марки 500 и выше.

За последние годы промышленность сборного железобетона главка сделала значительный шаг вперед. Освоено производство основной номенклатуры унифицированных конструкций, предусмотренных единым каталогом. Организация производства изделий по нему осуществляется в основном не за счет строительства новых заводов, а путем интенсификации производства, модернизации и реконструкции технологических линий в действующих цехах на основе достижений науки и техники, а также специализации технологических линий.

Завод ЖБИ № 17 выпускает бортовой камень и тротуарную плитку из песчаного бетона на оригинальных вертикально-замкнутых конвейерных линиях методом виброштампования, на которых управление всеми процессами осуществляется автоматически. Прочность выпускаемого песчаного бетона составляет 50...60 МПа, морозостойкость в несколько раз выше нормативной.

На Московском заводе железобетонных труб внедрена в эксплуатацию технологическая линия по производству напорных железобетонных труб со стальным цилиндром диаметрами 500, 600, 800 мм. Это обеспечило получение труб только I и II классов прочности. Завод ЖБИ № 23 является практически единственным поставщиком объемных элементов шахт лифтов. Предприятия ПО Моспромжелезобетон (заводы ЖБИ № 11, 13, 18, 22) выпускают изделия из высокопрочного бетона марок 400...600— колонны, ригели, фермы, балки. На заводе № 6 освоены технологические линии по производству многопустотных панелей перекрытий на трехъярусных станах. Комбинат ЖБК № 2 приступил к выпуску панелей внутренних стен на конвейерных линиях из подвижных бетонных смесей.

Большое внимание при этом уделяется снижению потерь цемента при его разгрузке и дозировании. Заводы ЖБИ № 2, 4, 7, 9, 11, 18, 25 имеют железнодорожные весы и контролируют поступление цемента по массе.

На заводе ЖБИ № 18 при разгрузке цемента из вагонов внедрено пневмотранспортное оборудование — однокамерные насосы типа «Монжус». На комбинате ЖБК № 2 для разгрузки цемента, прибывшего в хоппрах, используют двухкамерный насос типа ТА-29, управлять которым можно дистанционно и в автоматическом режиме. Применение этих насосов позволяет сократить потери цемента при разгрузке на 0,3... 0,5%.

Как правило, на предприятиях главка бетонная смесь выпускается специализированными бетоносмесительными узлами. На ряде предприятий имеется дозировочное оборудование, позволяющее работать в автоматическом режиме. Для централизованного управления работой механизмов и аппаратов дозировочно-смесительных отделений применяются станции управления типа СУБЗ-1. Это оборудование обеспечивает автоматическое дистанционное и местное управление механизмами надбункерного, дозировочного и смесительного отделений БСУ. Новые станции управления типа СУБЗ-1, для комплекта оборудованные весовыми дозаторами АДБ, внедрены и успешно работают на заводах ЖБИ № 5, 9 и КСМ № 24.

К концу нынешней пятилетки на всех предприятиях Главмоспромстройматериалов будет произведена замена устаревшего оборудования новым.

Одним из путей повышения качества бетона и экономии цемента при производстве железобетонных изделий является

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

использование химических добавок различного вида. Применительно к специфике производства и основному эффекту действия добавок предприятиями главка освоены следующие их виды: воздухововлекающая СДО (ТУ 81-05-2-78. Смола древесная омыленная); пластифицирующе - воздухововлекающая ПАЩ-1 (ТУ113-03-488-84, ЩСПК — щелочной сток производства капролактама); пластифицирующая СДБ (ОСТ 13-183-83. Лигносульфонаты технические); суперпластификатор С-3 (ТУ 6-14-625-80 — разжижитель С-3); пластифицирующая добавка НИЛ-21+СН (ТУ 400-102-1-83. Пластификатор НИЛ-21).

Промышленному внедрению химических добавок предшествовал период лабораторных исследований, проводимых коллективами КТБ Мосоргстройматериалы, НИЛ ФХММ и ТП, институтов НИИЖБ и ВНИИЖелезобетон.

Эффективной областью применения химических добавок является их использование в бетонах, к которым предъявляются повышенные требования по морозостойкости, водонепроницаемости и другим свойствам, исходя из обеспечения долговечности изделий и конструкций.

Предприятия сборного железобетона главка выпускают более 1,2 млн. м³ бетона с маркой по морозостойкости выше Мрз 100.

КТБ Мосоргстройматериалы провело работы по применению различных пластификаторов бетонных смесей, в том числе ПАЩ-1. Эта добавка способствует вовлечению в бетон до 4% воздуха, введение ее в бетон в объеме 0,5% массы цемента способствует повышению водонепроницаемости и морозостойкости бетона. ПАЩ-1 не влияет на процесс твердения бетона, не ухудшает она также сцепления арматуры с бетоном и не вызывает ее коррозии.

В настоящее время эта добавка используется заводами ЖБИ № 13, 16, 18, 19, КСМ № 24.

За 1982—1985 гг. заводом ЖБИ № 18 было изготовлено 750 тыс. м³ дорожных плит. Применение добавки ПАЩ-1 позволило заводу, не изменяя технологии изготовления изделий, повысить качество бетонной смеси, стабилизировать морозостойкость бетона, повысить ее в 1,5 раза и обеспечить марку бетона по морозостойкости Мрз 300. При этом удалось снизить расход цемента, а также улучшить условия формования изделий.

В условиях заводов ЖБИ № 13 и 16, КСМ № 24 добавка ПАЩ-1 использована для бетона марок М200 и М300 при производстве изделий в полигонных условиях. Наряду с повышением показателя морозостойкости бетона изделий эффект от ее применения позволил улучшить удобоукладываемость бетонной смеси и снизить на этих предприятиях расход цемента.

Добавка ПАЩ-1 поступает с ПО Куйбышевазот (г. Тольятти) в виде водного раствора 38...40%-ной концентрации.

На предприятиях Главмоспромстройматериалов при производстве высокомарочных бетонов применяется суперпластификатор С-3. Он очень эффективен, но дефицитен и используется на двух предприятиях ЖБИ: № 11 и № 22 ПО Моспромжелезобетон. Применение этой добавки позволяет выпускать бетон марки М550 и выше из легкоформуемых смесей на портландцементе марки 500.

Суперпластификатор С-3 позволяет значительно повысить удобоукладываемость смеси, а также прочность бетона за счет снижения водопотребности, уменьшить расход цемента в бетонах различных марок. Расход добавки составляет 0,7...1,0% массы цемента.

На комбинате ЖБК № 2 организовано производство панелей внутренних стен по литьевой технологии с применением химической добавки НИЛ-21 в комплексе с ускорителем твердения сульфатом натрия СН. Расход первой — 0,6%, второго — 1% массы цемента.

Воздухововлекающую добавку СДО используют при производстве легких бетонов. Ежегодно с ее применением изготовляют до 1 млн. м³ керамзитобетона.

Пластифицирующая добавка СДБ, значительно повышающая подвижность бетонной смеси, в основном используется для приготовления товарного бетона.

В настоящее время 17 предприятий сборного железобетона главка имеют устройства для приема и хранения добавок, а также оборудование для их дозирования. Общая емкость оборудованных на предприятиях хранилищ для добавок составляет 1100 м³, годовой расход добавок — 2500 т. На заводах Главмоспромстройматериалов ежегодно изготовляется 1,5 млн. м³ бетона с химическими добавками. К 1990 г. эта цифра превысит 3 млн. м³.

Одним из источников экономии цемента на предприятиях главка является использование золы в легком бетоне. Это дает экономию 1,5...2 р. на 1 м³ изделий по сравнению с употреблением для этих целей более тяжелого кварцевого песка за счет сокращения расхода керамзитового гравия и цемента на 10%. Применение золы освоено на Бескудниковском комбинате строительных материалов и конструкций № 1 и комбинате ЖБК № 2.

В соответствии с принятыми в главном управлении «Указаниями о порядке разработки, согласования и утверждения производственных норм расхода материалов на предприятиях Главмоспромстройматериалов» (ВСН-77-80) производственные нормы расхода цемента пересматриваются ежегодно. КТБ Мосоргстройматериалы разработаны нормативные документы, которыми руководствуются предприятия в своей деятельности по рациональному использованию цемента: «Указания по рациональному использованию цемента на заводах Главмоспромстройматериалов» (ВСН 71-78); «Практические рекомендации по применению добавок для бетонов на предприятиях Главмоспромстройматериалов» и др.

В настоящее время в главке разработаны «Указания о разработке положений об испытательных подразделениях производственных объединений, предприятий, организаций Главмоспромстройматериалов и порядке их аттестации», согласно которым производится аттестация лабораторий предприятий сборного железобетона, призванных выполнять комплекс работ, связанных с испытанием материалов, цементов и подбором состава бетона.

Для проведения контроля качества бетона заводские лаборатории оснащены соответствующим оборудованием. Метрологическое обеспечение лабораторий осуществляется базовой лабораторией КТБ Мосоргстройматериалы. Назначение и корректировка составов бетона производятся с учетом фактической его однородности.

Промышленностью Главмоспромстройматериалов разработан комплекс организационно-технических мер по дальнейшей экономии цемента в двенадцатой пятилетке, предусматривающий его экономию путем совершенствования технологических процессов, внедрения экономных видов материалов. Среди этих мероприятий следует отметить применение химических добавок, автоматизацию дозирования бетонной смеси, строительство новых разгрузочных устройств типа «Монжус». Экономии будет способствовать также внедрение прогрессивных методов тепловлажностной обработки изделий и сокращение расхода цемента в них при работе в предвыходные и предпраздничные дни, совершенствование составов и технологии изготовления бетонных смесей, выпуск трехслойных панелей с эффективным утеплителем, производство вентблоков на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем, использование зол и ряд других мер.

В соответствии с этими мероприятиями за 1986—1990 гг. по главку предусмотрено сэкономить около 100 тыс. т цемента.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.54.004.18

В. В. АФАНАСЬЕВА, канд. техн. наук (Ростокинский з-д ЖБК)

Опыт Ростокинского завода ЖБК по экономному расходованию цемента

На Ростокинском заводе ЖБК ДСК-1 Главмосстроя на протяжении многих лет проводится планомерная работа по снижению расхода цемента. В одиннадцатой пятилетке его сэкономлено 5300 т, за 6 мес 1986 г. — 1040 т. Эта экономия достигнута за счет целого ряда мероприятий: разработки прогрессивных, технически обоснованных норм расхода цемента; применения эффективных химических добавок; снижения отпускной прочности конструкций; улучшения приема и транспортирования цемента; применения статистического контроля прочности бетона; совершенствования дозирования составляющих бетона; увеличения длительности твердения бетона в предпраздничные и выходные дни; совершенствования составов бетонных смесей и режимов тепловой обработки; рационализаторских предложений рабочих и служащих завода.

Технические мероприятия, осуществляемые на заводе, охватывают все технологические переделы на пути цемента от вагона до получения готового изделия.

Большое внимание уделяется сокращению потерь цемента при разгрузке. Для этого внедрено пневмотранспортное оборудование, с помощью которого внутризаводские складские и транспортные потери вяжущего снижены до 1%. Применение пневмоавтоматики типа ЦИКЛ-БС при приготовлении бетонной смеси позволяет экономить до 0,5...1% цемента при его дозировании.

На заводе проводится работа по уменьшению технологических потерь бетона за счет исключения плюсовых допусков при изготовлении железобетонных изделий. В результате каждый год экономится не менее 100 т цемента. Столько же его экономится благодаря дополнительному выдерживанию изделий в пропарочных камерах в выходные и предпраздничные дни.

Большим резервом экономии цемента является совершенствование заводской технологии изготовления изделий. На одной из шаговых конвейерных линий внедрено новое устройство для уплотнения бетонных смесей — вибробрус, разработанный СПКТБ Кассетсталь. Использование его вместо виброплощадки типа ВРА-15 позволяет сократить расход цемента на 25...30 кг/м³ за счет применения жестких бетонных смесей. Внедрение новых уплотняющих устройств намечено и на других конвейерных линиях.

Большое внимание уделяется совершенствованию тепловлажностной обработки изделий. Шаговые конвейерные линии оборудованы специальными щелевыми камерами. Для получения заданной отпускной прочности бетона с оптимальным расходом цемента применяются предварительно разогретые бетонные смеси с температурой до 45°С. Для создания влажной среды в камеры вмонтирована система форсунок для распыления влаги, замер температуры автоматизирован (одновременно замеряется температура в 9 точках камеры).

В целях совершенствования тепловой обработки кассетных машин применена оптимальная двухсторонняя схема теплоснабжения. Внесены изменения в режимы пропаривания: полностью исключена подача пара в течение изотермического прогрева. Пар подается в кассетные полости только в период подъема температуры. Общее время подачи пара в кассетные машины в основном не превышает 3 ч.

Одним из наиболее перспективных направлений экономии цемента является использование химических добавок. В последнее время в промышленности сборного железобетона расширяется применение высокоэффективных добавок — разжижителей бетонной смеси (С-3, 10-03), которые принято называть суперпластификаторами. Внедрение таких добавок позволяет без увеличения водосодержания получать либо литые бетонные смеси, не требующие интенсивной вибрации при формовании, либо за счет снижения водосодержания экономить до 20% цемента.

На Ростокинском заводе ЖБК совместно с НИИЖБом внедрен суперпластификатор С-3 для изготовления железобетонных изделий на конвейерных линиях. Опыт работы с ним показал, что введение его в бетонную смесь позволяет увеличить подвижность с 8 до 23 см, уменьшить водосодержание бетонных смесей на 30%. Выявлено, что при одинаковом расходе цемента у исходной смеси и смеси с добавкой прочность оказывается на 20% выше у бетона с добавкой. Это позволяет экономить до 12...15% цемента, или 50...70 кг/м³ при уменьшенном В/Ц. При сохранении расхода цемента добавка позволяет работать с пластичными смесями подвижностью более 15...17 см О. К. вместо 8 см, что сокращает продолжительность формования в 1,5...2 раза и увеличивает оборачиваемость форм примерно на 30%. При этом продолжительность тепловой обработки сокращается с 12 до 8 ч.

Практика показала, что добавку можно эффективно использовать с учетом конкретных технологических особенностей изготовления изделий: либо для формования по литьевой технологии, либо в целях экономии цемента. Можно использовать добавку одновременно и для некоторой экономии цемента, и для ускорения цикла формования, что в основном и делают на заводе. Формование железобетонных изделий на конвейерных линиях из более подвижных бетонных смесей (О.К.=15...17 см вместо обычных 8 см) ускоряет ритм формования изделия почти в 2 раза, а число формовок увеличивается в 1,5 раза. При этом расход цемента сокращается на 30...40 кг/м³.

До недавнего времени считалось, что применение добавки С-3 в кассетной технологии ухудшает поверхность изделий: появляется большое количество раковин и пор. Но кассетная технология на заводе по объему выпускаемой продукции занимает 70%, поэтому остро встал вопрос найти оптимальное решение по применению этой добавки. Совместно с НИИЖБом были проведены соответствующие исследования и выявлена оптимальная подвижность бетонной смеси в интервале О.К.=15...16 см, установлен оптимальный расход добавки для подвижных смесей, который оказался равным 0,3...0,4% сухого вещества от массы цемента. Превышение установленной дозировки для пластичных смесей приводит к снижению прочности бетона, ухудшению качества поверхности изделий.

Результаты работы показали целесообразность использования добавки в двух направлениях.

1. При сохранении обычных технологических параметров (температуры изо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

термического прогрева, подвижности и т. п.) добавка позволяет снизить расход цемента до 70 кг/м³ (12...15%), но вызывает ухудшение качества поверхности (больше пор, раковин).

2. При снижении температуры изотермического прогрева на 20°С (до 70°С) добавка позволяет на 40 кг/м³ снизить расход цемента. Качество поверхности изделий при этом не ухудшается. В процессе работы с добавкой выявлено также ее положительное влияние на морозостойкость бетона. Установлено, что добавка С-3 вдвое увеличивает морозостойкость бетона, что дает возможность заводу изготовлять изделия с морозостойкостью 200 циклов и более без увеличения расхода цемента.

Для введения добавки в бетонную смесь заводом разработана, смонтирована и внедрена система хранения, транспортирования и дозирования добавки. Она включает емкости-цистерны; смеситель для приготовления рабочего состава заданной концентрации, расположенной в надбункерном отделении БСЦ; рабочую емкость для выдачи состава добавки в дозаторы, расположенную в дозаторном отделении.

За 1981—1985 гг. на заводе изготовлено более 400 тыс. м³ бетона с добавкой С-3, при этом сэкономлено 3000 т цемента.

Совместно с ВНИИЖелезобетоном для кассетной технологии заводчанами внедрена также химическая добавка ЛСТМ-2, представляющая собой технические модифицированные лигносульфонаты. Добавка позволяет пластифицировать бетонные смеси. Оптимальный расход ее составляет 0,1...0,15% в пересчете на сухое вещество от массы цемента. При одинаковом расходе цемента у исходной смеси и с добавкой прочность на 10...15% выше у бетона с добавкой. Экономия цемента в лабораторных условиях составляет 10%, в производственных (с учетом неоднородности заполнителя) — 5%. Большое влияние на расход цемента оказывает вид заполнителя: на щебне из плотных пород экономия цемента на 3% выше, чем на щебне из известняковых пород. А поскольку завод вынужден работать на трех видах щебня, это отрицательно сказывается на общей сумме экономии цемента за счет применения добавок.

Для введения ЛСТМ-2 в бетонную смесь разработана и смонтирована система хранения, транспортирования и дозирования добавки. За 1984—1985 гг. на заводе изготовлено 150 тыс. м³ бетона с этой добавкой.

Контроль качества и его совершенствование в условиях завода способствуют осуществлению всех мероприятий по экономии цемента, улучшению качества продукции и уменьшению брака. Одним из наиболее существенных путей экономии цемента является статистический контроль прочности и однородности бетона по ГОСТ 18105.0—80 и ГОСТ 18105.1—80.

При статистическом контроле в случае достаточно высокой однородности бетона уменьшается значение требуемой (отпускной, передаточной и проектной) прочности бетона и представляется возможным соответственно снизить расход цемента. Применение статистического контроля предусматривает не только оценку результатов испытаний, но и регулирование прочности бетона с учетом требуемой прочности.

Для полного использования статистического метода контроля необходимо выполнение ряда технических мероприятий, способствующих повышению однородности бетона, — правильное складирование составляющих бетона, проверка дозировочного оборудования, контроль влажности песка, контроль режима тепловой обработки. Необходимо сохранять постоянство времени выдерживания отобранной пробы бетонной смеси до момента изготовления образцов и сроков испытаний их.

Внедрение статистического контроля даже при использовании трех видов рядовых заполнителей, перемешанных на складе, приводит к годовой экономии 80...100 т цемента. При условии использования на заводе только одного вида заполнителя экономия цемента могла бы составить не менее 200 т в год.

Для предотвращения снижения прочности бетона или появления излишнего запаса прочности своевременно корректируется состав бетона или технологический режим производства. При работе на стабильных материалах общий коэффициент вариации находится в пределах 6...9%. В целях обеспечения соответствия изделий технологическим требованиям установлена минимальная отпускная прочность изделий кассетного формования марки М200 в 12,5, марки М300 — в 18 МПа. Если статистический метод контроля позволяет иметь меньшую $R_{\text{п}}^{\text{т}}$, чем указано выше, все расчеты ведутся по практически установленным безопасным величинам прочности.

Существенные резервы экономии цемента содержатся в правильном нормировании расхода цемента. На заводе он ограничивается производственными нормами, которые разрабатываются экспериментальным путем и проверяются в производственных условиях. Постоянно проводится работа по снижению норм расхода цемента. За счет пересмотра производственных норм за 1984—1985 гг. сэкономлено 1 032 т цемента. Однако существует ряд причин, которые приводят к повышенному расходу цемента на заводе. Основными являются поставка слабого известнякового щебня и портландцемента марки 500 вместо 400 (цемент имеет пониженную удельную поверхность и не всегда обеспечена его активность); создавшийся дефицит в вибраторах для кассетных установок; затянувшийся вопрос с реконструкцией конвейерных линий, не оснащенных виброуплотняющими устройствами; хранение на одном складе пяти видов заполнителей, в том числе трех видов щебня.

Решение этих и ряда других вопросов будет способствовать дальнейшей экономии цемента на Ростокинском заводе ЖБК.

На ВДНХ СССР

Панели перекрытий тяжелого каркаса

На ВДНХ СССР на выставке «Достижения Главмоспромстройматериалов» представлены разработанные Моспроектом-1 панели перекрытия тяжелого каркаса типа двойное Т длиной 9 м, по назначению и внешним габаритам аналогичные ребристым панелям ПР, ПРФ, ПРВ-88. От последних они отличаются размещением и размерами продольных ребер, отсутствием промежуточных поперечных ребер, уменьшением торцевых поперечных ребер, более низкой материало- и трудоемкостью изготовления, большей технологичностью.

От традиционных панелей типа 2Т представленные отличаются наличием вырезов по продольным бортам для устройства шпоночных растворных соединений смежных панелей перекрытия в единый диск.

В результате замены П-образного сечения плиты сечением типа двойное Т удалось использовать однорядное армирование преднапряженными стержнями класса Ат-V по вертикали вместо двухрядного стержнями класса А-IV. Ширина ребра по низу сократилась со 150 до 100 мм. Уклоны ребер с внешней стороны позволяют дополнительно снизить их объем. При уменьшении поперечного пролета плиты на 400 мм снизилось армирование поля плиты при сохранении его толщины 50 мм. Исключение в панели торцевых ребер позволило резко сократить расход бетона, уменьшить армирование, унифицировать формы. Масса вновь изготовленных форм снижена на 2 т.

Внедрение в производство панелей перекрытий тяжелого каркаса типа двойное Т позволило сократить 532 т стали за год. Экономический эффект составил 141 тыс. р.

Впервые панели изготовлены на заводе ЖБИ № 18 ПО Моспромжелезобетон (107143, Москва, ул. Николая Химушина, 2/7).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.54.004.18

Л. А. МАЛИНИНА, д-р техн. наук, проф., М. В. РАБОТИНА, инж.,
М. И. БРУССЕР, Н. Н. КУПРИЯНОВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Экономия цемента путем снижения отпускной прочности бетона

Одной из особенностей производства сборных железобетонных конструкций, снижающей его технико-экономические показатели, являются высокие требования по отпускной прочности бетона.

В соответствии со сложившейся практикой в теплый период года для большинства конструкций с обычным армированием отпускная прочность назначается 70% проектной, а в зимний период повышается до 100%. В связи с этим рассмотрены основные закономерности кинетики роста прочности бетона после тепловлажностной обработки в этом интервале назначаемых прочностей в различных условиях строительства.

Отпуск изделий с полной проектной прочностью достигается увеличением расхода цемента, что и предусмотрено СНиП 5.01.23—83. Переход от 70- к 100%-ной отпускной прочности повышает расход цемента для бетона класса В15 (М200) в среднем на 60 кг/м³, для бетона класса В30 (М400) — на 120 кг/м³.

В этих нормах и других документах достижение бетоном требуемой отпускной прочности предусмотрено через 4 ч после окончания ТВО (2+3+6+2 ч при 80°С). Сокращение длительности тепловлажностной обработки за счет повышения расхода цемента по СНиП 5.01.23—83 не допускается, за исключением отдельных технологий при оборачиваемости форм не менее двух раз в сутки, когда принимаются повышающие коэффициенты — для бетона класса В20 (М300) и ниже — 1,10 и класса В25 (М350) и выше — 1,08.

При традиционном пропаривании и других видах ТВО при температуре до 100°С в зависимости от режима твердения бетон имеет кинетику твердения, представленную в табл. 1. Эти данные получены на основе усреднения прямых экспериментов, проведенных на портландцементах Воскресенского, Пикалевского, Волховского, Белгородского, Ставропольского и Первомайского заводов, а также обобщения имеющихся литературных источников по рассматриваемому вопросу. При этом установлены следующие закономерности.

Для тяжелых бетонов классов до В20 (М250) при режимах твердения продолжительностью 18...20 ч при 80...90°С обычно через 4 ч после ТВО, но не позже 12 ч, бетоны имеют прочность менее 70% R_{28} после его тепловлажностной обработки и последующего хранения в нормальных условиях. Проектирование состава тяжелых бетонов классов В10...В20 (М150, М200, М250) обычно осуществляется исходя из условия получения требуемой отпускной прочности после ТВО с неизбежным завышением фактической в возрасте 28 сут по сравнению с проектной, что требует дополнительного расхода цемента. Процент завышения фактической прочности зависит от группы цемента по эффективности при пропаривании [1] и повышается при переходе от I группы цемента к III, сокращении длительности тепловой обработки и снижении температуры прогрева.

Таблица 1

Класс (проектная марка) бетона	Группа цемента	$R_{отн}$, %	Усредненные коэффициенты прироста прочности $K_{пр}$ за 28 сут. хранения в				
			камере и на улице +5 ... +25°С, φ≥50%	естественных условиях при температуре, °С			
				+25, φ<50%	+5...—5	—5...—10	—11 и ниже
В15 (М200)	I	65	1,54	1,45	1,40	1,22	1,16
	II	60	1,67	1,55	1,50	1,24	1,18
	III	55	1,80	1,67	1,60	1,27	1,20
В25 (М300)	I	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14
	II	65	1,54	1,45	1,40	1,22	1,16
	III	60	1,67	1,55	1,50	1,24	1,18
В30 (М400)	I	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14
	II	75	1,33	1,28	1,25	1,18	1,12
	II	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14
	III	65	1,54	1,45	1,40	1,22	1,16
В40 (М500)	I	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14
	I	80	1,25	1,21	1,20	1,16	1,10
	II	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14
	II	75	1,33	1,28	1,25	1,18	1,12
	III	70	1,43	1,36	1,31	1,20	1,14

Примечание. Общий цикл ТВО 13...15 ч, изотермическая выдержка при 80°С; испытание образцов через 4 ч после ТВО.

Для бетонов классов В20, В25 (М300), изготовляемых на цементах средней и низкой эффективности (II и III группы), а также класса В30 (М400) на цементах III группы указанные выше закономерности в основном сохраняются, но завышение прочности в проектном возрасте меньше, чем для бетонов класса В20 (М250) и ниже, так как после ТВО бетон класса В20 имеет большую относительную прочность, приближающуюся или достигающую 70%.

Бетоны класса В30 (М400), изготовленные на цементах I и II групп, а также класса В40 (М500) и выше при режимах средней продолжительности обычно составляют 70% и более (80...85%) проектной. В связи с этим проектировать составы такого бетона необходимо из условия достижения им прочности в возрасте 28 сут, т. е. без завышения расхода цемента.

При более высокой фактической относительной прочности бетона после пропаривания, чем это требуется, можно сократить длительность режима ТВО или снизить температуру изотермического прогрева с 80 до 60°С. Для учета последующего прироста прочности бетона необходимо учитывать время определения отпускной прочности после ТВО. Это связано с тем, что прочность бетона продолжает расти, и за 12 ч хранения при 20°С повышается при режимах с суточным циклом для бетона класса В15 (М200) на 5...10%, а для бетона класса В20 (М300) — на 4...9%. При коротких и укороченных режимах ТВО процент прироста прочности увеличивается.

В отличие от ранее проведенных исследований [2] нами была изменена методика обработки результатов опытов. Кинетику последующего твердения бетона определяли по коэффициенту прироста прочности $K_{пр}$, представляющему собой отношение прочности пропаренного бетона в определенном возрасте (в

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

основном 28 сут) при хранении контрольных образцов в различных климатических условиях к прочности бетона после пропаривания. Применяли режимы пропаривания при 80°С с циклом 13...20 ч, позволяющие полностью использовать потенциальную активность цементов, а также соответствующие практике многих предприятий с суточным оборотом форм и камер. Относительную прочность бетона после пропаривания оценивали по отношению к R_{28} образцов, хранившихся после пропаривания в нормальных условиях. Коэффициенты прироста прочности определяли для следующих условий твердения:

нормальные условия с влажностью не менее 95% при температуре 20±2°С;

естественные условия в помещении и на улице с температурой +5...+25°С и относительной влажностью не менее 50%, отражающие теплый период года в средней климатической зоне;

естественные условия при +25°С и относительной влажности менее 50%, характерные для сухой и жаркой погоды Средней Азии;

естественные условия на улице с переменной температурой +5...—5°С и высокой относительной влажностью, характерные для переходных периодов года;

зимний период с устойчивыми отрицательными температурами был разделен на два уровня с температурами до —11°С и —20°С.

Из табл. 1 видно, что чем ниже достигаемая после пропаривания относительная прочность бетона всех марок, тем выше $K_{пр}$. Так как относительная прочность зависит от группы цемента при пропаривании и $B/Ц$, то $K_{пр}$ повышается при изменении группы цемента при пропаривании от I к III и понижается по мере повышения марки бетона [3].

Имея значение $K_{пр}$, можно определить требуемую отпускную прочность пропаренного бетона ($R_{тр}^{отп}$), обеспечивающую достижение проектной прочности ($R_{тр}^{28}$) к 28 сут в различных климатических условиях по формуле

$$R_{тр}^{28} = \frac{R_{пр}^{28}}{R_{пр}}. \qquad (1)$$

Например, проектная прочность бетона марки М200 на цементе П группы после 28 сут твердения зимой при температуре ниже —11°С будет обеспечена при отпускной прочности, равной

$$R_{тр}^{отп} = \frac{200}{1,18} = 170 \text{ МПа, или } 85\%.$$

Однако получить прочность бетона после пропаривания, равную 85% проектной, не удается, так как для бетона класса В15 (М200) на цементах II группы, наиболее распространенной, даже при удлиненных режимах достигается 60% (12 МПа) R_{28}. В связи с этим прочность бетона необходимо завышать на величину, обеспечивающую получение заданной отпускной прочности и определяемую по формуле

$$R_{ф} = \frac{R_{пр}^{28}}{K_{пр}\, R_{отн}}, \qquad (2)$$

где $R_{отн}$ — относительная прочность в % R_{28} пропаренного бетона при последующем хранении в нормальных условиях.

Подставляя значения в формулу (2), получим прочность, на которую следует осуществлять подбор состава бетона

$$R_{ф} = \frac{200}{1,18 \cdot 0,6} = 28,4 \text{ МПа}.$$

Таким образом, при требуемой отпускной прочности пропаренного бетона класса В15 и ниже, равной 70% и более, фактическая прочность в возрасте 28 сут нормального твердения, как правило, превышает проектную. Завышение фактической прочности бетона растет по мере увеличения разницы между требуемой отпускной прочностью ($R_{тр}^{отп}$) и относительной прочностью после пропаривания ($R_{отн}$).

Таблица 2

Класс (проектная марка) бетона	$R_{отп}$, %/МПа	$R_{ф}$, МПа	$R_{пр}^{28}$ МПа, при хранении образцов в естественных условиях при температуре, °С			
			+25, φ>50%	+5...—5	—5 ... —10	—11 и ниже
В15 (М200)	60/12	20,0	18,6	16,8	14,6	13,9
	65/13	21,7	20,1*	19,5	16,1	15,3
	70/14	23,4	21,7	21,0*	17,4	16,5
	80/16	26,7	24,8	24,0	19,8	18,9
	85/17	28,4	26,4	25,5	21,1*	20,1*
	90/18	30,0	27,0	27,0	22,3	21,2
	100/20	33,3	31,0	30,0	24,8	23,6
В25 (М300)	60/18,0	30,0	27,9	27,0	22,3	21,2
	65/19,5	30,0	28,3	27,3	23,8	22,6
	70/21,0	32,3	30,5*	29,4	25,6	24,3
	75/22,5	34,6	32,6	31,5*	27,5	26,1
	80/24,0	37,0	34,8	33,6	29,3	27,8
	85/25,5	39,2	37,0	35,7	31,1*	29,6*
	90/27,0	41,6	89,2	37,8	32,9	31,3
	100/30,0	46,2	43,5	42,0	36,6	34,8
В30 (М400)	60/24	40,0	37,2	36,0	29,8	28,3
	65/26	40,0	37,7	36,4	31,7	30,2
	70/28	40,0*	38,1	36,7	33,6	31,9
	75/30	42,9	40,8*	39,3	36,0	34,2
	80/32	45,7	43,5	41,9*	38,4	36,5
	85/34	48,6	46,2	44,5	40,8*	38,8
	90/36	51,5	49,0	47,2	43,2	41,0*
	100/40	57,2	54,4	52,4	48,0	45,6
В40 (М500)	60/30,0	50,0	46,5	45,0	37,2	35,4
	65/32,5	50,0	47,1	45,5	39,7	37,7
	70/35,0	50,0*	47,6	45,9	42,0	39,9
	75/37,5	50,0	48,0	46,7	44,3	42,0
	80/40,0	53,2	51,2*	50,0*	47,2	44,8
	85/42,5	56,5	54,4	53,1	50,2*	47,6
	90/45,0	60,0	57,6	56,3	53,1	50,4*
	100/50,0	66,5	64,0	62,5	59,0	56,0

* Минимальные значения отпускной прочности, обеспечивающие требуемую проектную прочность.

В табл. 2 приведены значения отпускной прочности, обеспечивающие требуемую проектную прочность после твердения пропаренного бетона в течение 28 сут на цементах II группы в различных климатических условиях. Для цементов I и III групп аналогичные значения прочности можно рассчитать с учетом коэффициентов, приведенных в табл. 1.

Учет последующего прироста прочности в сочетании с завышением фактической позволяет отказаться от назначения 100%-ной отпускной прочности, в том числе для суровых зимних условий, так как уже 90%-ная, а для низких и средних марок бетона и 85%-ная отпускная прочность гарантирует достижение проектной марки в возрасте 28 сут.

Значения отпускной прочности для тяжелого бетона с обычным армированием и для преднапряженных железобетонных изделий с отпуском арматуры на горячий бетон, обеспечивающие достижение проектной марки бетона в различных климатических условиях, приведены в табл. 3.

При производстве преднапряженных изделий, если передаточная прочность при отпуске натяжения на горячий бетон назначается 80% и более, отпускная прочность не должна превышать это

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

значение независимо от климатических условий последующего твердения.

Разница в расходе цемента при переходе от 100%-ной к 85...90%-ной отпускной прочности составляет в зависимости от группы цемента для бетона класса В15 (М200) 20...45, класса В25 (М300) — 33...60, класса В30 (М400) 55...115 кг/м³.

В теплый период года целесообразно уменьшить отпускную прочность с 70 до 60...65%. Это позволит сэкономить цемент на 15...25 кг/м³ для бетонов классов В15...В25 (М200...М300), которые наиболее широко применяются на заводах сборного железобетона.

Таблица 3

Класс бетона	Теплый период +5...+25 °С, φ ≥	Сухая и жаркая погода +25 °С, φ < 50%	Переходный период +5...−5 °С	Зима −5 °С и ниже
В15	60—65	70	75	85—90
В25	65—70	75	80	85—90
В30	70	75	80	85—90
В40	70	80	80	90

Снижение отпускной прочности бетона по изменению № 1 ГОСТ 13015.0—83 является весьма эффективным путем экономии цемента, которому следует уделять большое внимание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по тепловой обработке тяжелого бетона с учетом активности цемента при пропаривании. — М.: НИИЖБ, 1984. — 119 с.
2. Миронов С. А., Френкель И. М., Малинина Л. А. и др. Рост прочности бетона при пропаривании и последующем твердении. — М.: Стройиздат, 1973. — 94 с.
3. О выборе цементов для тепловой обработки бетона / Л. А. Малинина, А. Н. Мокрушин, М. И. Бруссер, Н. Н. Куприянов // Бетон и железобетон. — 1984. — № 3. — С. 10—12.

УДК 624.012.35:691.54.004.18

В. Г. ДОВЖИК, канд. техн. наук (ВНИИЖелезобетон)

Снижение расхода цемента при производстве ограждающих легкобетонных конструкций

Одной из важнейших задач повышения эффективности производства и применения легких бетонов в современном строительстве является снижение их средней плотности. Для ограждающих конструкций это обеспечивает улучшение их теплозащитных свойств и снижение эксплуатационных расходов на отопление зданий.

Необходимо, чтобы снижение средней плотности бетона в минимальной степени отражалось на экономике производства конструкций и, в частности, на увеличении расхода цемента. Для этого необходимо учитывать, как изменение расхода цемента влияет на его основные характеристики — прочность и среднюю плотность.

Известно, что с увеличением расхода цемента средняя плотность и прочность легкого бетона при неизменном соотношении остальных компонентов повышается. Если же при увеличении расхода цемента поддерживать неизменной плотность легкого бетона, то его прочность может увеличиваться, не меняться или даже уменьшаться. Для того чтобы при увеличении расхода цемента средняя плотность бетона не изменялась при максимальном характерном для конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов значении $\varphi = 0{,}5...0{,}55$ и данном виде мелкого заполнителя с водопотребностью ($B_п$), должны быть соблюдены следующие условия:

$$1{,}15\,Ц_1 + П_1 = 1{,}15\,Ц_2 + П_2 \quad (1)$$

$$10\,V_{в_1} + \frac{Ц_1}{\rho_ц} + \frac{П_1}{\rho_п}\,[1+0{,}025\,(B_п - 7)] = 10\,V_{в_2} + \frac{Ц_2}{\rho_ц} + \frac{П_2}{\rho_п}\,[1+0{,}025\,(B_п - 7)] \quad (2)$$

где $Ц_1$, $П_1$ и $V_{в_1}$ — расход цемента, мелкого заполнителя, кг/м³, и объем вовлеченного воздуха, %, в первом составе бетона; $Ц_2$, $П_2$ и $V_{в_2}$ — то же, во втором составе бетона; $\rho_ц$ и $\rho_п$ — плотность цемента и зерен мелкого заполнителя, кг/дм³.

Решая совместно эти уравнения и принимая $Ц_2 - Ц_1 = \Delta Ц$ и $\rho_п = 3{,}1$, получаем равенство:

$$V_{в_2} = V_{в_1} + 0{,}1\,\Delta Ц \left\{0{,}32 - \frac{1{,}15}{\rho_п}\,[1 + 0{,}025\,(B_п - 7)]\right\}, \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что с увеличением расхода цемента объем вовлеченного воздуха в растворной составляющей (и, следовательно, в бетоне) должен увеличиваться тем больше, чем меньше плотность песка и выше его водопотребность. Таким образом положительное влияние увеличения расхода цемента на повышение прочности растворной составляющей уменьшается вследствие снижения прочности последней из-за большего содержания вовлеченного воздуха. Прочность раствора ($R_р$), как известно, вычисляется из уравнения

$$R_р = a\,R_ц\,(Ц/B_0 - b)\left(1 - \frac{V_в}{100}\right)^4, \quad (4)$$

где $R_ц$ — активность цемента; $Ц/B_0$ — истинное цементно-водное отношение; $V_в$ — объем вовлеченного воздуха, %; a и b — эмпирические коэффициенты, равные в среднем 0,4 и 0,5.

Таким образом, при увеличении содержания цемента на $\Delta Ц$ отношение прочностей растворных составляющих равно:

$$\frac{R_{р\,(2)}}{R_{р\,(1)}} = \frac{(Ц_1 + \Delta Ц - b\cdot B_0)\Big/1 - \frac{V_{в_1}}{100} - 0{,}001\,\Delta Ц\left\{0{,}32 - \frac{1{,}15}{\rho_п}\,[1 + 0{,}025\,(B_п - 7)]\right\}}{(Ц_1 - b\cdot B_0)\times\left(1 - \frac{V_{в_1}}{100}\right)^4} \quad (5)$$

Расчеты при минимальном для конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона расходе цемента ($Ц_1 = 200$ кг/м³), среднем расходе воды (B_0) = 160 л/м³ показали (табл. 1), что с увеличением расхода цемента для бетонов на пористых песках и золах ТЭС в отличие от бетонов на плотных песках прочность растворной составляющей возрастает незначительно или даже уменьшается. С ростом содержания вовлеченного воздуха и уменьшением плотности бетона отрицательный эффект от увеличения расхода цемента повышается. Чем больше $V_в$, $B_п$ и ниже $\rho_п$, тем менее эффективно повышение расхода цемента для увеличения прочности бетона данной плотности.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Поэтому для бетонов на золах ТЭС и пористых песках необходимо стремиться к минимальному расходу цемента. Увеличение содержания цемента не приводит к повышению прочности бетона, а иногда даже понижает ее, что подтверждается экспериментами (см. рисунок и табл. 2).

При неизменном мелком заполнителе для снижения средней плотности бетона данной прочности необходимо применять более легкие (менее прочные) крупные пористые заполнители, но при этом следует повышать прочность растворной составляющей, что достигается уменьшением степени ее поризации и увеличением Ц/В (расхода цемента). Это нашло отражение в СНиП 5.01.23—83, где типовая норма расхода цемента при данной марке бетона возрастает с уменьшением его плотности.

Хотя снижение средней плотности легких бетонов при прочих неизменных условиях, как правило, приводит к увеличению расхода цемента на 1 м³ бетона, это мероприятие в большинстве случаев является оправданным. За счет уменьшения толщины конструкций расход цемента на 1 м² и соответственно на 1 млн. р. строительно-монтажных работ сокращается. При неизменной же толщине конструкции повышаются ее теплозащитные свойства и уменьшается расход тепла на эксплуатацию зданий, что в полной мере компенсирует повышенную энергоемкость дополнительного количества цемента.

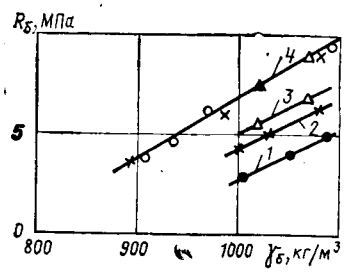
При данном виде и качестве пористого заполнителя расход цемента для ограждающих конструкций зависит во многом от технологии их производства. Низкий расход цемента и песка для конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов вынуждает многие предприятия повышать содержание цемента для улучшения удобоукладываемости смеси и структуры бетона. Между тем эти характеристики можно улучшить применением воздухововлекающих добавок, увеличивающих в 1,5 раза содержание цементного теста благодаря вовлечению до 12...15% воздуха в виде мельчайших замкнутых воздушных пор. Хотя само по себе воздухововлечение не должно приводить к снижению расхода цемента, по данным многих предприятий при внедрении этих добавок расход цемента был снижен на 5...10%.

Важное значение имеет выбор мелкого заполнителя. В этом отношении наиболее эффективны золы или золошлаковые смеси ТЭС с удельной поверхностью 1500...4000 см²/кг. В сочетании с воздухововлекающими добавками они обеспечивают приготовление бетона той же плотности (800...1000 кг/м³), что и при использовании дробленого керамзитового песка и позволяют получить изделия с наименьшей энергоемкостью и расходом цемента. Подобные бетоны применяются на заводах в Москве, Киеве, Омске, Кашире, Нижнем Тагиле, Львове и других городах при уменьшенном на 10...20% расходе цемента. Массовое использование зол в производстве легкобетонных изделий позволило бы дополнительно сэкономить до 0,2...0,3 млн. т цемента.

Таблица 1

$\rho_п$, кг/дм³	$В_п$, %	Δ Ц, кг/м³	Отношение $R_{p(2)}/R_{p(1)}$ при $V_{в_1}$, %		
			10	20	30
2,65	7	50	1,14	1,135	1,13
		100	1,26	1,255	1,25
2	25	50	1,03	1,02	1,005
		100	1,055	1,02	0,985
2	35	50	1,0	0,985	0,96
		100	0,985	0,945	0,92
1,5	15	50	1,02	0,995	0,98
		100	1,0	0,98	0,935
1,5	25	50	0,975	0,955	0,93
		100	0,925	0,88	0,83

Увеличенный против норм расход цемента на многих заводах объясняется



Влияние расхода цемента на зависимость между прочностью и плотностью керамзитобетона плотной структуры с воздухововлекающей добавкой

1—3 — песок кварцевый; *4* — керамзитовый; расход цемента: ● — 160 кг/м³; ○, × — 200 кг/м³; △ — 250 кг/м³; ▲ — 300 кг/м³ (керамзит насыпной плотностью 480 кг/м³ и прочностью 1,5 МПа)

Таблица 2

№ опытов	Расход, кг/м³					Средняя плотность, кг/м³	Прочность, МПа
	цемент	керамзит	мелкий заполнитель	вода	СДО		
1	200	560	200	188	0,25	990	7,8
2	250	555	155	190	0,37	990	5,8
3	250	555	215	202	0,23	1060	10,5
4	300	555	160	188	0,28	1060	8,9
5	230	470	205	235	0,62	940	8,5
6	290	460	125	205	0,45	950	7,6

Примечание. В опытах 1...4 керамзит фракции 5...20 мм насыпной плотностью 520 кг/м³, мелкий заполнитель — дробленый керамзитовый песок. В опытах 5...6 керамзит фракции 5...20 мм насыпной плотностью 430 кг/м³, мелкий заполнитель — буроугольная зола удельной поверхностью 3500 см²/г.

низкой однородностью легкого бетона, что связано с неправильным методом дозирования составляющих, плохим качеством их перемешивания, расслаиваемой неплотной и неоднородной структурой бетона. Опыт передовых предприятий показывает, что при постоянной коррекции состава бетона на основе объемно-весового дозирования, применения смесителей принудительного действия (особенно типа СМ 290 с горизонтальным валом), использования воздухововлекающих добавок удается получать конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны с коэффициентом вариации по прочности 8...12% и по плотности до 3%. Это дает возможность не увеличивать расход цемента, а, наоборот, снизить значение требуемой прочности по сравнению с нормируемой и тем самым при минимальном расходе цемента уменьшать плотность бетона и повысить теплотехнические характеристики конструкций.

Для снижения расхода цемента эффективно применять формование ограждающих конструкций без нижнего растворного фактурного слоя, на приготовление которого расход цемента в 1,3...2 раза выше, чем для конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона. Как свидетельствует опыт многих предприятий, при плотной структуре легкого бетона, достигаемой в первую очередь применением воздухововлекающих добавок, такой технологический прием позволяет снизить расход цемента на 1 м² конструкций на 2...5% и одновременно на 3...5% повысить их сопротивление теплопередаче.

Важным моментом в обеспечении минимального расхода цемента при изготовлении ограждающих конструкций является применение высокотемпературных режимов тепловой обработки (90°С и более), при которых проявляется гидравлическая активность пылевидных фракций пористых песков и зол ТЭС. Тем самым обеспечивается требуемая отпускная прочность бетона при расходе цемента, не превышающем 200...250 кг/м³, и возможно наибольшем объеме вовлеченного воздуха, обеспечивающем наименьшую плотность и наилучшие теплофизические свойства материала.

Применение качественных крупных пористых заполнителей, использование золошлаковых отходов, эффективных воздухововлекающих добавок, надлежащих технологических режимов производства обеспечивает получение ограждающих легкобетонных конструкций с повышенными теплозащитными свойствами при минимальных расходах цемента, не превышающих требований СНиП 5.01.23—83.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.54.004.18

С. А. ПОДМАЗОВА, канд. техн. наук (НПО Прокатдеталь)

Резервы снижения расхода цемента в вибропрокатной технологии

В практике строительства Москвы достаточно велик осуществляемый ДСК объем жилищного строительства — он составляет более 2 млн. м² общей площади в год, в том числе более 600 тыс. м² общей площади строится из железобетонных изделий, изготовляемых по вибропрокатной технологии. Такие изделия весьма эффективно используются в строительстве ряда других городов страны.

Основной особенностью вибропрокатной технологии является ускоренное твердение — цикл тепловлажностной обработки (ТВО) изделий, составляющий 2,5 ч, обеспечивается путем интенсивного прогрева паром высокой температуры (98°С), применения термопригруза, создающего давление на бетон.

Сокращенный режим твердения требует также тщательного подбора составляющих, в особенности цементов. Исследования по подбору выполняли на товарных цементах, используемых в НПО Прокатдеталь и ДСК-3 Главмосстроя на вибропрокатных станах. Испытывались цементы БТЦ 400 заводов: Воскресенского, Жигулевского (с активными минеральными добавками осадочного происхождения — трепел, опока). Ульяновского (с активными минеральными добавками искусственного происхождения типа шлаков).

Сравнение минералогического состава клинкера показало, что упомянутые цементы аналогичны по составу и близки по показателю тонкости помола. На первом этапе исследований определялась их активность при ускоренных режимах твердения. Испытания проводили по ГОСТ 310.4—76 по режиму вибропрокатной технологии и при различном выдерживании после ТВО. Одновременно определяли прочность цемента после нормального твердения в течение 28 сут. Результаты исследования физико-механических показателей цементов при пропаривании по ускоренному режиму приведены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что наиболее высокую прочность имеют образцы на цементах Воскресенского и Жигулевского заводов.

Таким образом, цементы с близкими показателями минералогического состава и тонкости помола при ускоренных режимах твердения необходимо испытывать для определения наибольшей эффективности их использования в вибропрокатной технологии. Так, при использовании цемента БТЦ 400 Жигулевского завода при ускоренных режимах твердения на 1 м³ бетона его расход увеличивается на 5...7% и цемента Ульяновского завода на 10...13% по сравнению с цементом Воскресенского завода.

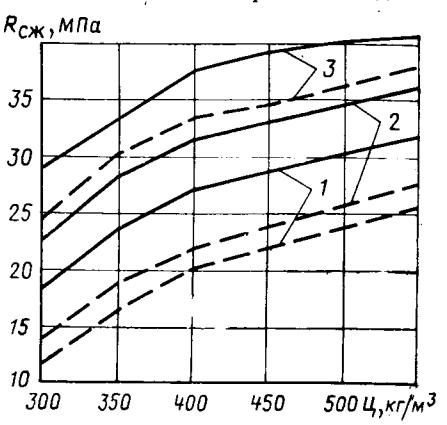
Основной проектной маркой бетонов, изготавливаемых на станах, является марка М300, класс В25. В соответствии с требованиями вибропрокатной технологии распалубочная прочность должна быть равна 60% марочной, но не менее 10 МПа. Прочность бетона в возрасте 4 ч или 1 сут после прогрева является отпускной прочностью, т. е. она должна составлять 21 МПа.

На вибропрокатных станах ДСК-3 для формования тяжелого бетона установлены агрегаты с верхней вибрацией, которые позволяют уплотнять бетонную смесь с жесткостью не выше 10 с. В оборудовании НПО Прокатдеталь формующий орган — вибробалка (нижняя вибрация), что позволяет уплотнять смесь жесткостью 25 с (ГОСТ 10181.1—81). Поэтому на следующем этапе изучались возможности снижения расхода БТЦ 400 Воскресенского завода при жесткости бетонной смеси 10 с и 25 с и обеспечении заданной прочности изделий.

Таблица 1

Цемент марки БТЦ 400 заводов	Тонкость помола, см²/г	Прочность образцов через: 2,5 ч ТВО и 1 ч остывания	2,5 ч ТВО и 1 сут остывания	2,5 ч ТВО и 28 сут нормального твердения	28 сут нормального твердения по ГОСТ 310.4—76
Воскресенского	3100	2,7 / 16,0 — 65 / 43,3	3,3 / 18,5 — 78 / 50	4,5 / 36,9 — 100 / 100	4,3 / 42,0 — 102 / 114
Жигулевского	3100	2,7 / 14,0 — 60 / 34,2	3,8 / 17,0 — 85 / 48,8	4,5 / 35,0 — 100 / 100	4,3 / 41,0 — 93 / 117
Ульяновского	2800	1,8 / 11,0 — 40 / 33,6	2,3 / 14,6 — 51 / 44,8	4,5 / 32,7 — 100 / 100	4,8 / 41,0 — 106 / 125

Примечание. Вверху — прочность образцов, МПа, внизу — в процентах к прочности образцов, твердевших по режиму 2,5 ч и испытанных через 28 сут нормального твердения. Перед чертой — прочность на изгиб; после черты — на сжатие.



Прочность бетона после ускоренной ТВО в зависимости от расхода цемента и жесткости бетонной смеси
Возраст бетона: *1* — 4 ч; *2* — 1 сут; *3* — 28 сут; ———— — Ж=25 с; — — — Ж=10 с

Отпускная прочность может быть достигнута при расходе 350 кг БТЦ 400 Воскресенского завода, щебня фракции 5...20 мм и жесткости бетонной смеси 25 с (см. рисунок). Повышение жесткости смеси при расходе цемента от 300 до 350 кг/м³ при ускоренных режимах пропаривания при t=98°С приводит к увеличению прочности на 75...90 кгс/см² при различных сроках твердения. Следует отметить, что при расходе цемента выше 400 кг/м³ наблюдается снижение

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

интенсивности нарастания прочности, особенно в возрасте 28 сут.

Результаты исследований позволяют внести коррективы в существующие нормы расхода цемента на 1 м³ бетона при режимах твердения вибропрокатной технологии. Для данной технологии на 1986 г. утверждены следующие производственно-технические нормы расхода цемента (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что при коэффициенте вариации 7...9% на основании ГОСТ 18105.1—80 расход цемента можно снизить на 5...7%.

Таблица 2

Наименование предприятия	Цемент марки БТЦ 400 завода	Жесткость бетонной смеси, с	Коэффициент вариации, %	Чистый расход цемента, кг/м³, % проектной марки	
				70	100
Опытный завод НПО Прокатдеталь	Воскресенского	25	7—9	410	485
ДСК-3 Главмосстроя	Ульяновского	10	7—9	498	567

Выводы

В вибропрокатной технологии наиболее эффективным является использование цементов с высокой прочностью после ускоренных высокотемпературных режимов ТВО.

Выбор эффективного цемента в сочетании с оптимальной жесткостью бетонной смеси позволяет значительно сократить его расход. Проектная марка бетона М 300 при 70% отпускной прочности в вибропрокатной технологии может быть достигнута при жесткости бетонной смеси 25 с и расхода цемента БТЦ 400 Воскресенского завода 350 кг/м³.

УДК 691.54.004.18

М. Л. НИСНЕВИЧ, д-р техн. наук, Е. И. АНИСИМОВА, Г. С. ЗАРЖИЦКИЙ, Н. С. ЛЕВКОВА, кандидаты техн. наук (ВНИПИИстромсырье)

Важный резерв снижения расхода цемента

Одним из факторов, обеспечивающих снижение удельного расхода цемента в строительстве, является повышение качества заполнителей для бетона и оптимизация их использования в зависимости от класса бетона.

Наряду со строительством современных предприятий промышленности нерудных строительных материалов, реконструкцией и техническим перевооружением действующих предприятий существенное значение для повышения качества заполнителей имеет разработка и введение в действие новых перспективных стандартов на нерудные строительные материалы и аттестация продукции подотрасли.

Новыми стандартами впервые предусмотрен статистический контроль продукции высшей категории качества, что обеспечивает увеличение стабильности свойств заполнителей и отвечает задачам повышения однородности бетона.

По состоянию на 1 января 1986 г. по высшей категории качества аттестованы нерудные строительные материалы в 16 министерствах и ведомствах на 107 предприятиях с объемом производства 60,9 млн. м³, в том числе щебня из природного камня 44,4 млн. м³, щебня из гравия 8,8 млн. м³, гравия 1,6 млн. м³, песка обогащенного 6,1 млн. м³.

Наибольший объем выпуска заполнителей высшей категории качества достигнут в Минстройматериалов СССР, Главмоспромстройматериалов при Мосгорисполкоме, Главмособлстройматериалов при Мособлисполкоме и др.

В 1985 г. выпуск нерудных строительных материалов высшей категории качества по Минстройматериалов СССР составил 22,3% всего объема производства. Значительно увеличен выпуск щебня и гравия мелких фракций (крупностью до 20 мм).

ВНИПИИстромсырьем проведен анализ эффективности использования нерудных строительных материалов высшей категории качества в промышленности сборного бетона и железобетона по данным 83 заводов железобетонных изделий и конструкций. Рассмотрены два основных показателя: среднее снижение расхода цемента путем использования щебня, гравия и обогащенного песка с пониженным содержанием пылевидных и глинистых частиц; повышение однородности прочности бетона благодаря использованию щебня, гравия со стабильным зерновым составом.

Среднее значение экономии цемента в бетоне находится в следующих пределах: щебень из природного камня — 4,65 кг/м³ бетона (пределы колебаний 3...9 кг/м³); щебень из гравия — 3,72 кг/м³ бетона (пределы колебаний 1,9...7,4 кг/м³); песок обогащенный — 9,4 кг/м³ бетона (пределы колебаний 3,75...12,9 кг/м³):

Оценка повышения однородности прочности бетона при использовании в качестве крупных заполнителей щебня и гравия высшей категории качества со стабильным зерновым составом проведена по данным 10 заводов ЖБИ, внедривших статистический контроль прочности бетона в соответствии с требованиями ГОСТ 18105.0—80, ГОСТ 18105.1—80, ГОСТ 18105.2—80 «Бетоны. Правила контроля качества. Основные положения». Установлено, что использование щебня и гравия со стабильным зерновым составом позволяет заводам ЖБИ получать бетоны с высокой однородностью прочности. При этом коэффициент вариации прочности бетона составляет 7...14% для бетона различных классов, а фактическая прочность бетона после 28 сут нормального хранения выше требуемой прочности на 5...20%. Одновременно обеспечивается снижение расхода цемента в количестве 3...20 кг на 1 м³ бетона в зависимости от его класса по прочности на сжатие.

Для определения оптимальной области применения различных групп природных песков в качестве заполнителей для бетона во ВНИПИИстромсырье разработан системный подход. Он включает оценку влияния на свойства бе-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 1

Генезис песка	Состав, %			Свойства песка		Расход цемента, кг/м³, при классе по прочности (марке) бетона		
	кварц	зерна окатанной формы	зерна с шероховатой поверхностью	пустотность, %	водопотребность, %	ниже В15 (М 200)	В 15, В 22,5 (М 200, М 300)	В 27,5 (М 350) и выше
Аллювиальный	Свыше 80	35,6—37,8	8,7—17,5	35,1—36,1	7	211	327	460
Древнеаллювиальный	73	29,9	25,7	37,4	10	235	342	503
Флювиогляциальный	47—49	12—26,3	24,1—41,1	37,1—40	9—11	223—239	336—359	487—519

Таблица 2

Характеристики песка и бетона	Месторождения песка										
	Хромцовское				Дмитровское		Хметьевское		Северо-Криворожское		
Вид песка	исходный	мытый (из разных участков карт намыва)		обогащенный	исходный	обогащенный	исходный	обогащенный	исходный	мытый	обогащенный
Модуль крупности	2,8	2,8	1,5	3,1	2,6	3,1	2,6	3	2,1	1,9	2,5
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	3	0,4	1,6	2	6	0,4	9,5	1	1,7	1,6	1
Класс (марка) бетона	*Расход цемента, кг/м³*										
Ниже В 5 (М 200)	211	218	196	218	225	232	232	232	196	196	204
В 15, В 22.5 (М 200, М 300)	326	338	344	338	358	320	379	336	314	314	314
В 25 (М 350) и выше	487	457	482	457	526	466	566	488	497	497	472

тона и расход цемента минерального состава и особенностей морфологической характеристики зерен песков, обусловленных их генезисом, зерновым составом и содержанием тонкодисперсной составляющей (частиц крупностью до 0,14 мм).

Анализ песков наиболее распространенных генетических типов (табл. 1) показал, что пески аллювиального генезиса—кварцевые, пески флювиогляциального генезиса имеют кварцево-полевошпатово-карбонатный состав, содержание в них карбонатов 13...20%, полевых шпатов 13...22%:

По форме и характеру поверхности пески аллювиального генезиса существенно отличаются от древнеаллювиальных и флювиогляциальных повышенным содержанием зерен окатанной формы и зерен с гладкой поверхностью.

Минеральный состав и морфологические особенности зерен песков различных генетических типов обусловливают их различия в ряде свойств при приведении к одинаковому зерновому составу, в том числе таких существенных, как пустотность и водопотребность. Пустотность песков находится в обратной зависимости от содержания в них зерен окатанной формы и составляет для песков аллювиального генезиса 35...36% в неуплотненном и 28% в уплотненном состоянии, а песок древнеаллювиального и флювиогляциального генезиса 37...40% в неуплотненном и 29...32% в уплотненном состоянии.

Водопотребность песков значительно изменяется в зависимости от их вида: от 7% для песка аллювиального генезиса до 10% для древнеаллювиального и 11% для флювиогляциальных песков.

Испытаниями песков различного генетического типа в равноподвижных бетонных смесях с цементно-водными отношениями 1,25; 2 и 2,75 установлено, что водопотребность бетонных смесей и соответственно расход цемента находятся в прямой зависимости от водопотребности песков, приведенных к одинаковому зерновому составу. При этом вид песка практически не влияет на предел прочности бетона при сжатии. Разница в расходах цемента при использовании песков одинакового зернового состава, но различного генезиса колеблется от 5 до 17%.

Рациональные области применения песков различных зерновых составов установлены на основании испытаний бетона с полиминеральными и мономинеральными песками с переменным зерновым составом. Последний характеризовался модулями крупности 1,5; 2; 2,5; 3,25 и 3,5; бетонные смеси имели подвижность 4...6 см и жесткость 30 и 60 с при цементно-водных отношениях 1,25; 2 и 2,75. Установлено, что для бетонов классов по прочности на сжатие ниже В15 (марок ниже М200) без перерасхода цемента могут применяться мелкие пески с модулем крупности 1,5...2; для бетонов классов В15 и В22,5 оптимальными по расходу цемента являются средние пески с $M_{кр}$ = = 2...2,5; для бетонов классов В27,5 и выше — крупные пески с $M_{кр}$ = 2,5...3,25:

Полученные границы оптимальных зерновых составов песков для бетонов различных классов по прочности на сжатие не зависят от вида песка, однако между расходами цемента при использовании песков оптимального зернового состава, но различного генезиса имеется отмеченное выше различие. Отклонение от оптимального зернового состава песков для бетонов соответствующих классов как в сторону замельчения песков, так и в сторону их закрупнения вызывает повышение расхода цемента.

Для определения роли обогащения и промывки песков в технологии бетонов изучены свойства песков, выпускаемых карьерами с различной технологией, и исследована изменчивость основных показателей качества песков на стадиях получения их на карьерах и потребления на заводах ЖБИ. Выявлено, что обогащение природного песка приводит к увеличению его крупности (повышение модуля крупности на 0,3...0,4; полного остатка на сите № 063 на 10...20%), снижению содержания зерен размером менее 0,14 мм (с 10...15 до 3...6%) и пылевидных и глинистых частиц (с 3...11 до 0,4...0,8%) и, в ряде случаев, к повышению одно-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

родности (снижению коэффициента вариации модуля крупности с 7...9 до 3...5%). В мытых песках, по сравнению с природными, снижается содержание пылевидных и глинистых частиц (с 3...9 до 1...1,5%): Однако использование карты намыва для обезвоживания и складирования песка снижает однородность мытого продукта по сравнению с исходным (коэффициент вариации модуля крупности возрастает с 7...9 до 17...19%), в связи с чем необходимо разделение карты намыва на отдельные участки с близкими значениями модуля крупности.

Природные, мытые и обогащенные пески четырех карьеров были испытаны в равноподвижных бетонных смесях жесткостью 30 с (табл. 2). Установлены оптимальные области применения обогащенных и природных песков для бетонов различных классов. Так, для бетона класса В27,5 и выше оптимально применение крупных обогащенных песков, для бетона классов В15...В22,5 целесообразно использование крупных и средних природных песков, отвечающих требованиям стандартов, а также средних обогащенных песков. Для бетона класса ниже В15 оптимально применение средних и мелких природных песков, в необходимых случаях промытых.

Рекомендации по оптимальным требованиям к зерновому составу песков внедрены при разработке государственных стандартов на нерудные строительные материалы и на заполнители для тяжелого бетона. В ГОСТ 8736—77 введены новые группы обогащенных песков — средние и мелкие обогащенные пески.

Анализом потребности и потребления песков различной крупности для бетонов в направлении снижения расхода цемента установлены объемы дефицита песков соответствующей крупности по союзным республикам и экономическим районам СССР. Дефицит крупных песков в Западно- и Восточно-Сибирском районах, в Украинской, Узбекской, Молдавской ССР составляет более 4 млн. м³, что вызывает перерасход цемента в бетоне в размере более 7%. Дефицит средних песков в Поволжском, Уральском, Западно- и Восточно-Сибирском, Дальневосточном и других экономических районах РСФСР, в Украинской, Узбекской, Казахской и других союзных республиках составляет около 50 млн. м³, что вызывает перерасход цемента в бетонах классов В15...В22,5 в размере свыше 5%.

В связи с этим одной из первоочередных задач снижения расхода цемента в бетонах является внедрение технико-экономических мероприятий с целью получения крупных и средних обогащенных песков, в том числе около 4 млн. м³ крупных обогащенных и около 50 млн. м³ средних обогащенных песков.

В Узбекской, Таджикской, Киргизской, Казахской, Туркменской ССР целесообразно также обогащение мелких песков с целью получения мелких обогащенных песков для бетона в объеме около 1,5 млн. м³.

Таким образом, рациональное использование заполнителей является важным резервом снижения расхода цемента при производстве бетона.

УДК 691.327:666.9-128:691.33

Л. Б. ГОЛЬДЕНБЕРГ, канд. техн. наук, С. Л. ОГАНЕСЯНЦ, инж.
(НИЛ ФХММ и ТП)

Применение зол ТЭС для улучшения свойств мелкозернистых бетонов

Исследования структуры, технологии и свойств мелкозернистых бетонов марок М100...М300 показывают, что цементного камня в них недостаточно для заполнения межзерновой пустотности песка. Поэтому целесообразно вводить в них различные микронаполнители, в частности золы ТЭС.

В НИЛ ФХММ и ТП Главмоспромстройматериалов были проведены исследования влияния добавок каменноугольных зол ТЭС Москвы на свойства мелкозернистых бетонов. Использовались портландцементы Белгородского и Воскресенского цементных заводов марок 400 и 500 и кварцевые пески Вяземского и Калининского месторождений модулем крупности соответственно 2,8...2,9 и 1,6...1,7.

Золу в опытах вводили вместо соответствующего по объему количества песка. При этом за счет изменения начального водосодержания жесткость смеси поддерживалась постоянной — 8...12 с по ГОСТ 10181.1—81. Твердение образцов осуществлялось при пропаривании по режиму (3+2+12+2) ч при температуре изотермической выдержки 80...85°С.

Испытания контрольных образцов через 4...6 ч после пропаривания показали (рис. 1), что введение золы в цементно-песчаные смеси с расходом цемента 500...600 кг/м³ и коэффициентом избытка теста $\alpha = (0{,}88...0{,}95)$ практически не влияет на прочность бетона или даже приводит к ее снижению. (При этом коэффициент избытка теста α численно равен отношению объема цементного и цементно-зольного теста к объему пус-

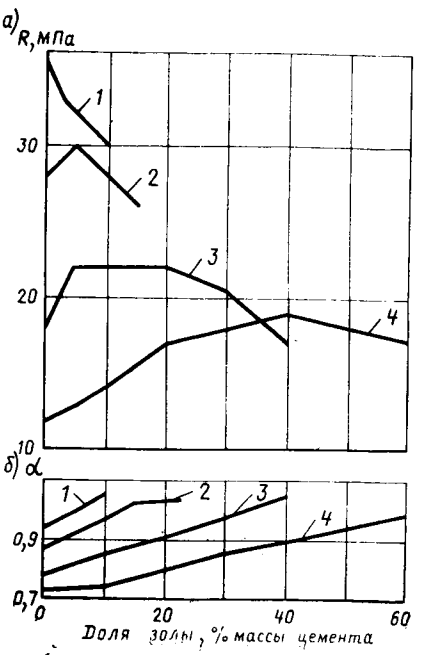


Рис. 1. Влияние добавки золы на прочность мелкозернистого бетона (а) и коэффициент избытка теста α (б)
Расход цемента, кг/м³: *1* — 600; *2* — 500; *3* — 400; *4* — 300; зола удельной поверхностью 0,4 м²/г, п. п. п. = 18%

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тот песка.) Введение золы в цементно-песчаные смеси с расходом цемента 300...400 кг/м³ и коэффициентом избытка теста 0,73...0,88 позволяет ликвидировать межзерновую пустотность заполнителя и увеличить прочность с 12...18 до 19...22 МПа, или на 25...50%. Коэффициент избытка цементно-зольного теста при этом составляет 0,93...1,05. При дальнейшем увеличении дозировки золы сверх оптимальной прочность бетона снижается.

Кроме указанного действия золы как микронаполнителя следует отметить, что каменноугольные золы обладают пуццолановой активностью. В частности, активные их фазы — шлакозольное стекло и аморфизированное глинистое вещество вступают в реакцию с гидроокисью кальция, выделяющейся при гидратации цемента с образованием низкоосновных гидросиликатов и других цементирующих новообразований, способствующих росту прочности бетона [1].

Как видно из рис. 2, для бетонов с расходом цемента 300...400 кг/м³ введение 100...180 кг/м³ золы позволяет сократить расход цемента примерно на такую же величину. Для бетонов с расходом цемента 400...500 кг/м³ введение золы в оптимальном количестве (50...80 кг/м³) позволяет сократить расход цемента на 10...40 кг/м³. А для бетонов с расходом цемента 500 кг/м³ и более введение золы экономии цемента практически не вызовет.

Следует отметить, что введение добавки золы в цементно-песчаные смеси существенно повышает прочность не только затвердевшего, но и свежеотформованного бетона. Так, при расходе цемента 300 кг/м³ введение золы в количестве до 50% массы цемента привело к увеличению прочности свежеотформованного бетона с 0,08...0,1 до 0,13...0,1 МПа.

Как известно, на прочность мелкозернистых бетонов существенное влияние оказывает крупность песка. Это правило сохраняется и для мелкозернистых бетонов с золой. Однако если на крупном песке ($M_{кр}=2,8$) введение золы в оптимальном количестве привело к увеличению прочности с 12 до 18 МПа сразу после пропаривания и с 18 до 22 МПа в возрасте 28 сут, т. е. на 25...50% (табл. 1), то на мелком песке ($M_{кр}=1,7$) введение золы в оптимальном количестве привело к увеличению прочности с 10 до 14 МПа и с 15 до 21 МПа, т. е. на 40...70%. Таким образом, применение золы особенно целесообразно в бетонах на мелких и средних песках.

Исследования показали, что на прочность мелкозернистых бетонов с золой существенное влияние оказывает режим

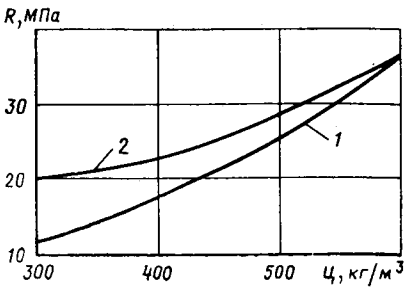


Рис. 2. Влияние расхода цемента на прочность мелкозернистого бетона без золы (1) и золой (2)

гепловлажностной обработки (табл. 2). В частности, температура изотермической выдержки должна составлять не менее 80...85°С.

Как видно из табл. 2, снижение температуры изотермической выдержки с 80 до 65°С привело к существенному снижению прочности золопесчаного бетона; увеличение температуры до 95°С привело к незначительному увеличению прочности бетона.

Физико-механические испытания образцов из мелкозернистого бетона с золой (см. табл. 2) по ГОСТ 24452—80 показали, что призменная прочность составляет 0,90...0,95 кубиковой, прочность при изгибе 0,18...0,23, а на растяжение 0,08...0,10 прочности при сжатии. Следует отметить, что значения указанных величин для обычных тяжелых бетонов соответствующих марок с крупным заполнителем составляют 0,75...0,80; 0,12...0,15 и 0,06...0,09. Таким образом, у мелкозернистых бетонов с золой при одной и той же прочности на сжатие призменная прочность, прочность на изгиб и растяжение выше, чем у обычного тяжелого бетона.

Характеристикой упругопластических свойств является модуль упругости. Особенности структуры мелкозернистых бетонов с золой (повышенное содержание цементно-зольного камня, высокая пористость, значительная удельная поверхность новообразований) отражаются не только на его прочностных, но и на деформативных свойствах. Меньшая крупность заполнителя, большой объем цементно-зольного камня способствуют нарастанию деформаций при нагружении, т. е. уменьшают модуль упругости. Если для пропаренного тяжелого бетона при прочности на сжатие 12,5; 17,5 и 24,0 МПа модуль упругости составляет соответственно 17200, 20500 и 23500 МПа, то для мелкозернистых с золой величина статического модуля упругости составляет 13700, 16700 и 21000, т. е. на 10...20% ниже.

Величина динамического модуля упругости на 20...30% выше статического, что близко к результатам, полученным ранее [2]. Коэффициент Пуассона мелкозернистых бетонов с золой, определенный по методике [3], составил 62×10^{-5}—75×10^{-5} и аналогичен результатам для тяжелого бетона.

Результаты физико-механических испытаний мелкозернистых бетонов с золой позволяют сделать вывод об их повышенной деформатнвности. Она проявляется в повышении призменной прочности, прочности на растяжение и изгиб, коэффициента Пуассона и в снижении модуля упругости.

Оценка защитных свойств мелкозернистых бетонов с золой по отношению к стальной арматуре [4] показала, что основным фактором, влияющим на коррозию арматуры, является содержание несгоревшего топлива и проницаемость бетона. Для назначения расхода цемента, обеспечивающего защиту арматуры от коррозии в мелкозернистых бетонах с золой, может быть использована формула Донецкого Промстройниипроекта, в которой расход цемента в бетонах связан с количеством золы и содержанием в ней несгоревшего топлива. Пассивирующие свойства мелкозернистых бетонов с золой резко снижались при введении добавок электролитов.

Однородная мелкопористая структура мелкозернистых бетонов с золой обусловливает их высокую водонепроницаемость (0,8 МПа) и морозостойкость (до 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания по ГОСТ 10060—76). При этом следует отметить, что

Таблица 1

№ составов	Состав бетона, кг/м³			Прочность бетона, МПа, в возрасте, сут	
	зола	песок	вода	1	28
1	0	1650	225	10	15
2	150	1480	235	17	21
3	0	1640	210	12	18
4	150	1470	225	18	22

Примечание. Расход цемента во всех составах бетона — 300 кг/м³; песок в составах 1 и 2 мелкий; в составах 3 и 4 — крупный.

Таблица 2

№ составов	Температура пропаривания, °С	Прочность бетона, МПа, в возрасте, сут	
		1	28
1	65	10	16
2	65	13	17
3	80	12	18
4	80	18	22
5	95	13	19
6	95	19	24

Примечание. Во всех составах бетона цемента 300 кг/м³; содержание золы в составах 1, 3, 5 — ноль, в составах 2, 4, 6 — 150 кг/м³; содержание песка и воды в составах 1, 3, 5 — соответственно 1640 и 210 кг/м³, в составах 2, 4, 6 — 1470 и 225 кг/м³.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 3

№ составов	Состав бетона, кг/м³				Средняя плотность, кг/м³	Прочность бетона, МПа, при сжатии				Модуль упругости, $E \cdot 10^{-3}$, МПа		Коэффициент Пуассона	Условная предельная растяжимость, $\varepsilon \cdot 10^4$
	цемент	зола	песок	вода		кубов	призм	изгибе	растяжении	динамический	статический		
1	250	180	1550	240	2140	12,5	11,5	2,7	1,2	19,2	13,7	0,21	62
2	280	180	1520	235	2130	17,5	16,0	3,5	1,7	22,0	16,7	0,22	64
3	320	150	1520	225	2150	24,0	22,5	4,6	2,2	25,5	21,0	0,25	75

содержащиеся в золе остатки несгоревшего топлива, представляющие собой кокс и полукокс, не оказывают влияния на морозостойкость бетона [5].

Физико-механические характеристики мелкозернистых бетонов с золой представлены в табл. 3.

На Бескудниковском комбинате строительных материалов и конструкций № 1 Главмоспромстройматериалов был организован выпуск блоков стен подвалов из мелкозернистого бетона с золой (портландцемент — 230 л/м³, зола — 230, песок — 1700, вода — 250 л/м³). Использование золы позволило полностью отказаться от щебня при сохранении расхода цемента. Стоимость материалов снизилась на 1,3 р/м³.

На комбинате строительных материалов № 24 этого же главка методом вибропрессования были изготовлены плиты кабельных покрытий типа ПКП из бетона состава: портландцемент марки 400—300 кг/м³, зола — 120, песок — 1640, вода — 170 кг/м³. Расход цемента был сокращен на 60 кг/м³ по сравнению с существующим, а прочность бетона возросла на ступень. Стоимость материалов снизилась на 1,5 р/м³.

На Опытно-промышленном заводе дорожных и инженерных конструкций методом радиального прессования были изготовлены кольца колодезных горловин из мелкозернистого бетона с золой [6]. Применение золы позволило сократить расход цемента с 550 до 480 кг/м³ (он был назначен исходя из условий формования), повысило водонепроницаемость бетона, позволило исключить арматурный каркас. Экономический эффект составил около 1,5 р/м³.

Таким образом, мелкозернистые бетоны с золой могут применяться для производства крупных и мелких бетонных и железобетонных изделий, изготавливаемых по различной технологии (виброформование, вибропрессование, радиальное прессование). При этом обеспечивается экономия цемента, утилизация золы и снижение стоимости материалов на 1,3...1,5 р/м³.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волженский А. В., Иванов И. А., Виноградов Б. Н. Применение золы и топливных шлаков при производстве строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1984.— 256 с.
2. Довжик В. Г., Дорф Б. А. Исследование факторов, влияющих на модуль упругости высокопрочного керамзитобетона // Тр. ин-та ВНИИЖелезобетон. — М., 1972. — Вып. 17. — С. 55.
3. Горчаков Г. И., Орентлихер Л. П. и др. Структура и прочность цементных бетонов. — М.: Стройиздат, 1976. — 145 с.
4. Оганесянц С. Л., Гольденберг Л. Б. Оценка защитных свойств золопесчаных бетонов по отношению к стальной арматуре // Исследования по созданию и внедрению в производство новых и усовершенствованных технологических процессов в области производства изделий из песчаного и обычного бетона. — М., 1979. — С. 79—87.
5. Волженский А. В., Гольденберг Л. Б. Технология и свойства золопесчаных бетонов // Обзор ВНИИЭСМ. — М., 1979. — 36 с.
6. Жариков В. В., Плеханова В. А. и др. Мелкозернистый золобетон в производстве колец горловин колодцев // Промышленность строительных материалов Москвы. — 1985. — № 2. — С. 7—9.

УДК 691.542:004.18

С. А. ВЫСОЦКИЙ, канд. техн. наук, В. П. СМИРНОВ, инж. (НИИЖБ)

Экономия портландцемента при изготовлении бетонов с добавками золы ТЭС

Одним из путей повышения экономичности бетонов является использование пылевидных зол ТЭС. В настоящее время на Каменец-Подольском цементном заводе осуществляется подготовка к выпуску золопортландцемента (ЗПЦ) с повышенным содержанием золы Ладыжинской ТЭС, получаемой от сжигания каменных углей Донецкого бассейна.

Нами были изучены свойства бетонов на основе подобных вяжущих. Использовались цементы на основе клинкера Каменец-Подольского цементного завода (53,2% алита, 20,3% белита, 5,4% C_3A и 14,3% C_4AF) с различным количеством золы ТЭС сухого отбора (20 и 40%). Исследуемая зола относится к кислым низкокальциевым и содержит 61,22% SiO_2; 8,36% Fe_2O_3; 22,8% Al_2O_3; 2,57% CaO; 1,78% MgO; 0,26% SO_3; 2,7% K_2O; 0,54% Na_2O; п. п. п. = 0,26%; $S_{уд.золы}$ = = 1900 см²/г при остатке на сите № 008 12,3....17,6% и на сите № 004—36,4%. Основная масса ее представлена стекловидными сферическими частицами; количество малоактивных минеральных составляющих (кварца, муллита и гематита) незначительно.

Особо следует отметить незначительное содержание несгоревшего топлива. Большие его количества обусловливают повышенную водопотребность смесей и ухудшение свойств бетона [1], поэтому его содержание в нормах ограничивается величиной 5...12% [2]. В малых количествах содержатся в золе CaO и особенно SO_3, последний способствует ухудшению коррозионной стойкости арматуры.

Исследования под электронным микроскопом показали также отсутствие на поверхности зольных частиц покрывающих слоев, в частности из гематита, гипса (по В. Рихартцу [3]), которые могли бы замедлить пуццоланическую реакцию. Для упрощения технологии изготовление цементов осуществлялось путем смешивания предварительно помолотого портландцемента с различным количеством немолотой золы*. Предварительно было установлено, что в цементах, изготовленных таким путем, наилуч-

* Цементы изготовляли в Южгипроцементе.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

шим образом проявляется пластифицирующая способность зольных частиц, способствующих получению цемента марки 300 при 40%-ной добавке золы (табл. 1).

В опытах использовали бетонные смеси равной подвижности (О. К.=2...3 см) на гранитном щебне 5...20 мм и кварцевом песке с $М_к$=1,82. Кубы с ребром 10 см подвергали пропариванию по режиму (2+3+6+2) ч при 80°С — на портландцементе и 90°С — на цементе с добавкой 40% золы, а также выдерживали в нормальных условиях.

Установлено (табл. 2), что смеси на цементах с добавкой золы обладают пониженной водопотребностью, обусловленной шарнирным эффектом мелких сферических частиц золы и повышенным выходом теста по объему вследствие низкой плотности золы (2,29 г/м³).

Снижение прочности, наблюдаемое при введении золы в цемент, в бетоне нормального твердения выражено более заметно (49%), нежели в стандартном растворе, поскольку сопоставление осуществляется при постоянном *В/Ц*.

При пропаривании активизируется пуццоланическая реакция зольного стекла с $Ca(OH)_2$; с другой стороны, при гидратации портландцемента образуются продукты меньшей удельной вяжущей способности по сравнению с нормальным твердением. Поэтому снижение прочности при введении золы в цемент выражено не столь ярко и составляет в среднем 24 и 36% соответственно после пропаривания и через 28 сут после него для состава с добавкой 40% золы. В соответствии с этим с увеличением содержания золы в цементе относительная прочность бетона после пропаривания возрастает от 64...74% до 76...84% $R_{28}^{пн}$.

Проектировать составы бетона на ЗПЦ следует на более высокую относительную прочность, нежели бетона на портландцементе, поскольку последующее твердение его протекает замедленно вследствие слабой реакционной способности золы.

Установлено, что введение золы вызывает повышение расхода вяжущего по сравнению с портландцементом (42...45% при нормальном твердении и 22...26% при пропаривании), возрастающее при повышении требований к бетону по прочности (табл. 3). Однако оно обеспечивает значительную экономию портландцемента, в пропаренных бетонах она составляет 12...13% и 24...27% соответственно для добавки 20 и 40% золы, а в бетонах нормального твердения — 10...12 и 13...15%. При этом абсолютная величина экономии клинкера даже несколько увеличивается при переходе к бетону большей проектной прочности.

Экономичность ЗПЦ связана с показателями свойств бетонов. Бетоны на золопортландцементе не уступают портландцементным. Например, введение 20% золы в цемент способствовало даже повышению морозостойкости (ГОСТ 10060—76); возрастание количества золы до 40% заметно не изменило этого свойства (см. рисунок). Причем указанное соотношение сохраняется не только для пропаренных бетонов, характеризующихся практически одинаковой прочностью, но и для бетонов нормального твердения, прочность которых была более высокой при использовании портландцемента.

Выявлено близкое водопоглощение бетонов одного и того же уровня прочности на цементах с различным содержанием золы независимо от условий твердения, свидетельствующее об отсутствии существенных отличий их пористости. Таким образом, низкая гидратационная активность золы в золопортландцементах может быть полностью компенсирована повышенным расходом вяжущего.

С другой стороны, ввиду меньшей плотности золы по сравнению с клинкером абсолютный объем ЗПЦ (126 л/м³) в бетоне превышает соответствующий объем портландцемента (89 л/м³). Отношение же этой величины к объему пустот в песке для растворной части бетона на ЗПЦ почти в 1,5 раза превышает

Таблица 1

Состав цемента, %		Нормальная густота, %	*В/Ц*	Сроки схватывания (ч—мин)		Прочность стандартного раствора, МПа	
клинкер	зола			начало	конец	сжатие	изгиб
95	9	24,5	0,40	2—20	3—25	27/49,5	4,92/7,2
75	20	24,5	0,37	3—35	4—35	22,7/40,1	4,14/5,99
55	40	22,5	0,35	3—40	5—00	14,5/30,9	2,76/4,87

Примечание. Перед чертой — через 3 сут, после черты — через 28 сут. В составе цемента — 5% гипса.

Таблица 2

Содержание золы в цементе, % массы	Расход материалов, кг/м³			*В/Ц*	Предел прочности при сжатии после		
	цемент	песок	вода		пропаривания	пропаривания и 28 сут нормального твердения	28 сут нормального твердения
0	260	760	169	0,65	16,2/64	26,2/100	30
	340	680	170	0,5	29/70	41/100	45
	425	610	170	0,4	42/74	57,7/100	60
20	252	770	164	0,65	14/67	21/100	24
	330	690	165	0,5	25/76	33/100	36
	415	610	165	0,4	36/78	46/100	48
40	248	770	160	0,65	12,5/74	16/100	14
	320	700	160	0,5	21/81	26/100	23
	400	620	160	0,4	31/84	37/100	33

Примечание. Перед чертой — в МПа, после черты — % R_{28}. Расход щебня — 1200 кг/м³.

Таблица 3

Содержание золы в вяжущем, %	Для бетонов марки М200 после				Для бетонов марки М300 после			
	28 сут нормального твердения после пропаривания		28 сут нормального твердения		28 сут нормального твердения после пропаривания		28 сут нормального твердения	
	В	ПЦ	В	ПЦ	В	ПЦ	В	ПЦ
0	229	229	218	218	286	286	275	275
	100	100	100	100	100	100	100	100
20	249	199	238	191	313	251	310	248
	109	87	109	88	109	88	113	90
40	280	168	310	186	360	216	400	240
	122	73	142	85	126	76	145	87

Примечания: 1. Приведены данные расходы вяжущего (В) и его портландцементной составляющей (ПЦ), над чертой — кг/м³, под чертой — %. 2. За 100% принят расход вяжущего в бетоне на основе бездобавочного портландцемента. 3. О.К.=2 ... 3 см.

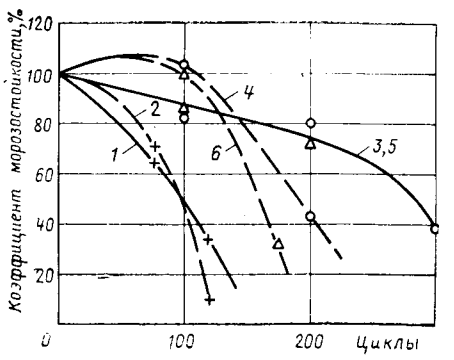
Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

показатель состава на портландцементе, что способствует формированию тонкопористой структуры и большей морозостойкости материала.

Усадочные деформации бетона измеряли на образцах размером 7×7×21 см через 3 сут нормального твердения и 1 сут после пропаривания. С увеличением содержания золы в цементе при нормальном твердении выявлена тенденция к снижению усадки как при влажности среды 65...70%, так и при высушивании образцов при 105°С, что может быть объяснено присутствием в камне негидратированных зольных частиц. При пропаривании отличий не наблюдается, поскольку происходит более интенсивная гидратация частиц золы и образуются более закристаллизованные продукты гидратации портландцемента.

В соответствии с прочностными и деформативными характеристиками бетонов их трещиностойкость, оцененная по методике [4], не зависела от содержания золы в цементе. Равнопрочные бетоны на цементах с различным содержанием золы, начиная с возраста 3 сут, характеризуются одинаковым темпом твердения. Исходя из необходимости ухода за бетоном до достижения им 50...70% проектной прочности и принимая во внимание идентичные усадочные деформации образцов с различным содержанием золы, можно сделать вывод об аналогичной длительности ухода за такими бетонами в среде с пониженной влажностью.

Определение сульфатостойкости бетона в 5%-ном растворе Na_2SO_4 и стойкости его к действию мягких вод, проводившееся в условиях попеременного увлажнения образцов агрессивными растворами и их высыхания при $\varphi=65\%$, показало, что бетон на портландцементе характеризуется такими же или меньшими коэффициентами стойкости. Это обусловлено меньшим количеством и более полным связыванием $Ca(OH)_2$ в составах, содержащих пылевидную золу при близкой пористости бетонов.



Влияние на морозостойкость бетона содержания в составе вяжущего золы-уноса
1 — портландцемент; нормальное твердение, $R_{28}^{н}=46$ МПа; *2* — портландцемент, пропаривание, $R_{28}^{пн}=38$ МПа; *3* — цемент с 20% золы, нормальное твердение, $R_{28}^{н}=42$ МПа; *4* — цемент с 20% золы, пропаривание, $R_{28}^{пн}=38$ МПа; *5* — цемент с 40% золы, нормальное твердение, $R_{28}^{н}=31$ МПа; *6* — цемент с 40% золы, пропаривание, $R_{28}^{пн}=34$ МПа

Поведение стальной арматуры в бетонах было оценено по состоянию поверхности отшлифованных стержней диаметром 5 мм из ст. 3 в бетонных образцах размером 7×7×21 см с защитным слоем толщиной 3 см. Было отмечено отсутствие признаков коррозии после 1 года хранения в атмосферных условиях Москвы независимо от содержания золы в цементе. Очевидно, снижение pH в золоцементном камне, обусловленное уменьшением $Ca(OH)_2$, в определенной степени компенсируется наличием в золе соединений щелочных металлов ($K_2O+Na_2O=3{,}24\%$). Скорость же карбонизации бетонов равной прочности на цементах с различным содержанием золы, по данным исследований, в том числе [5], может считаться приблизительно равной

Вывод

Выявлена целесообразность изготовления и применения бетонов на основе цементов с добавкой пылевидной золы, и в том числе ЗПЦ, изготавливаемого путем смешивания 40% золы сухого отбора с портландцементом. Его применение обеспечивает экономию 13...27% портландцемента в зависимости от условий твердения, является наиболее эффективным при производстве сборного железобетона и рекомендуется для изготовления бетонов марок М200...М300 и ниже.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольдштейн Л. Я., Штейерт Н. П. Использование топливных зол и шлаков при производстве цемента. — Л.: Стройиздат, 1977. — 152 с.
2. Lewandovski R. Verwendung mineralischer Nebenprodukte zur Betonherstellung. Beton + Fertigteil+Technik. —1984.— № 1. — S. 36—40.
3. Richartz W. Zusammensetzung und Eigenschaften von Flugaschen. Zement—Kalk—Cips.— 1984.— № 2.— S. 62—71.
4. Федоров А. Е. Физико-химические основы развития напряжений и деформаций в цементном камне и их влияние на структуру, свойства и долговечность бетона. Автореф. дис.... д-ра техн. наук. — М., 1984. — 50 с.
5. Абе Х., Нагатаки Н., Цукаяма Р. Дискуссия по докладу М. Кокубу «Зола и зольные цементы» // Тр. V Международного конгресса по химии цемента. — М.: Стройиздат, 1973. — 480 с.

УДК 691.327:666.952.2

М. Ю. ЛЕЩИНСКИЙ, канд. техн. наук (Киеворгстрой Главкиевгорстроя)

О применении золы-уноса в бетонах

Глубокий анализ состояния дел по использованию золы и золошлаковых смесей в различных технологиях и материалах дан в работе [1]. Рассматривая варианты использования золы в бетонах, наиболее перспективным ее видом с точки зрения основных технологических процессов и свойств получаемых бетонов следует признать золу-уноса сухого удаления. Эти особенности и преимущества золы-уноса перед золами гидроудаления позволили Главкиевгорстрою осуществить массовый переход на выпуск бетонов с применением золы-уноса.

Начав в 1984 г. с выпуска керамзитозолобетонных однослойных наружных панелей жилого дома одной серии на заводе ЖБИ ДСК № 4, Главкиевгорстрой в настоящее время изготавливает из керамзитозолобетона однослойные наружные стеновые панели для зданий всех серий. Начато производство изделий из тяжелого бетона.

Нормативной основной для применения золы-уноса в легких бетонах явились ГОСТ 25818—83 и ГОСТ 11024—84, инструкции Главкиевгорстроя, а также разработанная совместно с НИИЖБ «Инструкция по применению сухой золы-уноса при изготовлении конструкций из тяжелого бетона в организациях Главкиевгорстроя». В двенадцатой пятилетке применение золы-уноса в Главкиевгорстрое будет продолжать возрастать по объемам выпуска уже освоенных видов бетонов и конструкций, а также путем расширения сферы ее применения.

Анализ опубликованных материалов,

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

исследования ЦНИЛ треста Киеворгстрой и опыт Главкиевгорстроя показывает высокую технико-экономическую эффективность массового применения золы в бетонах. Это связано с тем, что зола существенно влияет на некоторые свойства бетонов и позволяет в значительной мере их целенаправленно изменять. Имеющиеся данные позволяют считать, что соответствующая требованиям ГОСТ 25818—83 зола-унос представляет собой полнфункциональный компонент бетона. Полифункциональность состоит в том, что она может служить заполнителем, активной минеральной добавкой, пластификатором и наполнителем. Значимость этих функций зависит от свойств золы-уноса и условий ее применения.

Зола как мелкий заполнитель. Существенна ее роль как заполнителя в легких бетонах, где обычно золой заменяют более тяжелый кварцевый песок, что позволяет снизить среднюю плотность бетона. В керамзитобетоне, содержащем смесь керамзитового и кварцевого песков, замена последнего золой снижает среднюю плотность бетона в среднем на 100 кг/м³. Для бетонов, в исходных составах которых в качестве мелкого заполнителя применялся только кварцевый песок, замена его золой даст большее снижение средней плотности.

При использовании керамзитового песка возникает проблема его несоответствия ГОСТ 9759—83 по зерновому составу из-за недостаточного содержания мелких фракций. Попытки улучшить зерновой состав путем дробления и просеивания требуют усложнения технологической схемы, повышенного расхода керамзитового гравия и дополнительных энергозатрат. Введение золы улучшает зерновой состав мелкого заполнителя; ГОСТ 9759—83 предусматривает применение золы для этой цели.

Использование золы способствует снижению теплопроводности легкого бетона и повышению сопротивления теплопередаче панелей из него. Так, керамзитобетон (без золы) при $\gamma = 1100...1200$ кг/м³ имел $\lambda = 0{,}37...0{,}41$ Вт/(м·°С), а керамзитозолобетон с $\gamma = 950...1100$ кг/м³ имел $\lambda = 0{,}25...0{,}27$ Вт/(м·°С). При испытании в КиевЗНИИЭПе изготовленных на ЖБК № 1 ДСК № 1 керамзитозолобетонных панелей было отмечено, что при их средней плотности на 3% меньшей, чем керамзитобетонных, сопротивление теплопередаче выше на 14% (0,918 м²·°С/Вт вместо 0,805 м²·°С/Вт).

Зола дешевле не только искусственных, но зачастую и естественных песков, а ее энергоемкость, как правило, самая низкая по сравнению с другими видами мелкого легкого заполнителя.

Зола как активная минеральная добавка. Это свойство [1] в значительной мере определяется ее фазовым (более 80% стеклофазы) и химическим составом. Нами были изготовлены образцы с переменным отношением цемент:зола. По данным рентгеноструктурного анализа, с увеличением содержания золы возрастает количество низкоосновных гидроалюмосиликатов и гидросиликатов кальция — продуктов взаимодействия золы с гидратом окиси кальция. Возможность использования золы как активной минеральной добавки отражена в ряде нормативных документов.

Повышение сульфатостойкости бетонов с золой уже отмечалось [2, 3]. В работах Киеворгстроя совместно с НИИЖБ было установлено, что коэффициент стойкости (КС) для бетонов на Здолбуновском портландцементе с добавкой 30% золы Ладыжинской ГРЭС при выдерживании в 5%-ном растворе Na_2SO_4 в течение 1 года составлял 1,05...1,1 по растяжению при изгибе и 0,91...1 по сжатию. Для условий Киева при максимальном содержании $SO_4^{2-} = 1556$ мг/л портландцементы с 30% золы обеспечивают необходимую сульфатостойкость растворов и бетонов. Это позволило на основе обычного портландцемента изготавливать сульфатостойкие растворы, которые используют в тресте Киевподземдорстрой № 1 для заблочного и затрубного инъецирования.

Зола как пластификатор. Это свойство, связываемое с шарообразной формой и гладкой поверхностью ее зерен, в какой-то мере аналогично пластифицирующему эффекту воздухововлекающих добавок [2]. Ниже приведены полученные в Киеворгстрое данные о водопотребности цементно-песчаного раствора с постоянной консистенцией в зависимости от содержания золы (при постоянном количестве песка, %):

цемент	зола	вода	расплыв конуса, мм
100	0	100	110
75	25	90	110
50	50	85	115
25	75	77,5	106

Пластифицирующий эффект золы способствует также повышению связности бетонных смесей и, что особенно важно, смесей высокой подвижности. Указанное свойство проявляется и в растворах: улучшается их удобоукладываемость и расслаиваемость. Пластифицирующий эффект в бетонных и растворных смесях возрастает с уменьшением в них содержания цемента.

Совместное влияние пластифицирующего и упрочняющих факторов подобно эффекту от использования суперпластификатора [1], хотя механизм их действия различен. Так, при содержании $Ц = 397...406$ кг/м³ бетон без золы при $В/Ц = 0{,}42$ и О. К. = 2 см имел $R = 28{,}7$ МПа, а бетон с золой при $В/Ц = 0{,}48$ и О. К. = 18 см имел $R = 35{,}6$ МПа. Эта эффективность литых бетонов была использована при возведении железобетонных стен толщиной 7...10 см на одном из объектов Главкиевгорстроя.

Зола как тонкомолотая добавка-наполнитель. Положительный эффект за счет наполнителя — это снижение расхода цемента высоких марок при изготовлении низкомарочных бетонов и строительных растворов, повышение плотности бетонов, увеличение их водонепроницаемости. При бетонировании массивных конструкций существенным является более низкое тепловыделение. Эффективность применения золы для повышения водонепроницаемости бетонов можно проиллюстрировать такими примерами. При использовании ее для керамзитобетона панели, изготавливаемые на всех заводах Главкиевгорстроя, стабильно выдерживают испытания на водонепроницаемость по методике ВСН 32-77 Госгражданстроя. В тяжелых бетонах зола повышает водонепроницаемость на одну-две марки. Образцы из бетонной смеси с О. К. = 3 см имели марку по водонепроницаемости *W*4; при введении в состав золы (расход цемента и воды практически не изменились) водонепроницаемость возросла до *W*8. Для образцов из смеси с О. К. = 12 см получены соответственно значения *W*2 и *W*6.

Положительный эффект применения наполнителей для ряда бетонов и конструкций из них известен давно. Однако бетоны с наполнителями практически не применяются. Это объясняется тем, что измельчение материалов для получения наполнителей представляет собой сложный, дорогой и энергоемкий процесс. Даже в тех случаях, когда речь идет о диспергировании глины, в условиях предприятий сборного и товарного бетона технологические схемы по подготовке и введению наполнителя в бетон не нашли значительного применения. Зола лишена этих недостатков: ее введение в состав бетонной смеси осуществляется по технологической схеме, аналогичной схеме применения цемента.

Отмеченные основные функции золы в бетонах, высокая эффективность последних (экономический эффект для ряда конструкций за счет учета улучшения теплотехнических свойств и экономии цемента достигает 6 р/м³), большая сырьевая база золы, наличие норматив-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ных документов делают необходимым массовое применение бетонов, в состав которых входит зола. Очевидно, задача должна быть поставлена следующим образом: зола всегда должна использоваться как составляющая бетонов, за исключением тех случаев, когда ее применение технически недопустимо либо экономически невыгодно.

Технические ограничения связаны главным образом с недостаточной изученностью свойств бетонов с золой. Такие бетоны не следует применять в конструкциях, армированных преднапряженной арматурой из термически упрочненных сталей [4], в ряде агрессивных сред (СНиП II-56-77), при содержании цемента более 400 кг/м³ (РСН 278-83 Госстроя УССР). Экономические ограничения обычно вызваны отдаленностью ТЭС от потребителей золы.

Технико-экономический эффект определяется не только улучшением технических свойств бетона и экономией цемента. Немаловажное значение имеет снижение стоимости бетона, уменьшение массы перевозимых его составляющих и готовых конструкций (последнее обстоятельство в ряде случаев следует учитывать и при проектировании), а также снижение затрат на строительство и эксплуатацию золоотвалов и экономия при производстве цемента и заполнителей, уменьшение сопряженных затрат в других отраслях. Кроме технико-экономического эффекта при использовании зол достигается и существенный социальный эффект.

Учет всех этих составляющих в значительной мере будет способствовать обоснованному увеличению объема использования зол и других золошлаковых материалов. Поэтому целесообразна разработка методики расчета комплексного технико-экономического эффекта применения зол. Использование золы-уноса следует рассматривать как долговременную техническую задачу, определяющую один из наиболее эффективных путей технологии бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волженский А. В., Иванов И. А., Виноградов В. И. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1984.— 255 с.
2. Стольников В. В., Кинд В. В. Свойства цемента и бетона с добавлением топливной золы-уноса // Новое в химии и технологии цемента. Тр. совещ. по химии и технологии цемента. — М.: Госстройиздат, 1962. — С. 250—260.
3. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузеев. — М.: Стройиздат, 1980. — 536 с.
4. Рекомендации по защите арматуры от коррозии в бетонах на шлаковых и зольных материалах // Донецкий ПромстройНИИпроект и НИИЖБ. — Донецк, 1979. — 27 с.

УДК 691.327.004.18

Г. С. МИТНИК, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Влияние конструкции и состояния форм на расход бетона при производстве сборного железобетона

Вопросы экономного расходования бетона, а значит, и цемента в заводском производстве тесно связаны с формами, в которых изготовляют железобетонные изделия. Влияние форм многообразно, и в самом общем виде расход бетона (цемента) зависит от следующих факторов: конструктивного решения формы; схемы ее опирания; характера динамической работы формы при вибрационном (виброударном, ударном) уплотнении бетонной смеси; внутренних проектных размеров формы; состояния ее в процессе эксплуатации.

Влияние конструкции формы связано с деформациями ее основных частей — поддона и бортов при уплотнении бетонной смеси. Повышенные деформации приводят к увеличению расхода бетона для заполнения большего объема. Кроме того, в формах с откидными (съемными, отдвижными и т. п.) бортами всегда имеются зазоры в местах их сопряжения с поддоном (по ГОСТ 25781—83 разрешаются зазоры до 1,5 мм при общей их протяженности не более половины длины примыкания). Через эти зазоры теряется часть бетонной смеси, причем потери особенно значительны при литьевой технологии.

Для снижения расхода бетона в процессе формования изделий предпочтение следует отдавать формам, конструктивное решение которых исключает возникновение зазоров в местах примыкания бортов к поддону. К числу таких конструкций относятся формы, у которых борта жестко соединены с поддоном (рис. 1, *а*), частично разборные формы с отдельными бортами, закрепленными на шарнирах или являющимися съемными (отдвижными), а также формы с упруго работающими элементами. Имеются в виду формы с упругими бортами и гибким поддоном, общим для которых является объединение бортов с поддоном (или частью поддона) в один конструктивный элемент (рис. 1, *б* и *в*).

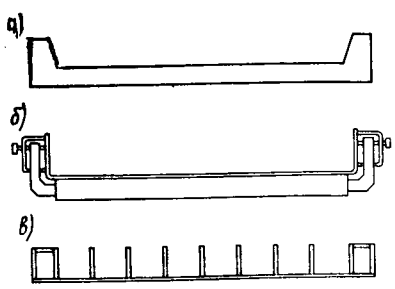


Рис. 1. Сечения форм рационального типа
а — форма неразборная; *б* — то же, с упругими бортами; *в* — то же, с гибким поддоном

Кроме того, формы с упруго работающими элементами могут обеспечить экономию цемента и благодаря тому, что они допускают возможность распалубливания изделий при меньшей прочности бетона. Связано это с тем, что перед распалубливанием таких форм за счет деформаций при упругой работе отдельных ее элементов полностью или частично нарушается сцепление бетона с рабочими поверхностями поддона и бортов. Это обстоятельство позволяет извлекать изделия из формы при меньшей прочности бетона без опасений в отношении их целостности. Раннее распалубливание позволяет снизить марку бетона и, естественно, расход цемента в тех случаях, когда ее устанавливают исходя из необходимости извлечения изделий из формы в заданный срок.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Если в формах рационального типа (неразборных, частично разборных и с упруго работающими элементами), обычно характеризуемых пониженной деформативностью и полным или частичным отсутствием зазоров в сопряжении отдельных их элементов, герметизация заложена в конструктивном решении формы, то в формах других типов с целью снижения потерь бетона необходимо тем или другим способом обеспечить их герметизацию.

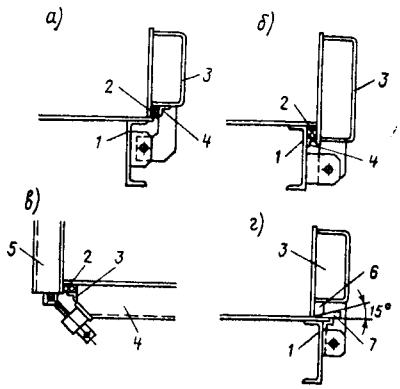


Рис. 2. Уплотнение стыков в сопряжении элементов формы

а — откидного борта с поддоном (уплотнитель резиновый); *б* — то же, при примыкании откидного борта сбоку; *в* — торцевого борта к продольному (уплотнитель резиновый); *г* — откидного борта с поддоном (уплотнение клиновидное); *1* — поддон; *2* — уплотнитель резиновый; *3* — продольный борт; *4* — гнутый уголок; *5* — торцевой борт; *6* — полоса со скошенной нижней гранью; *7* — клин

Ее рекомендуется выполнять с помощью резиновых уплотнителей (рис. 2, *а—в*) или клиновидного уплотнения, разработанного на заводе ЖБИ-18 Главмоспромстройматериалов (рис. 2, *г*). Литьевая технология, использующая суперпластификаторы и обеспечивающая, как правило, уменьшение массы цемента в бетонной смеси, должна базироваться на применении только герметизированных форм.

Самостоятельное значение для снижения расхода бетона имеет схема опирания формы в конвейерном производстве. Имеется в виду то обстоятельство, что при обычной схеме опирания на четыре автономных колеса возникают постоянные искривления рабочей поверхности поддона. Причины искривления — колебания отметок головки рельсов, зазоры и перепады в стыках, особенно значительные в местах перехода с основного участка конвейера на подъемник-снижатель или передаточную тележку и с этого транспортного устройства на пути туннельной камеры. Искривления рабочей поверхности поддона, совпадающие по времени с минимальной предельной растяжимостью бетона, приводят к появлению диагональных трещин в изделии; при большой длине трещин изделие бракуют.

С тем чтобы исключить появление трещин такого вида при движении формы-вагонетки по конвейеру, необходимо перевести ее на трехточечное опирание по схемам с качающейся балкой (рис. 3, *а* и *б*) или с тремя колесами (рис. 3, *в* и *г*) Опыт эксплуатации поддонов и форм-вагонеток более чем на 15 конвейерах, часть из которых работает по этой рациональной схеме с 1981 г., свидетельствует, что диагональные трещины в изделиях отсутствуют [1, 2]. Тем самым создаются условия, при которых нет необходимости в повышении прочности бетона, а значит, и в перерасходе цемента для исключения появления диагональных трещин.

Особую важность в рассматриваемом вопросе имеет характер динамической работы элементов формы. Поскольку она расположена между формующим механизмом и бетонной смесью, уплотнение последней вызывает вибрация не тех по частоте и амплитуде колебаний параметров, которую передает этот механизм, а существенно трансформированная по параметрам вибрация, зависящая от конструкции формы и вида ее крепления к формующему механизму. Если, к примеру, форма, установленная на серийную виброплощадку блочного типа с частотой 3000 кол/мин, не крепится к блокам электромагнитами (с чем, к сожалению, приходится часто сталкиваться на производстве), то форма и загруженная в ней бетонная смесь колеблются с частотой примерно 1550 кол/мин.

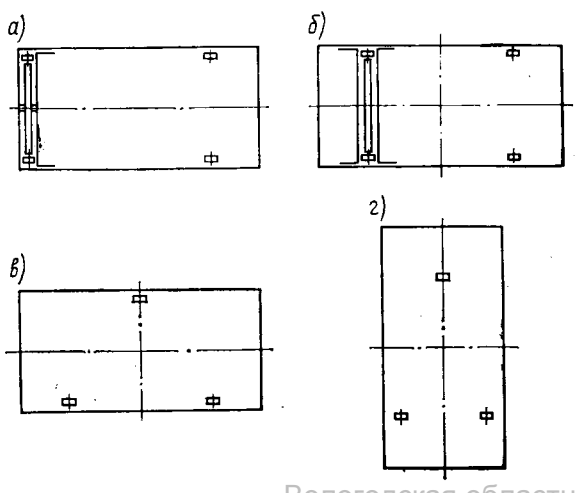


Рис. 3. Схемы трехточечного опирания формы-вагонетки

а — с качающейся балкой, расположенной в торце; *б* — то же, смещенной к передней оси; *в* — с тремя колесами при продольном перемещении формы-вагонетки; *г* — то же, при поперечном перемещении формы-вагонетки

Амплитуда колебаний, которая для виброплощадки равна 0,55 . . . 0,7 мм, по всей площади поддона разная. Она имеет минимальное значение на участках, где настил приварен к балкам рамы поддона, и максимальное — в середине ячеек настила. Кроме того, амплитуды в пределах ячейки зависят от ее положения относительно середины поддона, толщины настила, размеров ее в плане, собственной частоты колебаний загруженной ячейки. При оптимальной частоте собственных колебаний ячейки, которую подсчитывают по Рекомендации [3] с учетом основных параметров ячейки, обеспечивается наиболее эффективное уплотнение бетонной смеси, благодаря чему можно применять смеси с меньшей подвижностью (большей жесткостью) и снизить расход цемента на 1 м³ бетона.

Объем бетона в форме зависит от внутренних ее размеров, которые определяют при проектировании формы и обеспечивают при изготовлении. Учитывая, что в процессе эксплуатации внутренние размеры формы возрастают, принято назначать ширину и длину, ориентируясь на минусовые предельные отклонения по ГОСТ 25781—83. В том же стандарте записан пункт, которым допускаются отклонения высоты собранной формы только в сторону уменьшения. В тех случаях, когда предписания относительно внутренних размеров формы в плане и по высоте формы не выдерживают, увеличение внутреннего ее объема, естественно, влечет за собой перерасход бетона, а значит, и цемента.

Однако даже когда фактические размеры не выходят за пределы допусков, установленных стандартом, объем бетона в формах одного типа может заметно отличаться. К примеру, для плоской плиты с номинальными размерами 2×6×0,14 м, изготовленный по 6-му классу точности, при отклонениях в размерах по ширине, длине и высоте в пределах допускаемых объем бетона может различаться на 5,4 %, а при изготовлении плиты по 7-му классу точности — на 7,8 %.

Еще большие колебания объема отмечаются при изготовлении ребристых плит, у которых значительная масса бетона сосредоточена в ребрах. Увели-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

чение ширины и длины формы, сказывающееся в основном на размере ребер, сразу же повышает объем бетона в изделии. Так, для ребристой плиты покрытия размером 3×6×0,3 м, изготовляемой по 6-му классу точности, при тех же условиях, как и в первом примере, объем бетона может различаться на 12,3 %, а при изготовлении плиты по 7-му классу точности — на 15,7 %.

Необходимо еще раз отметить, что цифры, приведенные в примерах, относятся к формам, у которых размеры колеблются в пределах допуска. Если это требование не выполнено, с чем на производстве приходится сталкиваться постоянно, цифры возрастают и, значит, расход бетона на изготовление каждого изделия заметно увеличивается. Из этого следует однозначный вывод: для экономии бетона (цемента) внутренние размеры формы должны быть равными минимально допускаемым или приближаться к ним как при изготовлении формы, так и в процессе ее эксплуатации.

Состояние формы в процессе эксплуатации — важнейший фактор снижения перерасхода бетона. В форме с зазорами в местах примыкания бортов к поддону в пределах допускаемых (при наличии всех деталей замковых и шарнирных соединений, а также при внутренних размерах с минусовыми отклонениями) перерасход бетона минимальный. Однако, как показывает практика, в процессе работы многократные деформации от расчетных нагрузок, вибрационных и температурных воздействий ведут к увеличению зазоров в примыкании бортов к поддону и друг к другу, повреждению отдельных замковых и шарнирных соединений, увеличению внутренних размеров формы. По указанным причинам перерасход бетона становится заметным, и для его снижения необходимо грамотно эксплуатировать формы, обеспечивая своевременное техническое их обслуживание и текущий ремонт.

Пятью рассмотренными факторами влияния форм на расход бетона (цемента) при изготовлении сборного железобетона не ограничивается роль и значение форм в решении задач по экономному расходованию цемента. Не менее важно, что формы являются одной из причин, а в ряде случаев важнейшей из них, оявления бракованных изделий. Брак же — это всегда бросовые затраты материалов, в том числе цемента.

На производстве бракованные изделия особенно часто появляются из-за деформаций форм на посту формования, в процессе тепловлажностной обработки бетона, при распалубливании изделий, а также при перемещении форм по постам технологической линии или по рельсовым путям конвейера. Обычно к браку в первую очередь приводят температурные деформации форм и деформации, происходящие при движении форм по конвейеру. В качестве примера можно указать, что на Новомосковском заводе крупных стеновых панелей при изготовлении панелей внутренних стен на трехъярусном стане брак из-за диагональных трещин, идущих от колеса на одной стороне до колеса на второй стороне, длительное время достигал 15 %.

Отколы и вырывы подъемных петель из изделия обусловлены не только недостаточной прочностью бетона в момент распалубливания. Во многих случаях причиной являются повышенное сцепление бетона к плохо очищенным и смазанным рабочим поверхностям формы, а также чрезмерная их шероховатость и наличие неровностей, особенно на рабочих гранях бортов и вкладышей, защемляющих изделие.

Можно указать и на другие обстоятельства, связанные с формами и вызывающие выпуск бракованных изделий, однако уже отмеченного достаточно, чтобы прийти к выводу: анализ причин появления брака практически всегда следует начинать с формы.

Даже далеко не полное рассмотрение всех аспектов влияния форм на расход бетона (цемента) при изготовлении железобетонных изделий убедительно свидетельствует о том, что при решении проблемы рационального использования цемента в производстве сборного железобетона нужно всегда учитывать и оценивать состояние форм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Формы-вагонетки с трехточечным опиранием / Н. Г. Середа, А. П. Тертяк, Н. М. Рамазанов и др. // Бетон и железобетон. — 1984. — № 8. — С. 29—30.
2. Формы-вагонетки с рациональным опиранием / А. Богатырев, Н. Александров, Е. Филиппов и др. // Экспресс-информ. серия «Совершенствование базы строительства». — ЦБНТИ Минтяжстроя СССР. — Вып. 10. — 1985. — С. 9—12.
3. Рекомендации по динамическому расчету стальных форм. — М.: НИИЖБ, 1984. — 44 с.

УДК 691.54.004.18

И. Л. ЦВЕТКОВ, инж. (з-д ЖБИ-5 ГМПСМ)

Крупный резерв экономии цемента

Наиболее известный метод определения прочности бетона — испытание контрольных кубов на сжатие. Важными факторами при этом являются геометрические параметры образцов.

ГОСТ 10180—78 регламентирует допуски по отклонению: от номинальных размеров кубов до ±1%, от перпендикулярности смежных граней до 1 мм на 100 мм длины, от плоскостности опорных граней до 0,05 мм на 100 мм длины грани.

Отклонения размеров кубов от номинальных учитываются при определении средней площади рабочего сечения образца. Допуск стандарта на отклонение смежных граней от перпендикулярности достижим и, как правило, выполняется. Отклонения же граней кубов от плоскостности не соответствуют требованию стандарта и практически всегда его превышают.

В бетонных кубах происходят процессы, которые приводят к искривлению их граней; к моменту испытания отклонение от плоскостности может составить около 0,1 мм или даже более того. Наши исследования показывают, что даже при наличии форм с отклонением стенок от плоскостности в пределах требований

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ГОСТ 22685—77 0,03 мм на 100 мм длины практически невозможно получить грани кубов с отклонением от плоскостности в пределах 0,05 мм. Обеспечить требования стандарта можно только шлифовкой граней или выравниванием их слоем быстротвердеющего материала, что при массовых испытаниях осуществлять затруднительно.

Кроме того, существующие конструкции форм для контрольных кубов не обеспечивают выполнение требований ГОСТ 22685—77 по отклонению стенок форм от плоскостности. Даже у качественно изготовленных форм конструкции ВНИИЖелезобетона отклонения от плоскостности стенок достигают 0,1 мм на 100 мм длины. После небольшого срока эксплуатации отклонения стенок форм от плоскостности возрастают. Грани кубов, изготовленных в этих формах, имеют отклонения от плоскостности, превышающие допуск ГОСТ 10180—78, в основном от 0,1 до 0,5 мм. В формах другой конструкции отклонения от плоскостности стенок и, следовательно, граней кубов еще большие.

Из-за невозможности обеспечить высокие требования стандарта по отклонению граней кубов от плоскостности лаборатории, производящие испытания, перестают контролировать этот параметр, лучшие грани не выбираются в качестве опорных. Не контролируют также состояние стенок ни при приобретении форм, ни в процессе их эксплуатации. Это приводит к тому, что на практике этот параметр всегда значительно превышает допуск стандарта.

Исследования показывают, что кубы из бетона марки М250 с опорными гранями, имеющими отклонения от плоскостности 0,5 мм, разрушаются при нагрузках на 15...25 % меньших, чем кубы с опорными гранями с отклонением от плоскостности 0,1 мм. При этом для кубов с более искривленными гранями коэффициент вариации прочности увеличивается в 3 раза.

Контроль прочности бетона осуществляется статистическим методом по ГОСТ 18105.0—80. Требования к прочности назначают с учетом фактической однородности, характеризуемой величиной коэффициента вариации прочности бетона. Поэтому при массовом испытании кубов с искривленными гранями снижение оценки прочности происходит не только вследствие прямого уменьшения предела прочности, но и за счет повышения требований к прочности при снижении однородности при испытании.

Так как в каждой испытательной лаборатории используются формы разных конструкций, состояния и сроков эксплуатации, кубы имеют значительные колебания по отклонениям граней от плоскостности. Это приводит к тому, что оценка прочности бетона одного состава различна при испытании кубов, изготовленных в разных формах.

По нашим данным, отклонения от плоскостности опорных граней контрольных кубов, изготовленных в формах, длительно эксплуатируемых на производстве, как правило превышают 0,5 мм на 100 мм длины, что ведет к снижению оценки прочности на 15...25 % и соответствующему увеличению расхода цемента на 10...15 %.

Выводы

Требования ГОСТ 10180—78 по отклонению опорных граней кубов от плоскостности завышены и не могут быть обеспечены без дополнительной обработки граней. Эти требования стандарта следует пересмотреть в сторону снижения и установить допуск на отклонение опорных граней кубов от плоскостности 0,1 мм на 100 мм длины.

Требования ГОСТ 22685—77 по отклонению стенок форм от плоскостности обусловлены ГОСТ 10180—78. Необходимо разработать принципиально новую конструкцию формы, которая обеспечивала бы требование стандарта по этому параметру. Вариантом может служить метод оценки потери прочности в кубах, изготовленных в формах любого вида, по сравнению с прочностью кубов, изготовленных в эталонных формах, с отклонением от плоскостности их стенок в пределах допуска стандарта. Такие формы дадут возможность получать эталонные кубы с гранями, имеющими отклонения от плоскостности до 0,1 мм.

Обеспечение указанных мероприятий позволит снизить необоснованное завышение прочности бетона в конструкциях и сэкономить в масштабах страны несколько миллионов тонн цемента в год.

УДК 691.327:536.485:691.54.004.18

А. М. ШЕЙНИН, канд. техн. наук, М. Я. ЯКОБСОН, инж. (Союздорнии)

Морозостойкость дорожных бетонов с добавкой С-3 при сниженном содержании цемента

Цементобетонные покрытия автомобильных дорог и аэродромов эксплуатируются в суровых условиях совместного воздействия мороза и антигололедных реагентов. Для обеспечения гарантированной долговечности к бетонам дорожных и аэродромных покрытий предъявляются высокие требования по морозостойкости. Повышение морозостойкости бетона обусловлено комплексом структурных и технологических факторов, обеспечивающих снижение уровня внутренних разрушающих напряжений и повышение сопротивления им бетона [1]. Уменьшению внутренних напряжений способствует формирование в структуре бетона минимальной открытой пористости и системы воздушных условно-замкнутых пор, увеличение толщины прослоек раствора и снижение концентрации крупного заполнителя, а также снижение толщины прослоек цементного камня до минимальной, обеспечивающей плотность структуры и оптимальные условия размещения условно-замкнутых пор. Сопротивление бетона внутренним напряжениям повышается с увеличением прочности бетона на растяжение.

Значительный интерес представляет изучение морозостойкости дорожных бетонов с суперпластификатором С-3, применение которого позволяет экономить расход цемента [2]. В Союздорнии исследовали дорожный бетон с комплексной добавкой С-3+СНВ в сопоставлении с дорожным бетоном с комплексной добавкой ЛСТ+СНВ. Отдельные составы бетона изучали с до-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

бавкой С-3. Воздухововлекающая добавка СНВ обеспечивала объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси в соответствии с ГОСТ 26633—85. Были приготовлены бетонные смеси (табл. 1) с использованием цементов Старооскольского цементного завода (составы 1...8) марки 400 с содержанием C_2S = =14.%; C_3A=6,9%; C_3S=61,8% и Себряковского цементного завода (составы 9...20) марки 500 с содержанием C_2S=17,0%; C_3A=6,8%; C_3S=57,0%, гранитного щебня фракции 5... 20 мм, природного кварцево-полевошпатового песка с $M_к$=2,2. Бетонные смеси отличались значениями В/Ц, относительным содержанием песка в смеси заполнителей, расходом воды и объемом вовлеченного воздуха.

Водопотребность бетонных смесей при постоянном коэффициенте раздвижки, равном 1,7, с добавкой С-3+ +СНВ при В/Ц=0,30...0,45 по сравнению с добавкой ЛСТ+СНВ уменьшилась на 30...40 л/м³. Это позволило снизить расход цемента на 18,8...22,2%. При этом пластифицирующий эффект добавки С-3+СНВ сохраняется в течение 60 мин после приготовления смеси. Растворотделение смесей удобоукладываемости 5...10 с равно 0,4...1,8%, что свидетельствует об их высокой стойкости к расслоению. В бетонах с добавкой С-3+СНВ с вовлеченным воздухом при В/Ц=0,32...0,42 значительно расширяется область оптимальных значений коэффициента раздвижки или доли песка в смеси заполнителей r с учетом водопотребности бетонной смеси как это было ранее показано для бетонов с добавкой ЛТС+СНВ [3]. Так, изменение r от 0,35 до 0,50 (составы 9...12 и 13...16) практически не повлияло на удобоукладываемость бетонной смеси. Это свидетельствует об эффективности применения бетонов с вовлеченным воздухом при повышенных коэффициентах раздвижки, улучшающих удобообрабатываемость смесей при бетонировании дорожных и аэродромных покрытий современными бетоноотделочными машинами [3].

Возможность снижения расхода цемента в бетонах с добавкой С-3+СНВ подтверждается данными (рис. 1), показывающими, что при В/Ц$\geqslant$ 0,4 прочность бетона не зависит от вида пластифицирующей добавки. При этом следует отметить, что прямолинейный характер зависимости $R_б=f$ (Ц/В) в бетонах с добавкой С-3+СНВ сохраняется и в интервале высоких значений Ц/В, равных 2,5...3,3, что согласуется с данными [4]. Этот характер зависимости $R_б=f$ (Ц/В) для бетонов с добавкой С-3+СНВ сохраняется при любом напряженном состоянии. Увеличение r в бетонах с добавкой С-3+СНВ не влияет на прочность при В/Ц=0,42, но при В/Ц=0,32 прочность снизилась приблизительно на 10%.

Данные табл. 2 показывают, что открытая пористость в бетонах с добавкой С-3+СНВ на 20...25% ниже, чем в бетонах с добавкой ЛСТ+СНВ. Однако объем открытых пор, отнесенный к объему цементного камня, в бетонах с добавкой С-3+СНВ и ЛСТ+ +СНВ при данном В/Ц и коэффициенте раздвижки практически одинаков. Это свидетельствует о том, что изменение открытой пористости бетонов с изученными добавками определяется только изменением объема цементного камня. Характер открытой пористости определяется значениями В/Ц и r.

Испытания бетона на морозостойкость проводили на базе 200 циклов по методике ГОСТ 10060—76 для бетона дорожных и аэродромных покрытий с насыщением и оттаиванием образцов в 5%-ном растворе хлорида натрия (рис. 2). Стойкость к шелушению поверхности бетона при замораживании и оттаивании в 5%-ном растворе хлорида натрия (рис. 3) оценивали по методике Союздорнии на базе 3%-ной потери массы. Кроме того, определяли морозостойкость замораживанием при —50°С и оттаиванием в 5%-ном растворе хлорида натрия (табл. 3). Результаты испытаний подтверждают зависимость морозостойкости бетона от его структуры, определяемой изученными факторами.

Бетоны с добавкой С-3+СНВ на цементе Старооскольского завода характеризуются морозостойкостью не менее 200 циклов при В/Ц $\leqslant$ 0,40, хотя абсолютные значения коэффициента морозостойкости этих бетонов несколько

Таблица 1

№ состава	Добавка, % массы цемента	В/Ц	Доля песка в смеси заполнителей, r	Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси, кг: вода	цемент	песок	щебень	Удобоукладываемость О.К., см/Ж, с
1	0,8% С-3	0,30	0,38	140	467	666	1064	2,0/8
2		0,35	0,41	137	391	735	1064	2,0/9
3		0,40	0,43	133	333	798	1064	3,0/5
4		0,45	0,45	130	289	863	1064	1,5/9
5	0,25% ЛСТ	0,30	0,31	180	600	482	1064	0,5/12
6		0,35	0,34	175	500	546	1064	1,0/10
7		0,40	0,38	165	413	647	1064	3,5/8
8		0,45	0,43	160	356	797	1064	3,0/7
9	0,8% С-3	0,32	0,35	130	406	634	1173	1,5/13
10		0,32	0,40	130	406	725	1083	3,5/7
11		0,32	0,45	130	406	815	993	2,0/6
12		0,32	0,50	130	406	906	903	2,0/9
13	0,8% С-3	0,42	0,35	120	286	679	1257	1,5/10
14		0,42	0,40	120	286	776	1160	1,0/12
15		0,42	0,45	120	286	873	1063	1,0/12
16		0,42	0,50	120	286	970	967	1,5/12
17	0,7% С-3+ +0,15% ЛСТ	0,32	0,41	130	406	744	1064	2,0/5
18		0,46	0,46	120	261	893	1064	1,0/12
19	0,8% С-3	0,32	0,42	135	422	770	1064	2,0/7
20		0,46	0,47	125	272	927	1064	1,0/15

Примечание. Объем вовлеченного воздуха в составах 1 ... 18 — 5 ... 7%, в составах 19 ... 20 — 2...3%; в составах 1...8, 17...20 — коэффициент раздвижки 1,7; в составах 1...18 дополнительно введено 0,01% СНВ.

Таблица 2

№ составов	Объем пор бетона, %: общий	открытых	условно-замкнутых	Показатель среднего размера открытых пор, λ	Показатель однородности размеров открытых пор, α
1	13,4	10,4	3,0	0,83	0,42
2	—	10,9	—	1,10	0,42
3	14,1	11,1	3,0	1,30	0,28
4	16,0	11,2	4,8	1,67	0,48
5	17,4	13,6	3,8	0,71	0,42
6	16,7	13,9	2,8	1,25	0,50
7	—	13,7	—	1,36	0,48
8	22,5	14,3	8,2	1,75	0,78
9	11,2	9,0	2,2	1,40	0,42
10	15,3	10,4	4,9	1,27	0,46
11	13,7	9,4	4,3	0,77	0,54
12	13,4	9,1	4,3	0,50	0,48
13	13,9	7,6	6,3	0,83	0,44
14	14,8	9,4	5,4	2,08	0,43
15	15,4	9,4	6,0	1,00	0,39
16	14,0	7,4	6,6	0,67	0,48
17	13,7	10,1	3,6	0,77	0,54
18	16,1	10,0	6,1	0,83	0,54
19	11,5	10,1	1,4	0,49	0,55
20	12,8	9,1	3,7	0,50	0,55

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

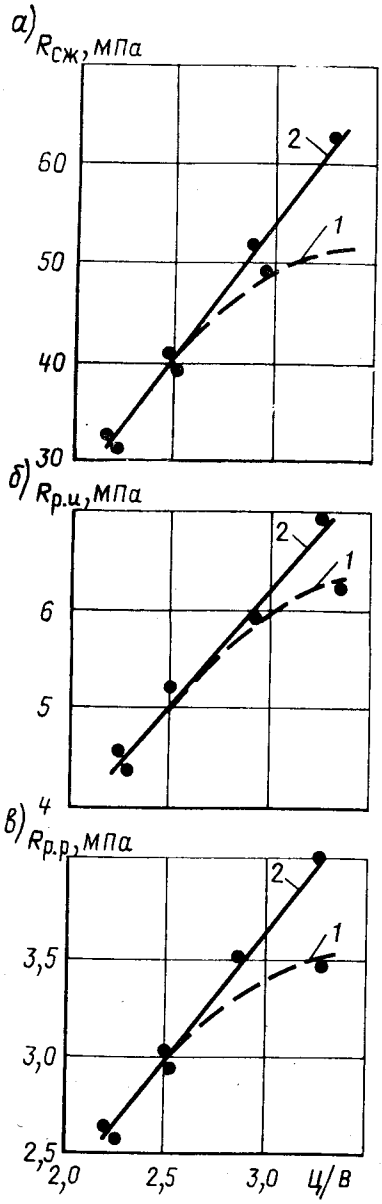


Рис. 1. Зависимость прочности бетона на сжатие (*а*); растяжение при изгибе (*б*); растяжение при раскалывании (*в*) от Ц/В

1 — бетоны с добавкой СДБ+СНВ; *2* — с добавкой С-3+СНВ

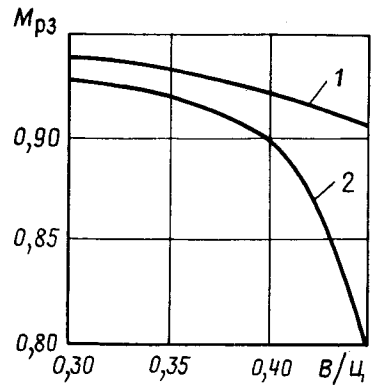


Рис. 2. Зависимость коэффициента морозостойкости бетона от В/Ц

1 — бетоны с добавкой СДБ+СНВ; *2* — с добавкой С-3+СНВ

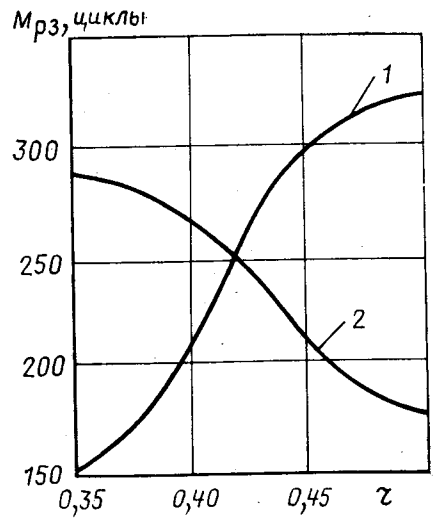


Рис. 3. Зависимость морозостойкости бетона с добавкой С-3+СНВ от доли песка в смеси заполнителя

1 — В/Ц=0,32; *2* — В/Ц=0,42

ниже, чем для бетонов с СДБ+СНВ при более высоком содержании цемента и цементного камня (см. рис. 2). При В/Ц=0,45 бетоны с добавкой С-3+СНВ в отличие от бетонов с добавкой СДБ+СНВ не выдержали 200 циклов испытания. Это связано со сниженным содержанием цемента и цементного камня, обусловливающим, в частности, неоптимальное размещение воздушных пузырьков в тонких прослойках цементного камня и снижение их защитной способности.

Таблица 3

№ составов	Коэффициент морозостойкости при температуре замораживания, через циклы				Изменение массы, %, при температуре замораживания	
	—20°С		—50°С		—20°С через 200 циклов	—50°С через 40 циклов
	150	200	20	40		
17	0,96	0,90	0,98	0,93	—0,2	—0,1
18	0,98	0,89	0,98	0,90	—0,7	—0,2
19	0,92	1,00	0,95	0,91	—0,2	—0,1
20	0,83	0,84	0,98	0,86	—3,2	—0,3

При изучении морозостойкости бетонов с добавкой С-3+СНВ (составы 9...16) с различной долей песка в смеси заполнителей и, следовательно, с различными коэффициентами раздвижки было установлено, что при В/Ц=0,32 стойкость поверхности бетона к шелушению повышается с увеличением *r*, т. е. толщины межзерновых прослоек раствора (см. рис. 3) В бетонах с добавкой С-3+СНВ при В/Ц=0,42 наоборот: с увеличением *r* морозостойкость снижается. Это вызвано, повидимому, изменением условий эффективного размещения воздушных пузырьков в более тонких межзерновых прослойках цементного камня. Особо следует отметить, что все изученные составы бетона с добавкой С-3+СНВ при изменении *r* показали высокую (150...300 циклов) стойкость к поверхностному разрушению при действии мороза и 5%ного раствора хлорида натрия.

При коэффициенте раздвижки 1,7 (составы 17...20) бетоны с комплексной добавкой С-3+ЛСТ+СНВ на цементе Себряковского завода выдержали не менее 200 циклов при температуре замораживания — 20°С и не менее 40 циклов при температуре замораживания —50°С даже при расходе цемента 261 кг/м³ (см. табл. 3).

Это противоречит результатам, полученным на цементе Старооскольского завода, и не нашло объяснения. Бетон с добавкой С-3 показал высокую морозостойкость при изученных температурах замораживания только при В/Ц=0,32. При В/Ц=0,46 бетон с добавкой С-3 не выдержал 150 и 200 циклов при температуре замораживания —20°С, а при —50°С выдержал не менее 40 циклов. Учитывая противоречивость этих результатов, исследования морозостойкости бетонов с добавкой С-3 следует продолжить.

Применение добавки С-3+СНВ вместо добавки ЛСТ+СНВ позволяет получить морозостойкие дорожные бетоны со сниженным приблизительно на 20% расходом цемента при условии ограничения В/Ц (не более 0,40...0,42) и объеме вовлеченного воздуха в бетонной смеси 5....6%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шейнин А. М. Повышение долговечности дорожного бетона с комплексными добавками ПАВ // Повышение качества цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов / Тр. Союздорнии. — М., 1982. — С. 4—15.
2. Шейнин А. М., Якобсон М. Я. О рациональной области применения суперпластификатора С-3 в дорожном бетоне // Исследование дорожного бетона с комплексными химическими добавками / Тр. Союздорнии. — М., 1984. — С. 5—17.
3. Марышев Б. С., Петрушин А. К., Шейнин А. М. Скоростное строительство дорожных одежд с цементобетонным покрытием. — М.: Транспорт, 1978. — 216 с.
4. Баженов Ю. М. Проектирование оптимальных составов бетона с химическими добавками // Применение химических добавок в технологии бетона. — М.: МДНТП, 1980. — С. 90—94.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Трудовая вахта строителей Подмосковья

Передовые коллективы строителей Подмосковья в ходе реализации решений XXVII съезда КПСС и принятых социалистических обязательств за 9 мес 1986 г. добились определенных положительных результатов. Предприятия и строительные организации области за 9 мес увеличили по сравнению с соответствующим периодом прошлого года объем освоенных капитальных вложений на 17% и на 11% больше выполнили строительно-монтажных работ. Выполнен годовой план по вводу в эксплуатацию общеобразовательных школ.

Лучших показателей в выполнении плановых заданий девяти месяцев добились строители Серпуховского, Химкинского, Озерского районов и города Калининграда.

В целом по области за 9 мес 1986 г. произведено 3471 тыс. т цемента и 1917 тыс. м^3 сборных железобетонных конструкций и изделий.

Строители Московской области вступили в новый ответственный период работы. В обстановке высокой политической и трудовой активности разгорается социалистическое соревнование за достойную встречу 70-летия Великого Октября. В социалистических обязательствах строителей области к этой знаменательной дате в истории страны определены ориентиры по дальнейшему усилению интенсификации производства, по всемерной экономии всех видов ресурсов. Повсеместно строителями берутся повышенные дополнительные социалистические обязательства. Главное в них — не только закрепить ранее достигнутый трудовой ритм, но и поднять его на новую ступень, обеспечив тем самым успешное выполнение заданий двух лет двенадцатой пятилетки к 7 ноября 1987 г.

С начала 1986 г. трудовыми коллективами Главмособлстройматериалов выпущено и реализовано продукции на несколько млн. р. больше намеченного. Возросли и темпы роста производительности труда. Больше планового задания выпущено сборного железобетона, нерудных материалов, в том числе щебня и гравия, известняковой муки, плитки и др. Досрочно укомплектованы 55 промышленных объектов, 16 школ, много объектов соцкультбыта и агропрома.

В числе передовых коллективов — Мансуровское карьероуправление, Бунковский экспериментальный завод по выпуску деталей домов для села, Дмитровский ДОЗ, хлюпинский завод «Стройполимер», мытищинский комбинат «Стройперлит» и др.

Более 16 предприятий главка приняли встречные планы на 1987 г. Ими намечено дополнительно выпустить продукции на сумму 3 млн. р. Во главе движения за выполнение заданий первых двух лет пятилетки к 70-летию Великого Октября коллективы Дмитровского ДОЗ и Мансуровского карьероуправления. Оба коллектива обязались к 1988 г. достичь уровня производительности труда, предусмотренного на конец пятилетки.

В настоящее время 70% выпускаемого коллективом Мансуровского карьероуправления щебня соответствует высшей категории качества, за что предприятие удостоено диплома ВЦСПС и Госстандарта СССР. За 9 мес. 1986 г. производство щебня и гравия составило на 4,6% больше, чем за тот же период 1985 г.

Резервы для снижения затрат труженики карьероуправления находят в строжайшем режиме экономии, внедрении безотходной технологии, налаживании выпуска новых видов продукции. Проводимая в управлении работа по росту производительности труда, увеличению выпуска продукции, повышению ее качества уже в 1986 г. позволила коллективу снизить убытки на сумму более 230 тыс. р.

Одно из слагаемых успеха коллектива управления в сбалансированности добывающего и перерабатывающего производств, достигнутой благодаря коллективному подряду. Следует отметить, что управление одним из первых в отрасли перешло на этот прогрессивный метод организации и оплаты труда.

В управлении много сделано для налаживания непрерывного режима работы оборудования. Так, коэффициент его использования благодаря внедрению скользящего графика работы в настоящее время на 20% превышает проектный показатель. Много сделано в управлении по комплексной автоматизации производства с применением промышленного телевидения и радиосвязи. Завершается монтаж автоматизированной системы управления технологическим комплексом, что в конечном итоге даст значительный экономический эффект.

Большой вклад в дело интенсификации производства в управлении вносят рационализаторы. На счету новаторов производства более 50 тыс. р. экономии. Весомый эффект обеспечен благодаря внедрению гидрогрохота, использование которого позволило демонтировать семь единиц старого оборудования, на 368 тыс. кВт·ч снизить потребление электроэнергии. Благодаря внедрению резонансных сит значительно сократились затраты труда на ремонт. По итогам работы в первом полугодии 1986 г. рационализаторам управления присуждено первое место среди коллективов главка.

Важную роль в деле наращивания производственного потенциала играет внедрение прогрессивных форм организации и стимулирования труда. Уже более года Мансуровское карьероуправление работает в условиях коллективного подряда. Взаимоотношения подрядных коллективов и администрации регламентируются договором и плановым заданием по выпуску конкретного объема продукции. В этом документе четко распределены обязанности сторон. Советы бригад и бригадиры отвечают за выполнение договорных обязательств. Заработная плата распределяется на основе КТУ.

С целью повышения качества обслуживания отдельных производственных зон в управлении внедрен межсменный КТУ. Благодаря этому и другим организационно-техническим мероприятиям коллектив управления смог принять встречный план по досрочному выполнению заданий двух лет двенадцатой пятилетки к 7 ноября 1987 г., обязался выпустить дополнительно товарной продукции на сумму около 700 тыс. р. и повысить производительность труда на 11% против плана двух лет.

Коммунистическая партия и Советское государство постоянно проявляют большую заботу об улучшении дел в капитальном строительстве. Ярким проявлением этой заботы явилось принятие постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР по улучшению проектно-сметного дела, развитию индустриализации строительства, а также принятые постановления «О дальнейшем совершенствовании управления строительным комплексом страны» и «О мерах по совершенствованию хозяйственного механизма в строительстве». Таким образом, сейчас фактически создана новая нормативно-правовая база функционирования строительного производства, основанная на более полном использовании экономических законов социализма.

Так, начиная с 1986 г., предусмотрен поэтапный переход на полный хозяйственный расчет и самофинансирование строительно-монтажных трестов, которые должны стать основным хозрасчетным звеном в строительстве. Будут переводиться на эту систему главные территориальные и специализированные управления по строительству, республиканские строительные министерства. Су-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

щественно повышается роль прибыли. Она становится основным источником образования фонда развития производства, фонда материального поощрения, фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

В условиях коллективного характера труда особенно необходимо сочетание хозяйственного расчета строительной организации в целом с развитием подрядной формы организации и оплаты труда. Опыт подмосковных строителей, возглавляемых Н. И. Травкиным, убедительно доказал, что экономический механизм коллективного подряда наиболее полно отвечает решению этой задачи.

Метод, рожденный семь лет назад в Волоколамске на уровне бригады, а теперь охвативший весь трест Мособлсельстрой № 18 Главмособлстроя, получил высокую оценку в ЦК КПСС. ЦК КПСС считает, что коллективный подряд при широком внедрении его в строительстве и других отраслях должен рассматриваться как важнейший метод коренной перестройки строительного комплекса страны, совершенствования экономического механизма хозяйствования.

ЦК КПСС отмечает, что коллектив треста Мособлсельстрой № 18, возглавляемый Н. И. Травкиным, развивая бригадные формы организации и стимулирования труда, обеспечил последовательное распространение их на более крупные структурные подразделения и с 1985 г. перешел на коллективный подряд всем строительно-монтажным трестом. Это усилило экономическую заинтересованность коллектива рабочих, инженерно-технических работников и служащих в ускорении ввода в действие мощностей и объектов с высоким качеством работ, повышении производительности труда, рациональном использовании ресурсов.

В результате практически на той же материальной основе в 1985 г. ранее убыточный трест получил 1,5 млн. р. прибыли, сдал товарной строительной продукции в 1,5 раза больше, чем в предыдущий год. Производительность труда возросла свыше 20%, себестоимость снизилась на 12%. В 1985 г. трест ввел в эксплуатацию все предусмотренные планом мощности и объекты, существенно увеличил объемы подрядных работ. Значительно укреплена трудовая и производственная дисциплина. Активизировалась работа по широкому использованию в строительном производстве достижений научно-технического прогресса, рационализации и изобретательству. Усилилось воздействие трудового коллектива на все стороны через хозяйственный совет треста, в составе которого 80% рабочих.

Практика свидетельствует, что наиболее полно преимущества метода проявляются именно на уровне треста в целом, а не тогда, когда в этом крупном структурном подразделении появляются лишь отдельные звенья передового опыта.

Следует отметить, что на первом этапе работы в новых условиях возникало немало противоречий. Прогрессивной форме организации и оплаты труда мешали всякого рода изжившие себя инструкции. В настоящее время Главмособлстроем согласованы с союзными директивными органами необходимые нормативные документы. Так, со Стройбанком СССР согласован новый порядок выдачи средств на заработную плату и использования их резервного фонда. Значительно расширены права трестов в планировании показателей. Им предоставлена возможность самостоятельно разрабатывать и утверждать структуру и штаты подразделений в пределах фонда зарплаты административно-управленческого аппарата без соблюдения соотношений численности отдельных категорий работников.

Новый хозяйственный механизм раздвигает свои границы. С первых дней второго полугодия 1986 г. на принципах коллективного подряда работают тресты Мособлстрой № 2, 7, 19 и 21, Мособлэлектромонтаж, Мособлинжстрой № 1 и др. Организациями, работающими поновому, в первом полугодии обеспечен темп роста выработки на 11,2%, что в два раза выше показателя по главку.

Принципы подряда способствуют повышению мобильности треста, он функционирует как единый хозяйственный механизм. Создаются хорошие предпосылки к переходу на полный хозрасчет на принципах самоокупаемости и самофинансирования.

Совершенствование методов организации труда помогло войти в число лидеров социалистического соревнования и дмитровским строителям. Благодаря умелому инженерному обеспечению, рабочей инициативе, высокой действенности решений хозсоветов треста Мособлстрой № 19 и его подразделений этот коллектив за 9 мес. 1986 г. почти на 1/3 превысил объемы выполняемых работ по генподряду и почти на 16% — собственными силами. Это намного выше плановых заданий и социалистических обязательств. Добиться такого эффекта помог коллективный подряд. За 9 мес. 1986 г. трестом введено в строй 12 важных народнохозяйственных объектов, на 10 тыс. м² общей площади перевыполнен план по сдаче в эксплуатацию жилых домов. Годовой план дмитровские строители обязались выполнить на 1 месяц раньше срока, а к 7 ноября 1987 г. завершить выполнение планового задания первых двух лет двенадцатой пятилетки.

Сложные задачи предстоит решить строительным коллективам Главмособлстроя в двенадцатой пятилетке. Их деятельность в 1986 г. характеризовалась поиском и внедрением прогрессивных форм организации труда и производства, созданием современных конструкций и расширением их применения, совершенствованием методов индустриального строительства, развитием баз производственно-технологической комплектации, ростом объемов контейнеризации и пакетирования строительных грузов.

В Главмособлстрое успешно реализован комплекс организационных мероприятий, направленных на сокращение сроков и повышение эффективности строительства. Предусмотрено резко сократить объем незавершенного строительства, достичь оптимального баланса трудовых и материально-технических ресурсов. Тресты Мособлстройкомплект и Мособлстройкомплектконструкция проводят комплектации строительных площадок Подмосковья сборным железобетоном и местными строительными материалами. Внедрена система подготовки графиков комплектации объектов на основе унифицированной нормативно-технологической документации и контроля с применением ЭВМ.

Значительные резервы экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов заложены в широком применении новых эффективных строительных материалов и прогрессивных конструкций. Так, с начала 1986 г. на сельских стройках широко применяются штампованные закладные детали, экономичное армирование изделий, экструзионные панели, газосиликатные изделия и изделия из арболита. Строительными организациями Главмособлстроя эффективно используются агрегаты «Пламя» для укладки рубероида, насосы для перекачки битумной мастики, комплексы оборудования для отделочных работ. На монтажных работах применяются кондукторы для монтажа колонн и универсальные передвижные посты для сварки арматуры колонн. На бетонных работах с успехом эксплуатируются различные опалубочные устройства многоразового использования, а также установки для сверления отверстий в перекрытиях при выполнении санитарно-технических работ.

Все прогрессивное, своевременно внедренное в подразделениях Главмособлстроя, помогает их коллективам успешно справляться с высокими социалистическими обязательствами, намечать новые рубежи в реализации заданий двенадцатой пятилетки.

За последние годы в промышленности Главмособлстройматериалов осуществлены крупные мероприятия по техническому перевооружению производства и повышению качества выпускаемой продукции. Определенных успехов в этом деле достигли коллективы Буньковского экспериментального завода по производству деталей домов для села, Ступинского завода ячеистого бетона, Домодедовского завода строительных материалов и конструкций и Клинского завода стройдеталей. На этих предприятиях освоено производство жилых полносборных домов усадебного типа из керамзитобетонных, арболитовых и газосиликатных панелей. Фундаментом таких домов служат буронабивные сваи, что значительно снижает расход цемента. Для внутренних перегородок используются гипсобетонные панели. Высокая степень заводской готовности строительных элементов позволяет значительно сократить сроки монтажа домов. Заводы выпускают комплекты различных домов.

Результаты работы строительных коллективов Московской области свидетельствуют о том, что наибольших успехов добиваются там, где осуществлены важные прогрессивные организационно-технические мероприятия, техническое перевооружение и совершенствование процессов производства, внедрены эффективные строительные материалы и конструкции, целенаправленно и с полной загрузкой используется весь парк средств механизации.

Самоотверженная, ударная работа передовиков и новаторов строительного производства в первом году двенадцатой пятилетки является важнейшим этапом в подготовке к достойной встрече 70-летия Великого Октября.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.073.01.46

В. И. ЛИШАК, Э. И. КИРЕЕВА, кандидаты техн. наук (ЦНИИЭП жилища);
В. В. СААРЯН, канд. техн. наук (АрмНИИСА)

Совместная работа многопустотных преднапряженных плит

Для повышения долговечности жилых домов, обеспечения гибкости архитектурно-планировочных решений и создания комплексных серий жилых и массовых общественных зданий целесообразно применять плиты перекрытий увеличенных пролетов [1]. Использование при этом типовых конструкций плит пролетом 9 и более метров приводит к увеличению расхода стали для жилых домов. В связи с этим в ЦНИИЭП жилища разработаны и исследованы новые конструкции преднапряженных многопустотных плит длиной 9 м. При назначении армирования установлена целесообразность учета их совместной работы в составе перекрытия, что ранее уже было исследовано. Потребовалось выявить особенности совместной работы большепролетных плит перекрытий, в том числе армированных только в одном направлении, и уточнить методику их расчета.

Расчет сборных преднапряженных перекрытий, опертых по контуру или трем сторонам, предлагается выполнять в такой последовательности. Сначала определяют максимальные усилия, действующие в поперечном направлении плит, проверяют прочность их продольных бетонных сечений. Если эта прочность обеспечена, вычисляется изгибающий момент, действующий в продольном направлении, и назначается продольное армирование. Если прочность не обеспечена, определяется продольная и поперечная арматура в плитах в соответствии с действующими продольным и поперечным изгибающими моментами.

Далее производится расчет плит по поперечной силе, проверяется трещиностойкость их поперечного сечения, определяются максимальные прогибы перекрытия. Расчетом учитывается двухстадийная работа перекрытия, когда до замоноличивания швов (I стадия) все плиты, кроме приопорной, работают по балочной схеме. После замоноличивания швов (II стадия) расчетная схема перекрытия представляется в виде системы плит, объединенных в местах продольных швов линейными цилиндрическими шарнирами, передающими только сдвигающие силы.

Так как максимальные поперечные изгибающие моменты возникают в приопорных плитах, то в основном проверяется прочность их продольных сечений. Учитываются при этом и местные моменты в полках и ребрах многопустотных плит от поперечных сил, действующих в межпанельных швах [2].

Прочность продольных сечений считается обеспеченной, если краевые растягивающие напряжения, возникающие в нижней полке плит от поперечных, в том числе местных моментов, не превышают $2R_{bt}$. При выполнении этого условия хрупкого разрушения перекрытия не произойдет, и преднапряженные плиты допускается армировать только в одном — продольном направлении. При невыполнении требуется увеличить толщину полок или поставить в плитах поперечную арматуру.

Прочность бетонных ребер многопустотных плит проверяется на срез по формулам СНиП 2.03.01—84 «Бетонные и железобетонные конструкции». При этом поперечная сила в ребрах определяется с учетом местных моментов, характерных для многопустотного профиля. При невыполнении условия прочности следует увеличить толщину бетонных ребер или армировать их арматурными каркасами.

Расчеты показали, что узкие преднапряженные многопустотные плиты шириной 1,2 и 1,8 м с приведенной толщиной бетона 15 см и более можно не армировать в поперечном направлении. Толщина полок и ребер в них принята достаточной, чтобы воспринять усилия, возникающие в поперечном направлении.

Если вдоль пустот плит, армированных только в продольном направлении, разрушения не произойдет, предельное по прочности состояние перекрытия, опертого по контуру или трем сторонам, достигается в результате излома его по схеме «конверт». Следовательно, для оценки несущей способности таких перекрытий может быть использован метод предельного равновесия. При этом для расчета плит, армированных в двух направлениях, угол наклона разрушающих трещин (α) определяется по формулам работы [3], где коэффициент ортотропии армирования ψ находят как отношение погонных изгибающих моментов, действующих в продольном (m_2) и поперечном (m_1) сечениях.

При использовании этих формул для расчета плит, армированных в одном направлении, когда $m_2=0$, получаем $\psi=0$ и $\alpha=0$, что противоречит экспериментальным данным. Авторами выдвинута гипотеза, что разрушение сборного перекрытия, состоящего из плит, армированных в одном направлении, происходит по линиям излома, образуемым на стадии начального трещинообразования. Угол наклона начальных трещин зависит от соотношения моментов трещинообразования соответственно продольного (m_2^T) и поперечного (m_1^T) сечений плит.

В этом случае изгибающий момент, действующий в продольном направлении плит, определяется по формулам:

$$m_1 = m_0 (1 - \gamma \nu/3); \quad (1)$$

$$\nu = \operatorname{ctg} \alpha = -\gamma\psi + \sqrt{\psi^2 \gamma^2 + 3\psi}; \quad (2)$$

$$\psi = W_{pl,2} R_{bt,ser}/(W_{pl,1} R_{bt,sec} + M_{rp}), \quad (3)$$

где m_1 — продольный изгибающий момент, приходящийся на единицу ширины перекрытия; $m_0 = ql_1^2/8$ — погонный изгибающий момент в балочных плитах; γ — соотношение расчетных пролетов сборного перекрытия; при опирании его по трем сторонам $\gamma=0{,}5\, l_1/l_2$; при опирании по контуру $\gamma=l_1/l_2$; ν — котангенс угла наклона линии излома плит к стороне, перпендикулярной их рабочему армированию; $W_{pl,2}$, $W_{pl,1}$ — пластические моменты сопротивления бетона единичной длины соответственно продольного и поперечного сечений плит; M_{rp} — момент от усилия предварительного натяжения арматуры, приходящегося на единицу ширины плиты, относительно ядровой точки, трещинообразование которой проверяется.

В соответствии с изложенной методикой на унифицированную нагрузку 6 кН/м² осуществлен расчет и разработана конструкция преднапряженных многопустотных плит размером 1,2×9×0,26 м, работающих совместно в составе перекрытия конструктивной ячейки здания.

Армирование плит принято в одном направлении вдоль основного пролета 20 Ø 5 Вр-II. Габариты продольных шпонок назначены исходя из возможности осуществления качественного бетонирования их в процессе монтажа мелкозернистым бетоном с кубиковой прочностью около 15 МПа (рис. 1). По сравнению с типовыми плитами пролетом 9 м расход стали в разработанной конструкции уменьшен примерно на 2,5...3,0 кг/м² и составляет 3,3 кг/м².

Предложенная методика расчета плит проверена при испытании фрагмента пе-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

рекрытия размером 9×6 м, опертого по трем сторонам и состоящего из пяти преднапряженных многопустотных плит описанной конструкции (рис. 2). Плиты формовали в специальной силовой форме. Натяжение проволочной арматуры выполнялось гидродомкратом ДГ-100. Проволока, собранная в пучки по 2...4 шт., удерживалась в специальных анкерах с помощью высаженных на ней холодным способом головок. Контроль за натяжением арматуры осуществлялся с помощью тензорезисторов на базе 20 мм и по показаниям манометра гидродомкрата. Средние контролируемые напряжения в арматуре всех плит составили 1200 МПа (без учета потерь), что примерно соответствует 0,76 $R_{s,n}$. Нагружение плит осуществлялось равномерно по их площади бетонными блоками массой 1 кН. Ступени нагружения составляли 0,75 и 1,5 кН/м².

Эталонными служили результаты испытаний плит во фрагменте до замоноличивания продольных шпонок и отдельной плиты по балочной схеме. Испытания плит до замоноличивания швов осуществлялись на равномерно распределенную нагрузку 1,5 кН/м² для сравнения жесткостных характеристик плит, работающих по балочной схеме и в составе перекрытия фрагмента. Испытание отдельной плиты проводилось до разрушения. Первые трещины появились в центральной зоне при нагрузке 4,85 кН/м² (без учета собственной массы плиты), разрушение произошло от разрыва арматуры при нагрузке 7 кН/м².

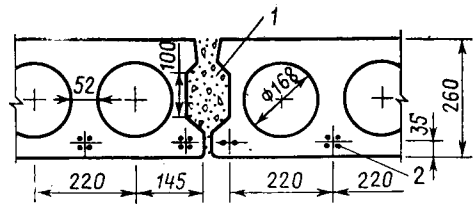


Рис. 1. Схема узла сопряжения
1 — бетон замоноличивания марки М150; *2* — рабочая арматура Ø Вр-II

Испытание фрагмента перекрытия после замоноличивания швов на полосовую нагрузку (в упругой стадии) предполагало поочередное загружение плит сплошной равномерно распределенной нагрузкой. Сравнение прогибов плит, работающих совместно, с прогибами этих же плит, испытанных до замоноличивания швов, показало значительное их снижение. В плите со свободным краем при нагрузке 4,5 кН/м² прогиб уменьшился в 4 раза, в приопорной плите, опертой по трем сторонам — в 2 раза по сравнению с прогибом до замоноличивания швов. Полученные результаты свидетельствуют о перераспределении нагрузки с нагружаемых плит на другие и о работе на изгиб в двух направлениях.

Сравнение теоретических и экспериментальных прогибов показало сходимость результатов в пределах 7...9%, кроме приопорной плиты, в которой расхождение составило 17,7%.

На следующем этапе фрагмент перекрытия испытали при действии сплошной равномерно распределенной нагрузки. Появление первых трещин было зафиксировано в плите ПС-1 со свободным краем при нагрузке 7,6 кН/м² (без учета собственной массы плит). На следующей ступени нагрузки, равной 8,4 кН/м², появились трещины во всех остальных плитах и полностью обозначилось их расположение, характерное для цельной плиты, опертой по трем сторонам. Одновременно появились волосяные трещины в торцах опорной плиты ПС-5 по нижней и верхней полкам, в местах пустот и межпустотных ребрах, а также в крайнем опорном ребре в месте его защемления анкерными балками. Появились трещины и в верхней полке этой плиты, их направление было примерно перпендикулярным по отношению к нижним трещинам (рис. 3). Ширина раскрытия нижних трещин фрагмента составила 0,1...0,15 мм.

При нагрузке 9,2 кН/м² в нижней зоне опорной плиты ПС-5 началось интенсивное раскрытие трещин, ширина их достигла 2...2,5 мм; резче обозначились трещины на верхней полке и торцах плиты.

При нагрузке 10 кН/м² зафиксировано разрушение фрагмента перекрытия из-за начавшейся на предыдущей ступени нагружения текучести арматуры в пластических шарнирах опорной плиты ПС-5. Разрушение произошло по пространственным трещинам, образовавшимся в момент начального трещинообразования в угловых зонах плиты. Угол наклона разрушающих трещин к стороне, перпендикулярной основному пролету, в правом и левом углах фрагмента соответственно 47 и 52°. Теоретическое значение угла, вычисленное по формуле (2), составило 57°.

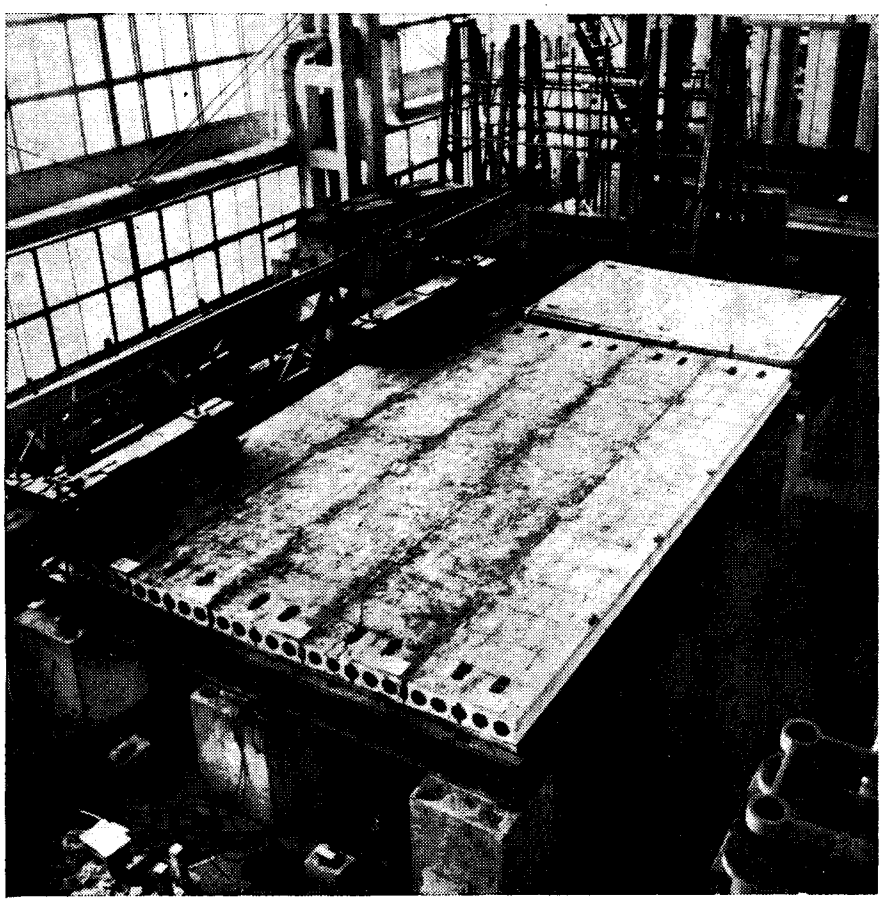
До полного обрушения фрагмент перекрытия не доводили, что позволило продолжить испытания на полосовую нагрузку, прикладываемую к плите со свободным краем.

Сравнение прогибов плит, совместно работающих во фрагменте перекрытия, и отдельной балочной плиты (рис. 4) показало, что прогибы плит во фрагменте значительно меньше. Например, при нагрузке 4,5 кН/м² снижение прогибов произошло в 1,7 раза. Графики экспериментальных кривых прогибов показали, что трещинообразование во фрагменте перекрытия началось при нагрузке 1,3 раза большей, чем в отдельной плите, а разрушающая нагрузка в 1,4 раза превышает разрушающую нагрузку той же плиты.

Полученные экспериментальным путем нагрузки трещинообразования фрагмента перекрытия и разрушающая отличаются от их теоретических значений, найденных при расчете по фактическим характеристикам плит соответственно на 2,0 и 9,3%.

К началу испытаний последнего этапа нагрузка с четырех плит (ПС-2...ПС-5) была снята, и продолжалось нагружение плиты ПС-1 со стороны свободного края. Все плиты к началу испытаний

Рис. 2. Испытание фрагмента перекрытия, опертого по трем сторонам и состоящего из пяти многопустотных плит пролетом 9 м



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

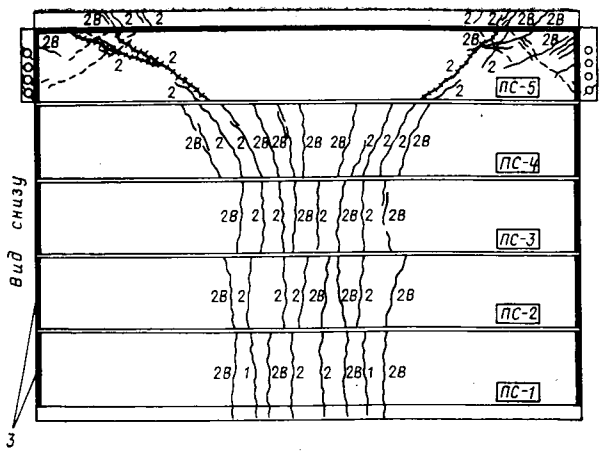


Рис. 3. Схемы трещинообразования фрагмента перекрытия при загружении сплошной нагрузкой

1 — трещины при нагрузке 7,6 кН/м²; *2* — трещины при нагрузке 8,4 кН/м²; *2в* — то же, после выдержки в течение 2 ч; *3* — закладная опорная полоса δ=16 мм (пунктиром обозначены верхние трещины)

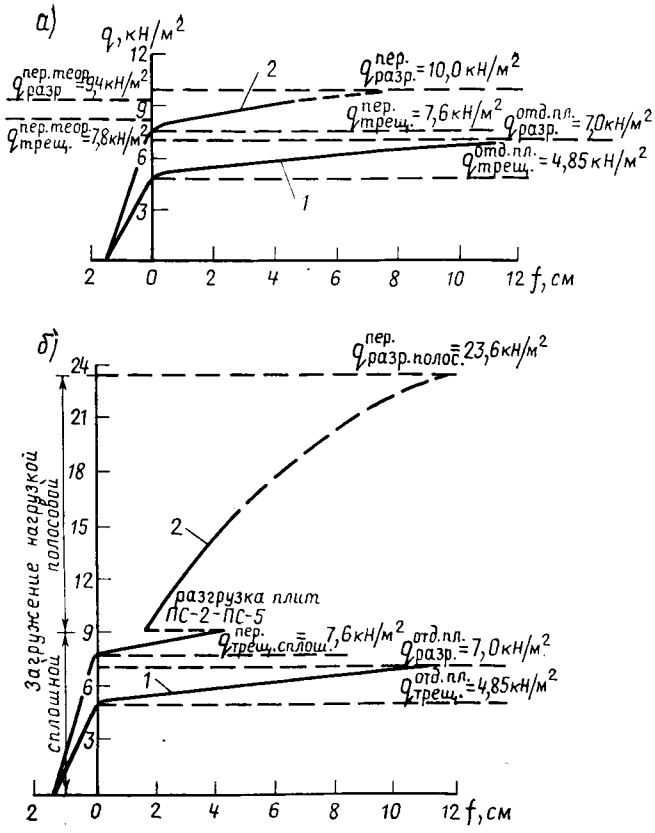


Рис. 4. Результаты испытаний фрагмента и отдельной плиты на сплошную равномерно распределенную нагрузку

а — без учета выгибов от предварительного обжатия; *б* — с учетом выгибов

1 — отдельная плита; *2* — фрагмент перекрытия

имели трещины, появившиеся после загружения фрагмента сплошной равномерно распределенной нагрузкой. Дополнительные трещины появились при полосовом загружении фрагмента при нагрузке 13 кН/м² в нагружаемой плите, ширина раскрытия их не превышала 0,05 мм.

Следующие трещины появились при нагрузке 15,8 кН/м² в нижней зоне и торцах соседней плиты ПС-2. По мере увеличения нагрузки они интенсивно раскрывались, достигая ширины 1... 1,5 мм. Фрагмент разрушился по бетону плиты ПС-2 при нагрузке 23,6 кН/м². Произошел скол углов этой плиты с образованием и раскрытием трещин в верхней полке и ее отрыв от рядом расположенной плиты ПС-3.

Поскольку после окончания испытаний фрагмента перекрытия на сплошную нагрузку все плиты имели трещины, не представилось возможным достоверно определить начало трещинообразования во фрагменте при его загружении полосовой нагрузкой. Разрушающая нагрузка на фрагмент перекрытия при этом загружении в 2,5 раза превысила разрушающую, полученную по испытаниям отдельной плиты.

Выводы

Разработана эффективная конструкция преднапряженной многопустотной плиты пролетом 9 м, расход стали в которой при нагрузке 6 кН/м² (сверх собственной массы), характерной для жилых и общественных зданий, составляет 3,3 кг/м².

По сравнению с балочными плитами учет совместной работы многопустотных плит позволил сократить их расчетное армирование на 23%.

Экспериментально подтверждены теоретические положения, принятые для расчета совместно работающих плит: надежность шпоночных соединений между плитами, гарантирующих передачу усилий поперек пролета; правомерность использования метода предельного равновесия для сборных перекрытий, опертых по трем сторонам; возможность армирования узких преднапряженных плит в одном продольном направлении; правильность рабочей гипотезы по определению угла наклона разрушающих трещин; необходимость проверки толщин полок и ребер многопустотных плит на максимальные усилия, возникающие в поперечном направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективность крупнопанельных жилых зданий с увеличенным шагом поперечных стен / В. И. Лишак, Э. И. Киреева, М. Г. Таратута, В. В. Саарян // Жилищное строительство. — 1984. — № 3. — С. 16—17.
2. Семченков А. С. Практический метод определения поперечных изгибающих моментов тонкостенных пространственно-деформируемых сборных железобетонных перекрытий // Прогрессивные полносборные конструкции общественных зданий: Сб. науч. тр. № 4. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1979. — С. 72—89.
3. Калманок А. С. Расчет пластинок (справочное пособие). — М.: Стройиздат, 1959. — 212 с.

На ВДНХ СССР

Бетоны повышенной морозостойкости и водонепроницаемости

На ВДНХ СССР представлены разработанные НИИЖБ и Красноярским ПромстройНИИпроектом бетоны с комплексной добавкой ЩСПК+ЛСТ, характеризующиеся повышенными морозостойкостью и водонепроницаемостью. Железобетонные изделия и конструкции из такого бетона прогреваются по режимам не более 11...13 ч с уменьшенным расходом цемента на 5...12%. Оптимальное соотношение компонентов добавки составляет 0,1...0,25% ЩСПК+0,1...0,3% ЛСТ массы цемента. Добавка повышает подвижность бетонной смеси с 2...4 до 15...16 см без снижения прочности бетона.

Бетоны с комплексной добавкой ЩСПК+ЛСТ повышенной морозостойкости и водонепроницаемости можно применять в транспортном, гидромелиоративном, сельском, промышленном строительстве и др.

Бетонные и железобетонные изделия и конструкции с применением такой добавки имеют морозостойкость Мрз 300...Мрз 500 и водонепроницаемость В6...В10.

Экономический эффект в результате повышения срока службы изделий и конструкций с повышенной морозостойкостью из бетона с комплексной добавкой ЩСПК+ЛСТ составляет 3...5 р.

Впервые такие бетоны применили в 1983 г. на заводе КПД в Красноярске.

Дополнительные сведения можно получить по адресам: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИЖБ; 660062, Красноярск, пр. Свободный, д. 75, Красноярский ПромстройНИИпроект.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.322:539.4

Л. И. БАБКИН, канд. техн. наук (Конструкторско-технологический ин-т, г. Тула)

Влияние однородности зернового состава крупных заполнителей на прочность бетона

Крупные заполнители для бетона часто не отвечают требованиям нормативов по зерновому составу и содержанию мелких примесей. Это вызвано не только низким качеством заполнителей, поставляемых на бетонные заводы, но и ухудшением их свойств при транспортировании, так как нормативами допускается смешивание заполнителей разных фракций и значительное количество мелких примесей. При складировании на площадках заполнителей различной крупности в виде отсыпаемых конусов происходит их самопроизвольная классификация и расслоение по крупности [1, 2]. Нормативы не регламентируют пределы изменчивости свойств заполнителей бетона по зерновому составу. Показатели частных проб не дают достаточной характеристики их качества.

Для полной характеристики качества крупных заполнителей необходимы данные о свойствах целой партии материала. За одну партию можно принять количество заполнителя, необходимое для приготовления бетона в течение одной смены работы как минимального периода для корректировки его состава.

В наших экспериментах за анализируемый период отбирали по 20 проб крупного заполнителя из-под транспортера, подающего материал в накопительные бункеры дозировочного отделения бетоносмесительного узла. Одна проба составляла 10 л. Пробы рассевали на стандартные фракции для характеристики зернового состава заполнителя. Из смеси выбирали доминирующие фракции и по ним определяли пределы их колебаний, среднеквадратичные отклонения, коэффициент вариации и максимальную изменчивость содержания доминирующей фракции в заполнителе. Опыты проводили на пяти карьерах и 22 заводах ЖБИ. Некоторые результаты представлены в табл. 1.

Опыты показали, что партионный коэффициент вариации 20 проб щебня, отобранных в течение смены на предприятиях, значительно превышает 5%, а максимальная изменчивость достигает 11,5...39%.

Влияние способов складирования щебня объединенных стандартных фракций на его расслаиваемость исследовали на специальном стенде, представляющем собой вертикально поставленную емкость шириной 15 см, высотой и длиной по 4 м. В донной и верхней частях стенда предусмотрено 3 отверстия на расстоянии 1 м друг от друга, что позволяет насыпать и выпускать материал в разных комбинациях. Нижняя часть лицевой плоскости на высоту до 1,5 м застеклена для наблюдений. Материалы подают через отверстия со специальной площадки. При отсыпании материалов в стенде образуется конус высотой 170 см и с основанием 4 м.

Таблица 1

Заводы ЖБИ	Характеристики щебня, %		
	среднеквадратичное отклонение	партионный коэффициент вариации	максимальная изменчивость
Тульский	7,95	12,30	24,0
Щекинский	3,43	5,60	11,5
Липковский	5,96	11,60	39,1
Новомосковский	4,48	7,48	22,0
Калужский	6,30	9,70	25,0
Турынинский	5,90	8,70	20,0
Рязанский № 2	3,50	5,00	—
Рязанский № 6	4,50	8,60	—
Гуровская ДСФ	5,03	8,50	24,1

Таблица 2

№ опыта	Изменение зернового состава крупных заполнителей, %					
	при загрузке			после испытания на стенде		
	10—20	5—10	0—5	10—20	5—10	0—5
1	67	33	—	58/79	42/21	—
2	67	33	—	46/86	54/14	—
3	67	33	—	67/67	33/33	—
4	63	32	5	41,5/88	49/12	9,5/—
5	65	32	3	44/87	49,6/13	6,4/—
6	67	33	—	67/67	33/33	—

Примечание. Перед чертой — в I зоне, после черты — во II.

Схема изучаемых зон отсыпаемой смеси заполнителей показана на рис. 1, изменение зернового состава — в табл. 2.

Опыты показали, что крупные заполнители, состоящие из двух смежных стандартных фракций, расслаиваются при отсыпании в конус с основанием более 2 м; песчано-пылевидные фракции, содержащиеся в крупном заполнителе, полностью оседают в центре отсыпаемого конуса. Подобные изменения свойств заполнителей происходят практически повсеместно на складах сыпучих материалов.

Существуют различные мнения о влиянии соотношения разных фракций щебня на прочность бетона. В [3] рекомендуется для щебня с наибольшей крупностью 40 мм использовать смесь из 45...60% фракции 5...20 мм и 40...55% фракции 20...40 мм; в [4] считается наиболее плотной смесь, получаемая при соотношении фракций 5...10, 10...20, 20...40 и 40...80 мм, равном 1 : 2 : 4 : 8. При предельной крупности щебня 20 мм [5] рекомендует смешивать 30% фракции 5...10 мм и 70% фракции 10...20 мм, при предельной крупности щебня 40 мм — 20% фракции 5...10, 30% фракции 10...20 и 50% фракции 20...40 мм.

По данным ВНИИЖелезобетона минимальная пустотность щебня достигается при содержании 50...70% фракции 10...20 мм. Оптимальным соотношением считается 30...35% фракции 5...10 мм на 65...70% фракции 10...20 мм.

Различны результаты исследования прерывистой гранулометрии крупных заполнителей. По данным [6] прерывистый зерновой состав заполнителей вызывает расслаиваемость бетонной смеси. Другие исследователи считают, что характер зернового состава заполнителей не влияет на прочность бетона. Это свидетельствует о неоднозначности взаимосвязи изменений зернового состава щебня и прочности бетона.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

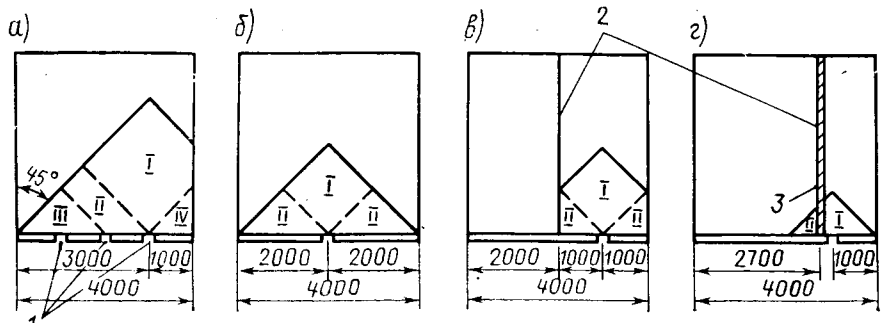


Рис. 1. Схемы загрузки щебня в стенде для определения расслаиваемости по крупности зерен
Опыты: *а* — 1; *б* — 2, 4, 5; *в* — 3; *г* — 6; цифрами (I...IV) показаны зоны однородного щебня; *1, 3* — отверстия; *2* — перегородки

Для изучения этой взаимосвязи проводили эксперименты на бетонах двух составов, отличающихся расходом цемента и песка (1 : 2,66 : 3,33 и 1 : 1,3 : : 2,0). Из равноподвижной бетонной смеси на щебне, полученном из смеси двух стандартных фракций 5...10 и 10...20 мм или 10...20 и 20...40 мм в различном соотношении, изготовляли по 6 образцов-кубов с ребром 10 см. Половину из них пропаривали по режиму 3+6+3 ч при 80°С с предварительной выдержкой не менее 2 ч. Все образцы испытывали через 28 сут твердения в нормально-влажных условиях.

Объемную массу бетонной смеси и затвердевшего бетона определяли перед его испытанием на прочность при сжатии. В опытах использовали портландцемент Белгородского завода, в качестве мелкого заполнителя — алексинский речной кварцевый песок, крупного — карбонатный щебень Гуровского и Малиновского карьеров. Опыты повторяли по 2...4 раза для каждого щебня.

Полученные результаты экспериментов (рис. 2) свидетельствуют о том, что изменение зернового состава щебня в бетоне влияет на водопотребность и объемную массу равноподвижной бетонной смеси, а также на прочность и объемную массу бетона. Наибольшие изменения прочности бетона (до 30%) наблюдаются в малоцементных (до 400 кг/м³) бетонах на крупных заполнителях из мелких стандартных фракций (5...10 и 10...20 мм) известнякового щебня. Объемная масса при этом изменяется на 1,5...5%. Коэффициент вариации прочности бетона в опытах превышает (табл. 3) пределы, допустимые по ГОСТ 18105—80.

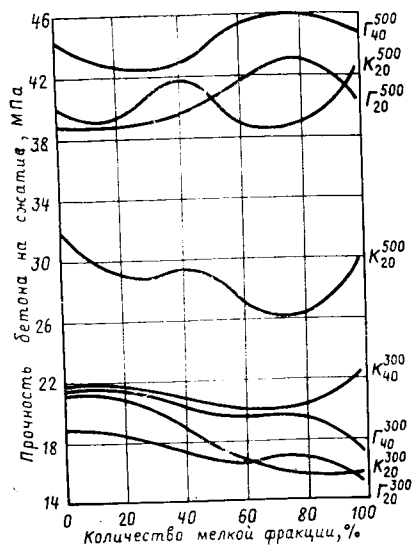


Рис. 2. Влияние соотношения стандартных фракций щебня на прочность бетона
$К^{300}_{20}$, $К^{500}_{20}$, $К^{300}_{40}$ — карбонатный щебень фракций 5...20 и 20...40 мм в бетоне с расходом цемента 300 и 500 кг/м³; $Г^{300}_{20}$, $Г^{500}_{40}$, $Г^{500}_{40}$ — гранитный щебень фракций 5...20 и 20...40 мм в бетоне с расходом цемента 300 и 500 кг/м³

Таблица 3

Смешиваемые фракции щебня, мм	Расход цемента, кг/м³	Средняя прочность бетона, МПа	Коэффициент вариации прочности бетона, %
5—10 и 10—20	300	21,9	16,4
10—20 и 20—40	300	24,6	6,1
5—10 и 10—20	500	47,2	6,9
10—20 и 20—40	500	47,8	9,5

Обследование предприятий по производству крупных заполнителей и сборного железобетона показало, что на большинстве заводов можно организовать производство и использовать стандартные фракции щебня после установки грохотов для рассева материала. Целесообразен дополнительный рассев щебня из карбонатных пород непосредственно перед употреблением в бетоне.

Подсчитано, что затраты на техническое перевооружение дробильно-сортировочных фабрик и складов карьеров и бетоносмесительных узлов окупаются в течение 1,5...2 лет.

Планируется организовать производство и применение стандартных фракций щебня на предприятиях стройиндустрии Тулы, Рязани, Калуги, Казани и других городов.

Выводы

Неоднородность зернового состава карбонатного щебня из-за объединения стандартных фракций (5...10 и 10... 20 мм) приводит к колебаниям прочности бетона до 30%.

Проверка изменчивости зернового состава крупных заполнителей в производственных условиях показала большую его неоднородность, допускающую самопроизвольное колебание прочности бетона заданного состава.

Для снижения неоднородности бетона предлагается исключить из ГОСТ 10268—80 примечание 6 к п. 2.1.3.1 о возможности смешивания двух смежных фракций, а также организовать на заводах ЖБИ доводку крупных заполнителей бетона до стабильности качества по зерновому составу и содержанию мелких примесей путем дополнительной очистки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нисневич М. Л., Левкова И. С. Оценка влияния однородности щебня из карбонатных пород на прочность и однородность бетона // Сб. тр. / ВНИИЖелезобетон. — Вып. 18. — М.: Стройиздат, 1971. — 14 с.
2. Бабкин Л. И. Применение стандартных фракций крупных заполнителей для производства бетона: Экспресс-информ. Минпромстроя СССР. — М., 1980. — № 32. — С. 4—5.
3. Александрин И. П. Строительный контроль качества бетона. — Л.: Стройиздат, 1955. — 37 с.
4. Листопадов М. Е. Метод расчета искусственных смесей заполнителей бетона // Бетон и железобетон. — 1959. — № 7. — С. 321—322.
5. Гершберг О. А. Технология бетонных и железобетонных изделий. — М.: Стройиздат, 1957. — С. 66—67.
6. Гордон С. С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. — М.: Стройиздат, 1969. — 95 с.

Авторские свидетельства

№ 37*

1261799. КТБ Минпромстроя. Л. М. Окунь, И. А. Молодчиков, А. П. Кашинцева и Т. Г. Аничкина. **Форма для изготовления предварительно напряженных изделий из бетонных смесей.**

1261800. Днепропетровский инженерно-строительный ин-т и МАДИ. В. И. Баловнев, Л. А. Хмара и И. Л. Ветвицкий. **Смеситель.**

1261924. Минский НИИСМ. Б. К. Демидович, В. И. Пилецкий, В. В. Веселовский и А. Г. Губская. **Добавка в ячеистобетонную смесь.**

1261926. Дагестанский политехнический ин-т. Б. Д. Тотурбиев и Ю. П. Горлов. **Смесь для жаростойкого бетона.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.554.6:621.791.002.5

Ю. А. КУКАНОВ, инж. (Ленинградский з-д «Электрик»);
А. К. НЕВДОЛЕВ, А. П. ПОТАПОВ, В. С. СПОРЫШ, инженеры
(Новозыбковский з-д «Индуктор»); Л. А. ВОЛКОВ, инж. (Гипростроммаш)

Многоточечная машина для сварки арматурных сеток МТМ-160

По техническим требованиям, составленным Гипростроммашем и согласованным с НИИЖБ, заводом «Электрик» разработана и заводом «Индуктор» изготовлена многоточечная машина МТМ-160 для сварки арматурных сеток шириной до 3800 мм. Опытный образец машины испытан и рекомендован к серийному производству.

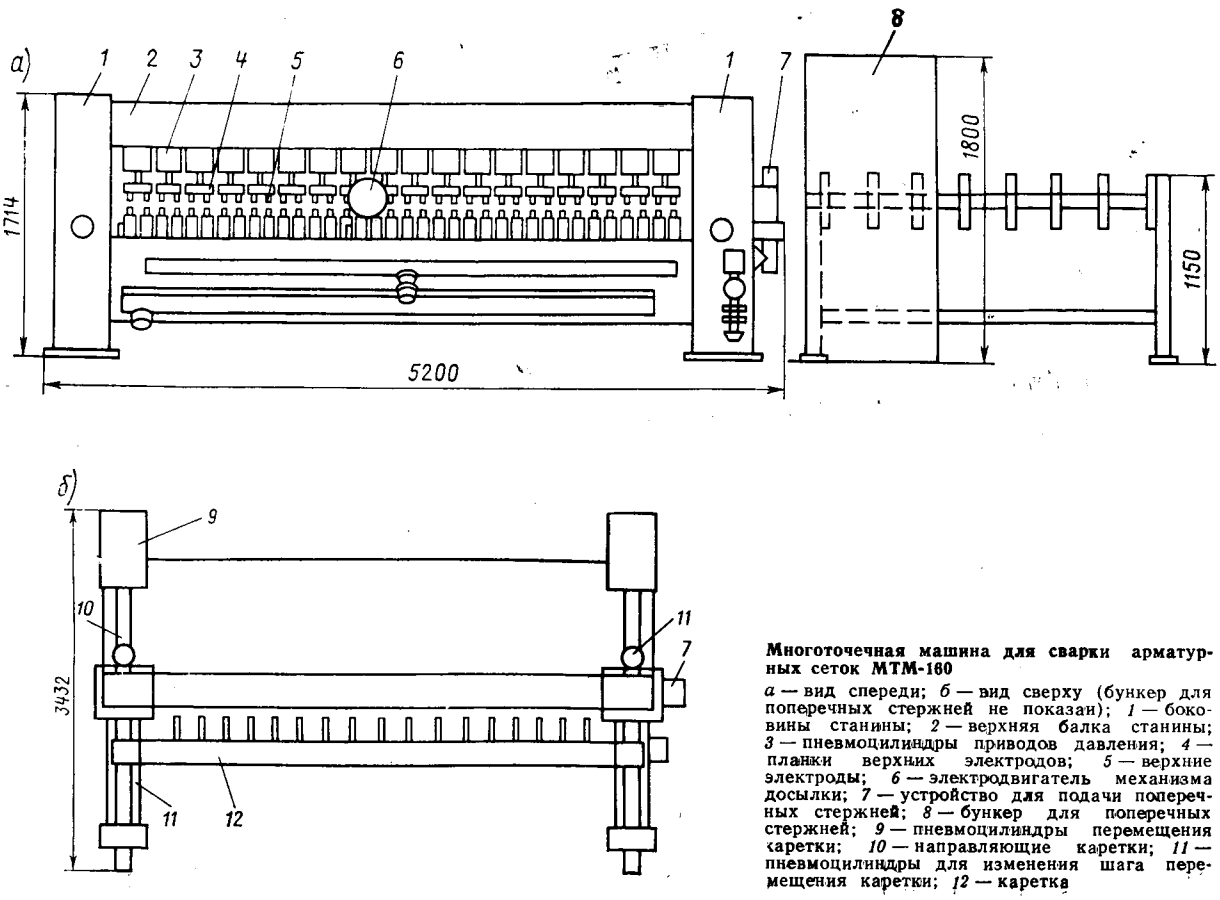
Конструкция машины МТМ-160 выполнена на основе конструкции машины АТМС 14×75-7-2 с расширением технологических возможностей и улучшением некоторых узлов. В отличие от последней в машине МТМ-160 можно сваривать сетки не только из гладкой арматуры, но и из арматуры периодического профиля, а также сетки эффективного армирования с укороченными поперечными стержнями, поочередно смещенными к ее противоположным краям.

На каретке для перемещения сетки кроме крюков для захвата за поперечные стержни при подаче продольной арматуры в виде мерных стержней, установлены цанговые зажимы для захвата за продольную арматуру при подаче с мотков. Минимальный шаг между поперечными стержнями уменьшен с 60 до 50 мм. Усилены направляющие фильтры для поперечной арматуры. Улучшена система электрического управления циклом работы машины при помощи блоков управления на интегральных микросхемах.

Техническая характеристика машины МТМ-160

Наибольшая ширина сеток, мм	3800
Техническая производительность, циклов/мин	25
Число пар сварочных электродов, шт.	36
Продольные стержни сеток:	
диаметры, мм	3 ... 12
классы стали	A-I, A-III, Вр-I, B-I
расстояние между стержнями, мм	100 ... 300
Поперечные стержни сеток:	
диаметры, мм	3 ... 10
классы стали	A-I, A-III, B-I, Вр-I
расстояние между стержнями, мм	
при одном шаге в сетке	100 ... 300
при двух » »	50 ... 220 и 140 ... 300
Число различных шагов между поперечными стержнями в сетке	2
Установленная мощность электродвигателей, кВт	2,35
Наибольшая мощность, потребляемая сварочными трансформаторами, кВА при сварке	
в одну очередь	1425
в три »	475
Сила номинального сварочного тока, А	12500
Наибольшее усилие сжатия электродов, Н	5000
Наибольшее усилие перемещения сетки, Н	50000
Габаритные размеры (без шкафа управления), мм	3450×8970×1270
Масса (со шкафом управления), кг	8900

Машина МТМ-160 (см. рисунок) состоит из сварной станины, пневматических приводов давления с верхними электродами, нижних контактных частей с



Многоточечная машина для сварки арматурных сеток МТМ-160

а — вид спереди; *б* — вид сверху (бункер для поперечных стержней не показан); *1* — боковины станины; *2* — верхняя балка станины; *3* — пневмоцилиндры приводов давления; *4* — планки верхних электродов; *5* — верхние электроды; *6* — электродвигатель механизма досылки; *7* — устройство для подачи поперечных стержней; *8* — бункер для поперечных стержней; *9* — пневмоцилиндры перемещения каретки; *10* — направляющие каретки; *11* — пневмоцилиндры для изменения шага перемещения каретки; *12* — каретка

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

электродами, устройства для подачи из бокового бункера мерных поперечных стержней сетки, механизма досылки мерных поперечных стержней при изготовлении сеток эффективного армирования, приемного устройства для поперечных стержней, каретки для перемещения сетки, двух пневмоцилиндров с упорами для изменения шага перемещения каретки, поддерживающего устройства, электрооборудования, пневмооборудования, системы охлаждения, пульта управления и электрошкафа.

Верхние электроды попарно закреплены на планках, шарнирно соединенных с пневмоцилиндрами. При изменении расстояний между продольными стержнями сетки пневмоцилиндра можно переставлять вдоль верхней поперечной балки машины.

Нижняя контактная часть состоит из электродов, электрододержателя и колодок, закрепленных на нижней балке болтами. Колодки соединены гибкими токоведущими шинами с вторичными витками сварочных трансформаторов. Каждый электрод можно перемещать по высоте при помощи опорного болта и переставлять вдоль нижней поперечной балки машины.

Устройство для подачи поперечных стержней включает в себя два электродвигателя с роликами на концах валов, пружинный и пневматический прижимы, направляющую трубку с приемной воронкой и сменной втулкой, две планки с регулируемым зазором и пневмоцилиндр со сменной фасонной втулкой для последовательной отсечки и подачи стержней под ролики.

Механизм досылки состоит из электродвигателя с подающим роликом, пневмоцилиндра со свободно вращающимся прижимным роликом и поворотного при помощи пневмоцилиндра упора.

Приемное устройство закрепляется на обеих боковых стойках машины и состоит из двух боковых и двух промежуточных подшипников, осей, направляющих фиксаторов, неподвижного упора и электрических блокировок. Фиксаторы можно переставлять в зависимости от расположения электродов и закреплять в требуемом положении.

Каретка перемещения сетки состоит из двух поперечных балок, закрепленных на двух цилиндрических направляющих, являющихся одновременно штоками пневмоцилиндров. На одной закреплены крюки, на другой цанговые зажимы для захвата подаваемой сетки за поперечные или продольные стержни. Крюки и зажимы можно переставлять вдоль балок.

Ход каретки на два различных шага устанавливается гайками, навернутыми на резьбовые участки направляющих. Команды на перемещение каретки на различные шаги подаются с помощью конечных выключателей.

Два пневмоцилиндра с упорами для изменения шага перемещения каретки расположены вертикально и закреплены на боковых стойках машины. Для изменения шага упоры автоматически вводят перед гайками меньшего размера, закрепленными на направляющих каретки, и опорными шайбами, расположенными на боковинах машины. Поддерживающее устройство служит для опирания сетки при ее выходе из машины и состоит из трех кронштейнов, закрепленных на швеллерной балке.

Электрооборудование расположено на машине и в электрошкафу. Оно состоит из 18 сварочных трансформаторов, которые включаются в трехфазную сеть переменного тока по схеме треугольника тиристорными контакторами. Блоки управления сваркой с печатными платами установлены в электрошкафу. Машина может работать как в автоматическом, так и наладочном режимах.

Пневмооборудование предназначено для питания сжатым воздухом пневмоцилиндров рабочих органов машины. Оно состоит из сетевых распределительных коллекторов, пневмораспределителей, регуляторов давления с манометрами, маслораспылителей, дросселирующих клапанов и соединительных гибких рукавов.

В машине предусмотрено водяное охлаждение нагревающихся частей. Охлаждение тиристоров контролируется блоком термозащиты и термодатчиком, установленным на последнем тиристоре в последовательной схеме их охлаждения.

Машина в автоматическом режиме работает следующим образом. Включение осуществляется нажатием кнопки «пуск». Происходит отсечка поперечного стержня, каретка совершает рабочий ход, перемещая на шаг продольные стержни, и возвращается в исходное положение. Поперечный стержень подается в приемное устройство и запускается сварочный цикл. Верхние электроды опускаются, пересечения продольных и поперечных стержней сжимаются приводами давления, после чего через пересечения пропускается сварочный ток. Верхние электроды поднимаются, и сетка перемещается на шаг. Далее цикл работы машины повторяется.

При изготовлении сеток эффективного армирования поперечные стержни поочередно автоматически подаются до подвижного упора и при его подъеме досылающими роликами до неподвижного упора. Автоматическое изменение шага между поперечными стержнями с большого на малый осуществляется при опускании пневмоцилиндрами упоров между гайкой направляющей и боковиной станины.

При поставке потребителю машина МТМ-160 комплектуется необходимыми запасными частями, в том числе платами в сборе для блока управления сваркой. В последующем запланировано освоение сварочной машины МТМ-160 с фронтальным бункером для подачи поперечных стержней.

Заводское производство

УДК 666.972.16

В. Л. МАРЦИНКЕВИЧ, канд. техн. наук, **В. М. ДЕДЮЛЯ**, инж.
(Белорусский политехнический ин-т)

Назначение оптимальных режимов ТВО аглопоритобетона

В технологии производства сборного железобетона тепловлажностная обработка (ТВО) существенно влияет на качество и долговечность конструкций. Легкие бетоны из-за повышенного влагосодержания можно подвергать ТВО в среде с пониженной влажностью в камерах различных типов. В технической и нормативной литературе оптимальные параметры и режимы ТВО до сих пор не предложены. Как показала практика, при использовании различных химических добавок изменяются технологические свойства бетонных смесей и, как следствие, режимы и параметры ТВО, которые могут привести к перерасходу энергетических затрат или к увеличению расхода цемента. В этом аспекте задача определения оптимальных параметров и режимов ТВО весьма актуальна.

Для проведения экспериментов использовали цементы, выпускаемые в Белоруссии, Литве, Украине и РСФСР марок 400...600, аглопоритовый щебень Минского завода строительных материалов марки 800 с водопоглощением по массе 12...14%, кварцевый песок карьера Заславль с $M_к$=2,4. В качестве пластифицирующих добавок использо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вали суперпластификатор С-3, разработанный НИИЖБ, и ПО-1, синтезированный в Белорусском политехническом институте. Их вводили в бетонные смеси совместно с водой затворения в количествах соответственно 0,6 и 0,2% массы цемента. Исследования проводили в автоматизированной пропарочной камере, в которой в период изотермической выдержки вручную регулировали влажность паровоздушной смеси.

Ранее [1, 2] при назначении режимов ТВО бетона на плотных заполнителях не учитывали роль газовой составляющей и жесткость смеси. В аглопоритобетоне газовая составляющая заметно влияет на скорость нагрева свежеуплотненного бетона.

Влияние жесткости аглопоритобетонной смеси на скорость нагрева при получении бетона равной прочности после ТВО оценивали на бетонных кубах с ребром 15 см при одинаковом значении В/Ц цементного геля $(В/Ц)_г$. Для отыскания оптимальных значений времени предварительной выдержки $\tau_{п.в}$ и скорости подъема температуры паровоздушной смеси в камере V_t в зависимости от жесткости Ж и сроков схватывания аглопоритобетонной смеси τ_c использовали план первого порядка 2^{4-1}. На основании априорной информации в качестве изменяемых факторов были выбраны $\tau_c = 0{,}5...12$ ч, Ж = 10... 200 с, $\tau_{п.в} = 0{,}5...8$ ч, $V_t = 10...60$°С/ч, а параметром оптимизации служила 70%-ная прочность бетона, получаемая через 4 ч после ТВО.

В результате реализации плана эксперимента, получения адекватного уравнения регрессии получены основные зависимости $\tau_{п.в}$ и V_t от технологических характеристик аглопоритобетоинных смесей при достижении бетоном 70%-ной прочности (рис. 1). Скорость нагрева при прочих равных условиях зависит от консистенции бетонной смеси. Так, при Ж = 15...20 с V_t должна составлять 10...35°С/ч в зависимости от $\tau_{п.в}$, а при Ж = 80...100 с — 25...50°С/ч. Для повышения V_t необходимо по возможности увеличивать жесткость смеси при надлежащем ее уплотнении. Как показал технико-экономический анализ, с увеличением жесткости бетонной смеси с 20 до 100 с энергозатраты на уплотнение возрастают, однако перерасход электроэнергии перекрывается в стоимостном выражении снижением количества тепла, расходуемого на ТВО, и повышением оборачиваемости металлоформ и тепловых установок.

Скорость нагрева аглопоритобетона зависит также от $\tau_{п.в}$. С увеличением его значения температуру в камере

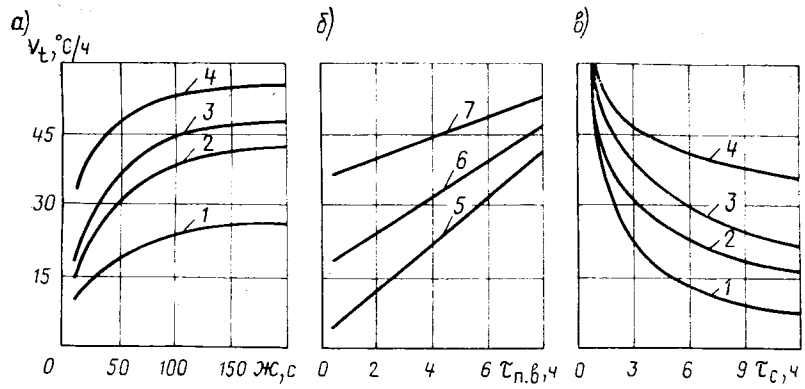


Рис. 1. Зависимость скорости подъема температуры в камере от жесткости бетонной смеси (*а*), времени предварительной выдержки (*б*) и сроков схватывания смеси (*в*) при ползучести после ТВО равнопрочного бетона
1, 2, 3, 4 — при $\tau_{п.в}$ соответственно 30 мин, 2, 4 и 6 ч; *5, 6, 7* — при Ж соответственно 10...20, 20...40, 80...100 с

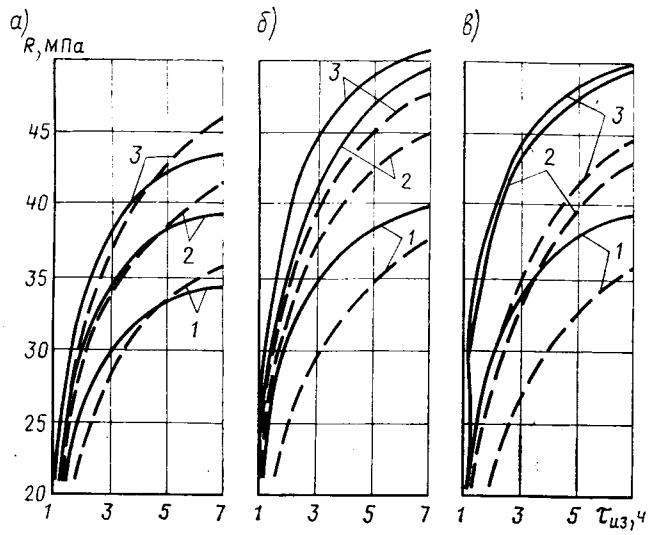


Рис. 2. Кинетика роста прочности аглопоритобетона в процессе тепловой обработки при влажности паровоздушной среды в камере
а — φ=30...33%; *б* — φ=50...60%; *в* — φ=90...98%; *1*—бетон без добавок; *2* — с добавкой С-3; *3* — с добавкой ПО-1; ——— — $t_{из}$ =85°; — — — — $t_{из}$ =60°

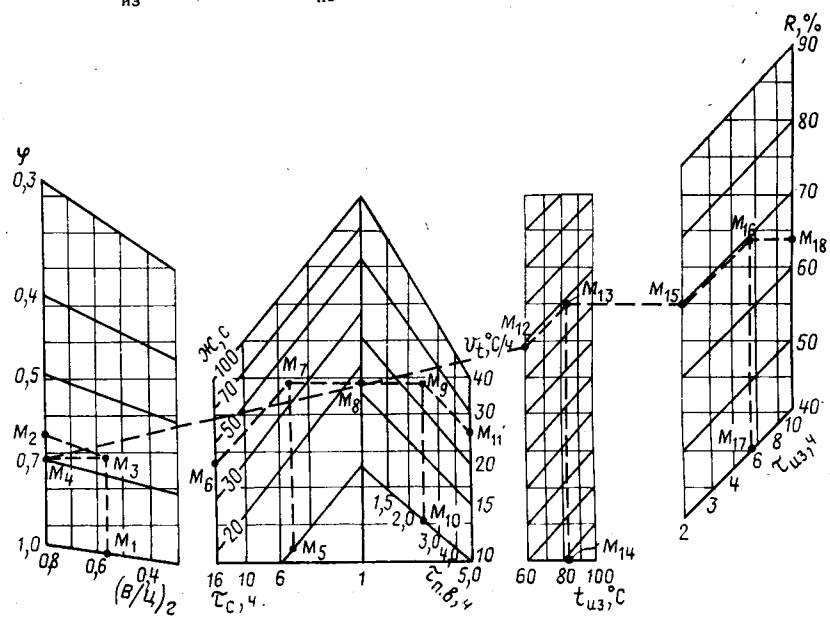


Рис. 3. Номограмма для назначения режимов тепловлажностной обработки аглопоритобетона

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

можно поднимать с большей скоростью, причем эффект повышения V_t возрастает по мере снижения Ж. Изменение V_t при этом носит линейный характер с разницей тангенса угла наклона в зависимости от жесткости смеси.

Известно, что активность цемента, тонкость его помола и минералогический состав, вид и количество добавки влияют на сроки схватывания бетонной смеси, которые являются определяющими при назначении $\tau_{п.в}$ и V_t. За критерий интенсивности роста прочности бетона в процессе ТВО был принят срок схватывания смеси τ_c [1, 2], который определяли косвенным путем по срокам схватывания цементного геля с тем же В/Ц, что и в бетонной смеси. $(В/Ц)_г$ в экспериментах изменялось от 1,1 $К_{н.г}$ до 2,0 $К_{н.г}$ ($К_{н.г}$ — показатель нормальной густоты цементного геля). Сроки схватывания цементного геля, имеющего различное В/Ц, определяли с помощью прибора Вика; τ_c для цемента различных видов с химическими добавками и без них находилось в пределах 2...16 ч. Для более точного определения темпа набора прочности цементного камня в бетоне и бетона в целом в процессе ТВО за τ_c приняли половину суммы между началом и концом схватывания цементного геля.

Исследования показали, что значение τ_c влияет на V_t, которое возрастает при сокращении $\tau_{п.в}$. С уменьшением τ_c и увеличением $\tau_{п.в}$ значение V_t в меньшей степени влияет на прочностные характеристики аглопоритобетона.

На основании результатов, представленных на рис. 1, можно заключить, что

$$V_t = f\ (Ж,\ \tau_{п.в},\ \tau_c). \qquad (1)$$

Все параметры, входящие в зависимость (1), взаимосвязаны, и поэтому при определении прочности бетона R после ТВО их следует рассматривать в комплексе.

Дефекты в структуре бетона, возникающие при подъеме температуры и изотермическом прогреве, лишь усугубляются и, как правило, снижают его прочность по сравнению с бетоном аналогичного состава, твердевшего в нормальных условиях. Рост прочности бетона в период ТВО дает представление о правильности назначения периодов $\tau_{п.в}$ и V_t.

Кинетика роста прочности аглопоритобетона в процессе изотермического прогрева в зависимости от его температуры $t_{из}$, длительности $\tau_{из}$ и влажности паровоздушной среды φ представлена на рис. 2. Интенсивность набора прочности аглопоритобетона при прочих равных условиях зависит от значения φ. Наибольший рост прочности отмечается при $\varphi \geqslant 0{,}5...0{,}6$ для аглопоритобетона с низким значением $(В/Ц)_г$. С увеличением водосодержания значение φ необходимо снизить.

Прочность бетона с добавками С-3 и ПО-1 при получении равноподвижной бетонной смеси за счет снижения В/Ц в среднем выше на 20...30%, чем у бетона без добавки. Исходя из этого можно констатировать, что оптимальным условием ТВО аглопоритобетона с суперпластификаторами является паровоздушная среда с влажностью более 60%.

Имея результаты, представленные на рис. 1 и 2, можно отыскать эмпирические зависимости и по ним назначать оптимальные параметры и режимы ТВО аглопоритобетона различного состава. Для этого аналитическое выражение

$$R = F\ [\tau_c,\ (В/Ц)_г,\ Ж,\ \tau_{п.в},\ V_t,\ \tau_{из},\ t_{из},\ \varphi], \qquad (2)$$

отражающее зависимость относительной прочности бетона R (в процентах от прочности бетона аналогичного состава, твердевшего в нормальных условиях) от параметров ТВО и технологических характеристик уплотненной бетонной смеси, для построения номограммы разбили на пять классов. В результате получили уравнение с разделяющимися переменными

$$f_1\ (R,\ \tau_{из}) = f_2\ [(В/Ц)_г,\ \varphi] + f_3\ (\tau_c,\ Ж) + f_4\ (\tau_{п.в},\ V_t) + f_5\ (t_{из}), \qquad (3)$$

которое удобнее всего выразить номограммами с логарифмической шкалой [3]. При этом допускаем, что

$$\left.\begin{aligned} &f_1\ (R^*,\ \tau^*_{из}) = 0,\\ &f_2\ [(В/Ц)^*_г,\ \varphi^*] = 0,\\ &f_3\ (\tau^*_c,\ Ж^*) = 0,\\ &f_4\ (\tau^*_{п.в},\ V^*_t) = 0,\\ &f_5\ (t^*_{из}) = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

где все параметры со звездочками имеют конкретные значения, взятые из экспериментальных данных по рис. 1 и 2. Подставив конкретные значения в систему уравнений (4), можно получить значение R для $f_1...f_5$: При этом f_1 можно записать в виде $R = f(\tau_{из})$. Имея уравнения (1) и (4), можно построить для каждой системы сетчатую номограмму по методике [3, 4]. Полученные пять номограмм расположили на плоскости таким образом, чтобы ошибка при нахождении ответов была минимальной и не превышала 5% (рис. 3).

Для отыскания оптимальных параметров ТВО аглопоритобетона необходимо вначале установить значения $(В/Ц)_г$, τ_c и Ж. По значениям $(В/Ц)_г$ ($М_1$) и τ_c ($М_2$) находим точку $М_3$, сносим ее влево на шкалу φ и получаем $М_4$. Затем по значениям τ_c ($М_5$) и Ж ($М_6$) находим точку $М_7$, сносим ее на немую шкалу и получаем $М_8$. Проведя прямую далее ($М_9$), выбираем параметры $\tau_{п.в}$ ($М_{10}$) и V_t ($М_{11}$) таким образом, чтобы их сумма по времени была минимальной. Через точки $М_4$ и $М_8$ проводим прямую до пересечения с сетчатой номограммой $t_{из}$ ($М_{12}$) и находим значение $t_{из}$ ($М_{13}$) исходя из конкретных параметров тепловых установок ($М_{14}$). Далее из $М_{13}$ проводим прямую до пересечения с немой шкалой R ($М_{15}$) и находим точку $М_{16}$, которая характеризуется значениями $\tau_{из}$ ($М_{17}$) и относительной прочности бетона ($М_{18}$). Значения $t_{из}$ ($М_{14}$) и $\tau_{из}$ ($М_{17}$) выбирают из условия получения минимального времени и температуры изотермического прогрева. В случае, если режим ТВО не удовлетворяет каким-либо заводским параметрам, длительность отдельных этапов ТВО назначают вновь.

Таким образом, построенная компактная номограмма с девятью переменными для назначения рациональных режимов ТВО аглопоритобетона значительно упростит назначение наиболее экономичных режимов ТВО для бетонов на аглопоритовом щебне и других подобных пористых заполнителях и предотвратит неоправданный перерасход цемента.

Предлагаемая эмпирическая номограмма используется при назначении режимов тепловлажностной обработки наружных стеновых панелей для промзданий на заводе ЖБИ Стройтреста № 21 в Белоруссии. Назначение режимов пропаривания с помощью номограммы позволило сократить продолжительность тепловой обработки панелей на 1...1,5 ч и снизить при этом расход пара в среднем на 8...10%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марцинкевич В. Л., Бабицкий В. В. Номограмма для назначения режимов тепловлажностной обработки бетона из разогретых бетонных смесей // НТИ. Мелиорация и водное хозяйство. № 9. — Минск: Ураджай, 1983. — С. 4—7.
2. Рекомендации по проектированию составов бетона с учетом его водонепроницаемости и морозостойкости // И. Н. Ахвердов, А. К. Далевский, В. В. Бабицкий и др. — Минск: Минводхоз, 1978. — 40 с.
3. Невский Б. А. Справочная книга по номографии. М. — Л.: Гостехиздат, 1951. — 264 с.
4. Хованский Г. С. Основы номографии. — М.: Наука, 1976. — 351 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.057.43:539.4

В. Б. НИКОЛАЕВ, О. Д. РУБИН, кандидаты техн. наук,
С. В. СЕЛЕЗНЕВ, инж. (НИС Гидропроекта)

Расчет прочности и конструирование петлевых стыков сборных элементов

Уровень индустриализации строительства во многом определяется технологичностью соединения сборных элементов. На протяжении длительного времени применяется петлевой стык арматуры конструкции Передерия для центрально-растянутых элементов мостовых конструкций. В модернизированном виде этот стык используют при строительстве подпорных стен, бункеров, наплавных конструкций для фундаментов ЛЭП, каналов технического водоснабжения ТЭЦ, зданий насосных станций, в конструкциях атомных электростанций и т. д.

В применяемом в настоящее время стыке петли располагаются вдоль цилиндрического бетонного ядра, воспринимающего равномерную нагрузку, при этом ядро проверяют в плоскости петель на сжатие [1, 2]. С целью предотвращения соскальзывания петель с ядра стыка используют шпильки, плотно подгоняемые к петлевым выпускам.

В массивных железобетонных конструкциях с шагом арматуры в плане, как правило, сопоставимым с диаметром петли, бетонное ядро работает в условиях трехосного напряженного состояния. Напряжения возникают как в плоскости петель, так и из плоскости вдоль ядра. Как следует из напряженного состояния (рис. 1), полученного поляризационно-оптическим методом, бетон ядра петлевого стыка испытывает в плоскости петель в основном сжимающие, но резко неравномерные по диаметру напряжения с максимумом, располагающимся в зоне перехода криволинейного участка арматуры в прямолинейный.

Вследствие сцепления арматуры с бетоном сжимающие напряжения уменьшаются с приближением к оси элемента. Вдоль ядра под петлями формируется зона растягивающих напряжений (см. рис. 1), влияющих на прочность стыков по мере изменения шага петель в плане. По напряженному состоянию петлевых стыков установлено, что увеличение шага петель в 1,3 раза повышает растягивающие напряжения примерно в 2 раза. Следовательно, шаг петель в плане является одним из основных параметров, характеризующих прочность бессварного петлевого стыка, установление которой состоит не только в решении пространственной задачи теории упругости для оценки напряженного состояния и разработки на этой основе методики расчета, но и в неопределенности задания функции нагрузки, определяемой характером сцепления криволинейного арматурного анкера с бетоном ядра. В НИС Гидропроекта [3] экспериментально установили механизм трещинообразования и разрушения петлевых стыков и влияние их конструктивных особенностей на прочность с целью разработки методики расчета.

При этом исследовали два типа стыков с расположением обеих ветвей арматуры в растянутой зоне изгибаемого элемента — петлевой стык (рис. 2) и стык с расположением одной ветви ар-

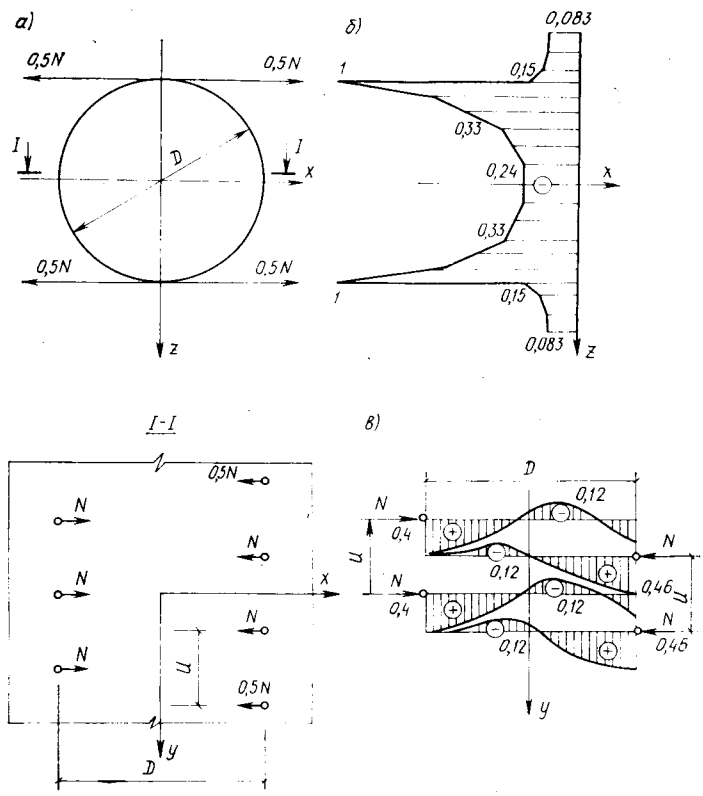


Рис. 1. Характер распределения напряжений (при отсутствии сцепления арматуры с бетоном ядра)
а — схема образца; *б* — в плоскости петель стыка (σ_x); *в* — из плоскости петель стыка (σ_y)

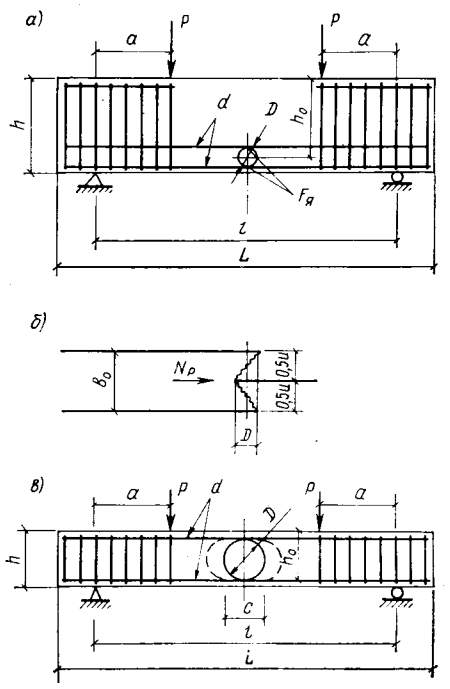


Рис. 2. Армирование балок
а — с петлевым бессварным стыком; *б* — расчетная схема; *в* — с петлевым бессварным стыком-перепуском

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

матуры в растянутой, а другой в сжатой зоне изгибаемого элемента — петлевой перепуск (см. рис. 2).

Целью экспериментов являлась оценка влияния шага рабочей арматуры в плане, марки бетона и армирования ядра на прочность петлевого стыка, а также оценка прочности стыка с петлевым перепуском при круговом очертании бетонного ядра и при наличии в бетонном ядре прямой вставки.

Опытные балки испытывали на действие статической кратковременной нагрузки, при этом стык располагался в зоне действия чистого изгибающего момента. Основное внимание уделяли изучению влияния на прочность стыков шага арматурных петель в плане, который изменялся в пределах $6d...15d$ (d — диаметр рабочей арматуры: $d=12...28$ мм). Марка бетона изменялась с 15 до 40 МПа. Геометрия сечения балок определялась возможностью размещения петель как по высоте, так и в плане. Всего испытали около 50 элементов.

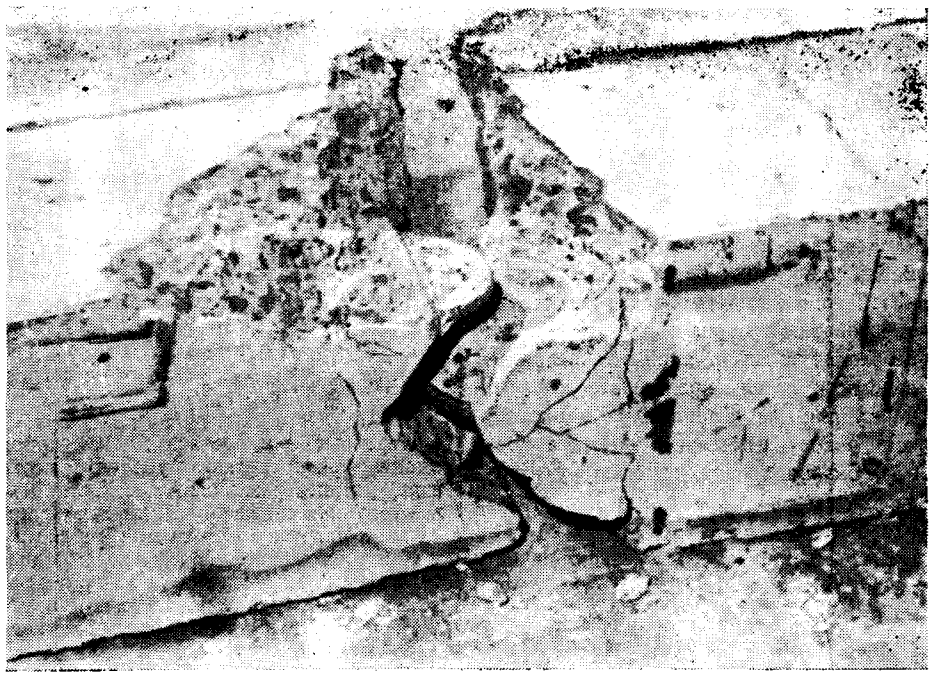


Рис. 3. Разрушение элемента с петлевым стыком по наклонным трещинам в горизонтальной плоскости (балка показана в положении на боку)

В результате установлен характер трещинообразования и механизм разрушения ядра петлевого стыка. Как следует из анализа напряженного состояния (см. рис. 1), на прочность стыка с шагом арматуры, соизмеримым с диаметром ядра ($u>6d$), влияет работа бетона вдоль ядра, т. е. из плоскости петель. В этом направлении возникают растягивающие напряжения, подобные появляющимся при испытании бетонного цилиндра на раскалывание, а по наклонным сечениям от петли к петле встречного направления действуют также касательные напряжения. Разрушение происходит по наклонным трещинам (рис. 3). Для восприятия растягивающих напряжений в бетонном ядре и исключения возможности разрушения стыка по наклонным трещинам (в плане) из плоскости петель устанавливают арматуру. На рис. 4 показано влияние армирования ядра на прочность петлевых стыков. Экспериментами установлено наиболее эффективное его количество, составляющее по площади $F_я=(1,5...3)f_a$ (f_a — площадь сечения одного стержня рабочей арматуры при расположении стержней в зоне действия максимальных растягивающих напряжений, т. е. в зоне перехода арматуры от прямого участка в криволинейный). Коэффициент $K_я$, характеризующий повышение прочности петлевого стыка при армировании бетонного ядра из плоскости петель, предлагается определять по упрощенной формуле

$$K_я = 1 + 0,15\,\frac{F_я}{f_a} > 1. \qquad (1)$$

Прочность петлевых стыков в зависимости от изменения шага петель в плане, прочности бетона, количества и диаметра арматуры, длины перепуска петель и других параметров изучали с целью разработки расчетного аппарата для определения диаметра петель стыка. Сопоставление опытной разрушающей петлевой стык силы с расчетным предельным усилием при достижении продольной арматурой предела текучести показало, что $N_р^{оп}/N_р^{расч}=0,65...1$. Из рис. 4, на котором показано изменение относительной прочности петлевых стыков в зависимости от указанных параметров, видно, что при шаге петель в плане $u>6d$ прочность стыка снижается.

Для практического применения рекомендуется формула для определения оптимального диаметра петель стыка с учетом армирования бетонного ядра

$$D_{п.с} = \frac{R_s}{R_{bt}}\,\frac{K_{п.с}^{0}}{K_я}\,d, \qquad (2)$$

где R_s, R_{bt} — расчетные сопротивления арматуры и бетона, принимаемые по СНиП 2.03.01—84; $K_{пс}^{o}$ — параметр, характеризующий изменение прочности петлевых стыков в зависимости от шага петель в плане. При u/d, равном 6, 8, 10, 12, 14 и 16, $K_{п.с}^{o}$ составляет 0,042; 0,049; 0,053; 0,056; 0,058 и 0,06.

Следует отметить, что для изгибаемых элементов $D_{п.с}\leqslant h/3$. Таким образом, определение диаметра петель стыка по формуле (2) и устройство арматуры из плоскости петель позволяет обеспечить разрушение стыка от достижения продольной арматурой предела текучести.

Представленные результаты исследований относятся к стыкам, петлевые выпуски которых расположены вразбежку, т. е. симметрично — выпуски одного направления находятся посередине встречных выпусков. Такое соединение является более технологичным. Опыты свидетельствуют, что при попарном соединении петель прочность увеличивается по сравнению с соединением вразбежку; диаметр петель следует устанавливать по предлагаемой методике как полусумму диаметров для крутого и пологого наклонных плоскостей среза.

Как показали исследования, прочность стыков с петлевым перепуском кругового очертания определяется в основном надежностью сцепления петлевых вы-

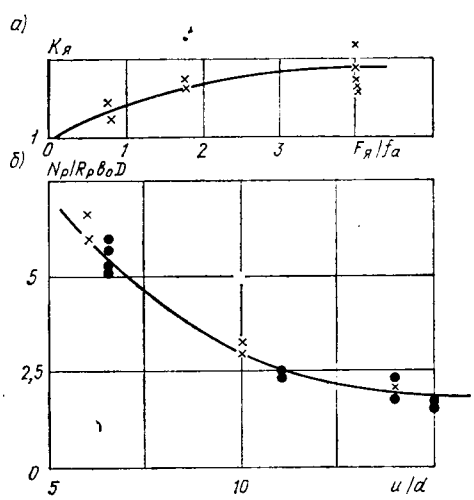


Рис. 4. Изменение коэффициента $K_я$ в зависимости от количества арматуры в ядре петлевого стыка (*а*) и относительной величины предельного усилия $N_р$ в зависимости от шага петель в плане (*б*)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

пусков с бетоном ядра. Деформированное состояние железобетонных балок, полученное с помощью закладных тензорезисторов, имеет характерные особенности в стадии после образования трещин по контуру петель по сравнению с деформированным состоянием монолитных балок без петлевых выпусков. В направлении из плоскости петель деформации укорочения бетона ядра в растянутой зоне изгибаемого элемента после образования трещин по контуру петель переходят в деформации удлинения. В плоскости петель продольные деформации удлинения бетона ядра в растянутой зоне изгибаемого элемента после образования трещин по контуру петель переходят в продольные деформации укорочения.

Экспериментальное изучение прочности петлевых перепусков позволило получить зависимость для определения оптимального диаметра петель перепуска с учетом наличия в нем прямой вставки

$$D_{п.п} = 0{,}062\left(1 - 1{,}3\,\frac{c}{l_{an}}\right)\frac{R_s}{R_{bt}}\,d, \quad (3)$$

где c — длина прямолинейного участка в петлевом перепуске: $c \geqslant 5d$. Если высота элемента менее $D_{п.п}$, полученной по формуле (3), $D_{п.п} = h_0 - a'$ с соответственно увеличенным участком c, определяемым по формуле $c = 0{,}5\pi \times (D_{п.п} - h_0 + a')$; l_{an} — длина анкеровки стержней арматуры по формуле (186) СНиП 2.03.01—84.

Выводы

Комплексная оценка прочности петлевых стыков по наклонным сечениям и петлевых перепусков в сборных железобетонных элементах показала возможность их широкого применения в конструкциях при обеспечении их надежности и долговечности.

Полученные зависимости для определения оптимального диаметра бетонного ядра позволяют достаточно точно учесть многообразие факторов, влияющих на прочность бессварных петлевых стыков, — шаг петель в плане, армирование бетонного ядра, наличие прямой вставки в бетонном ядре, оптимальная марка бетона и др.

Проведенные исследования обеспечивают возможность повышения индустриализации строительства сооружений с высокотехнологичными бессварными петлевыми стыками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства. — М.: Стройиздат, 1984. — С. 36—38.
2. Технология и индустриализация армирования железобетонных конструкций // Информационный бюллетень. — 1975. — № 87. — С. 25—31.
3. Блинов И. Ф., Николаев В. М. Исследование петлевых стыков в изгибаемых элементах // Энергетическое строительство. — 1969. — № 1. — С. 32—35.

УДК 624.073.7

А. Н. МАМИН, инж. (МИСИ);
Ю. Н. КАРНЕТ. канд. техн. наук (УралпромстройНИИпроект)

Сопротивление перекрытий из плит безопалубочного формования действию горизонтальной силы и крутящего момента

Перекрытия в составе многоэтажного здания распределяют усилия между диафрагмами различной жесткости. Кроме того, как связи кручения, они распределяют нагрузку между диафрагмами и колоннами каркаса. При этом на отдельные ячейки перекрытия действуют горизонтальная сила в плоскости и крутящий момент из плоскости. Жесткость перекрытия на эти воздействия влияет на распределение усилий между вертикальными несущими конструкциями [1].

Ранее исследовано сопротивление перекрытий, собранных из плит по традиционной технологии, на раздельное действие горизонтальной силы и крутящего момента [2, 3].

Возможность применения плит безопалубочного формования в перекрытиях каркасных зданий требует дополнительного изучения, поскольку эти плиты, наряду с преимуществами при изготовлении (уменьшение трудоемкости, улучшение условий труда на заводах ЖБИ и др.), имеют конструктивные недостатки, вызванные технологией и влияющие на сопротивление перекрытий указанным воздействиям. Отсутствие круглых замкнутых шпонок на боковых поверхностях плит уменьшает сопротивление дисков перекрытия сдвигу в плоскости. Отсутствие закладных деталей затрудняет соединение плит и плит с ригелями и колоннами. Это требует дополнительных мероприятий для передачи усилия растяжения между связевыми плитами при изгибе диска перекрытия в плоскости. Необходимо также обеспечить связь между плитами и колонной при кручении ячейки.

Для исследования работы перекрытий, полностью собранных из плит безопалубочного формования при действии усилий, возникающих в перекрытиях как горизонтальных диафрагмах и как связях кручения, испытали два натурных фрагмента размером 6×12 м, состоящих из двух ячеек 6×6 м. Ячейки скомпанованы из плит шириной 1,5; 1,2 и 0,6 м. Плиты изготовляли на Северском заводе ЖБИ в Полевском по рабочим чертежам, разработанным Уралпромстройниипроектом совместно с НИИЖБ. Рядовые плиты шириной 1,5 и 1,2 м опирались на полки ригелей, плиты шириной 0,6 м, в дальнейшем называемые связевыми, — на опорные столики колонн. Типовые ригели по серии ИИ-04 опирались на укороченные колонны сечением 40×40 см, запроектированные на основе серии ИИ-04 с дополнительными закладными деталями для крепления опорного столика под связевые плиты. Усилие растяжения между связевыми плитами соседних ячеек передавалось через связевую арматуру диаметром 18 мм из стали класса А-III, помещенную в продольный шов между плитами. В крайних рамах один конец арматуры приваривали к «рыбке». Связь между плитами и колонной при кручении ячеек обеспечивалась хомутами, охватывающими связевую арматуру и приваренными к консолям колонн (рис. 1)

Горизонтальная нагрузка подавалась гидравлическим домкратом на среднюю раму. Крайние рамы упирались через динамометры и гидравлические домкраты на жесткие упоры в плоскости приложения нагрузки. Нагрузку определяли по показаниям динамометров. Упорные домкраты обеспечивали неподвижное положение крайних рам.

Кручение обеспечивалось поднятием двух угловых колонн гидравлическими домкратами, установленными в решетчатых коробах под колоннами. Три соседние колонны прижимались через динамометры к силовому полу. Величину усилия определяли по показаниям манометров домкратов и динамометрам.

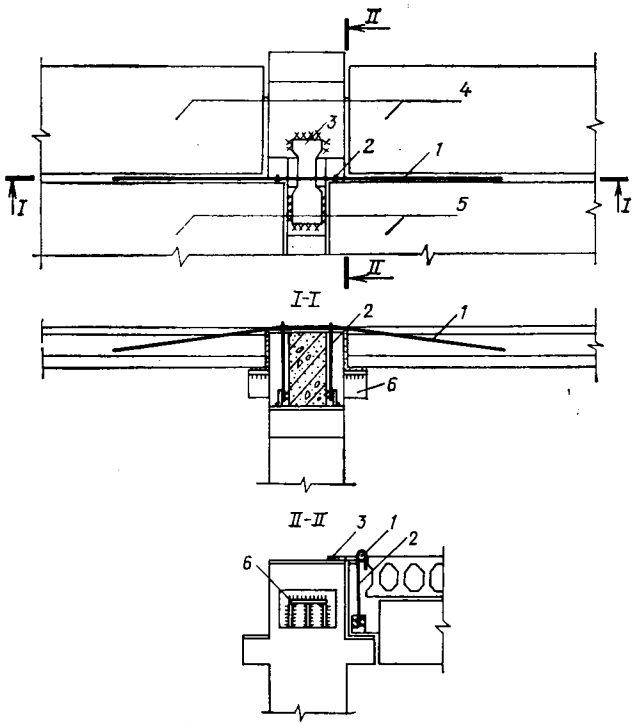
Абсолютные горизонтальные и вертикальные перемещения характерных точек фрагментов и изменения длин диагоналей ячеек измеряли прогибомерами с ценой деления 0,01 мм. Перемещения плит относительно друг друга и относительно ригелей фиксировали индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленными на швах. Растяжение — сжатие швов измеряли по верхней и нижней поверхности фрагмента, сдвиг — только по верхней. Относительные деформации связевой арматуры, хомутов и «рыбок» фиксировали тензодатчиками.

Предварительно испытали четыре плиты шириной 1,5 м для определения жесткости на кручение. Крутящий момент создавали двумя гидравлическими домкратами, поднимающими углы одной диагонали. Углы второй диагонали прижимались через динамометры к силовому полу. В результате установлено, что кручение отдельных плит в эксплуатационной стадии ($\alpha \leqslant 1/1500$) подчиняется другому закону. Поверхность кручения при этом — гипар. В упругой стадии жесткость плит на кручение, определенная экспериментально

$$B_{кр}^{пл} = \frac{M^{кр}\,l}{\alpha}, \quad (1)$$

для, четырех плит составила 44710, 43186, 47456 и 46468 кН·м². Теорети-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru



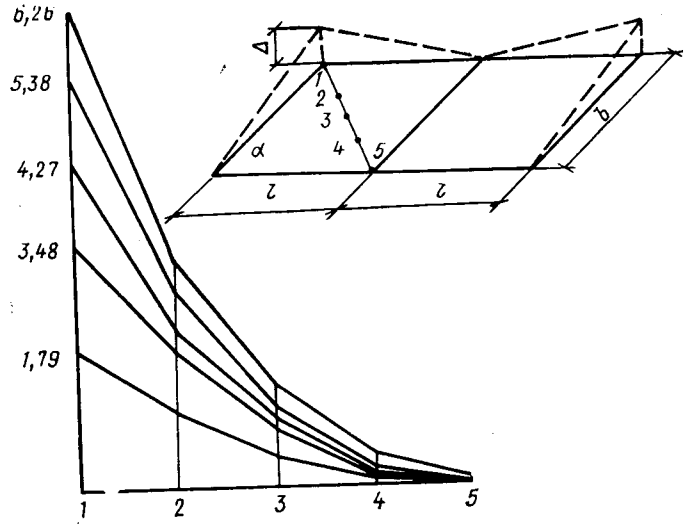


Рис. 2. Схема кручения фрагмента и эпюры перемещений диагонали 1—5

Рис. 1. *Узел* примыкания плит и ригеля к колонне
1 — арматура для передачи усилия растяжения при изгибе перекрытия в плоскости (связевая арматура); *2* — хомуты для связи между плитами и колонной при кручении ячейки; *3* — «рыбка» по ГОСТ 5681—57; *4* — связевые плиты; *5* — рядовые плиты; *6* — опорный столик под связевую плиту

чески жесткость отдельных плит безопалубочного формования можно находить как для коробчатого сечения с толщиной стенки 5 см, независимо от армирования.

Деформационные и прочностные характеристики бетона плит и швов устанавливали по результатам испытаний призм размеров 15×15×60 см и кубиков с ребром 15 см.

Каждый фрагмент нагружали в четыре этапа. На первых двух перекрытие испытывали на раздельное действие крутящего момента и горизонтальной силы в упругой стадии. На третьем этапе эти силовые факторы действовали одновременно, фрагменты доводили до разрушения от горизонтальной силы. Соотношение между крутящим моментом и горизонтальной силой выбирали из условия, что в перекрытии здания при достижении максимально допустимого угла скручивания 1/1500 может возникнуть изгибающий момент в плоскости 300 кН·м. На этом этапе произошло хрупкое разрушение фрагмента по нормальному сечению вследствие выдергивания заанкеренного участка связевой арматуры вместе с бетоном из продольного шва. Разрушению предшествовало образование и развитие нормальной трещины между торцами плит одной из ячеек и средним ригелем. На четвертом этапе неразрушенную от горизонтальной силы ячейку фрагмента подвергали кручению до разрушения. Оно произошло вследствие образования и большого раскрытия трещин в швах и наклонных трещин в плитах.

Построены графики зависимостей горизонтальных и вертикальных перемещений характерных точек фрагментов от горизонтальной силы и крутящего момента при раздельном и совместном действии. Кручение ячейки в упругой стадии не оказывает заметного влияния на упругое сопротивление перекрытия действию горизонтальной силы. Упругое и пластическое деформирование в плоскости не влияет на упругое сопротивление перекрытия кручению.

Линейная зависимость между горизонтальной силой и горизонтальными перемещениями сохранялась приблизительно до 250 кН. Нормальная трещина шириной 0,12 мм образовалась при горизонтальной силе 255 кН. При силе 300 кН трещина раскрылась до 1,5 мм, дальнейшее увеличение нагрузки привело к разрушению фрагмента.

На рис. 2 показаны вертикальные перемещения диагонали при кручении ячейки. Кривая близка к параболе, следовательно крутильная поверхность ячейки — гипар. Жесткость на кручение можно подсчитать по формуле

$$B_{кр} = \frac{M_{кр}\, l\, b}{\Delta}, \qquad (2)$$

где l, b — длина и ширина ячейки; Δ — перемещение поднимаемого угла.

В упругой стадии жесткость на кручение ячейки перекрытия из плит безопалубочного формования $B_{кр} = 16{,}7 \times 10^4$ кН·м².

Перекрытие можно рассматривать как составное сечение и для расчета его жесткости на кручение применять формулу (2):

$$B_{кр} = \Sigma\, B_{кр}^{пл} = \Sigma\, G\, I_к, \qquad (3)$$

где G, $I_к$ — модуль сдвига и момент инерции при кручении отдельных плит.

Рассматриваемые плиты как элементы коробчатого сечения для испытанной ячейки получили теоретическое значение жесткости $B_{кр} = 16{,}16$ кН·м².

Выводы

Плиты безопалубочного формования можно применять в перекрытиях многоэтажных каркасных зданий. При этом необходимо обеспечить передачу растягивающего усилия между связевыми плитами соседних ячеек и вертикальную связь между плитами и колоннами.

При действии горизонтальной силы на перекрытие вследствие хрупкого характера разрушения не следует допускать неупругой работы перекрытия и образования нормальной трещины от изгиба в плоскости.

В эксплуатационной стадии ячейки перекрытий из плит безопалубочного формования скручиваются упруго. При этом форма поверхности кручения — гипар. Жесткость ячейки определяют как для составного сечения.

При расчете многоэтажного каркасного здания жесткость ячейки устанавливают как для составного сечения по формуле (3); жесткость отдельных плит — как для элементов коробчатого сечения с толщиной стенок 5 см, независимо от армирования.

Кручение ячейки в упругой стадии не оказывает заметного влияния на упругое сопротивление перекрытия действию горизонтальной силы. Упругие и пластические деформации в плоскости перекрытия не влияют на упругое сопротивление перекрытия кручению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дроздов П. Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. — М.: Стройиздат, 1977. — 223 с.
2. Дроздова И. П. Экспериментально-теоретическое исследование влияния кручения перекрытий на распределение усилий в многоэтажных каркасных зданиях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1978. — 20 с.
3. Темикеев К. Т. Исследование деформативности сборных железобетонных перекрытий в своей плоскости как горизонтальных диафрагм многоэтажных каркасных зданий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1975. — 22 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:539.3/4

В. П. ЧАЙКА, канд. техн. наук (ВНИИ транспортного стр-ва)

Особенности деформирования тяжелого бетона при неоднородном кратковременном сжатии

Неоднородное сжатие, характерное для сжатой зоны изгибаемых и внецентренно нагруженных железобетонных элементов, является наименее изученным и вместе с тем наиболее распространенным видом напряженного состояния, в значительной мере определяющим сопротивление большинства конструкций силовым воздействиям. Анализ обширного экспериментального материала позволил выявить особенности в поведении тяжелого бетона при неоднородном кратковременном сжатии по сравнению с однородным (осевым) сжатием.

На рис. 1 приведены данные, характеризующие деформированное состояние бетона при достижении дифференциальным коэффициентом поперечной деформации $\nu = \Delta\varepsilon_б^{поп}/\Delta\varepsilon_б^{прод}$ значения 0,5. Эта область напряженно-деформированного состояния соответствует по известной теории [1] верхней условной границе микротрещин (применительно к осевому сжатию — напряжению $R_т^\nu$). Данные получены в результате обработки экспериментов, проведенных в Львовском политехническом институте, НИИЖБе, ВНИИ транспортного строительства, НИИСКе и др. Из рис. 1 видно, что при $\nu = 0{,}5$ продольные деформации бетона $\varepsilon_{\sigma_т^\nu}$, находящегося в условиях неоднородного сжатия, больше соответствующих деформаций, полученных при однородном сжатии $\varepsilon_{R_т^\nu}$. Отношение $\varepsilon_{\sigma_т^\nu}/\varepsilon_{R_т^\nu} > 1$ и зависит от прочности бетона и схемы приложения нагрузки [2]. Аналогичные результаты получены при сопоставлении поперечных деформаций и относительного изменения объема бетона [3].

Таким образом, при неоднородном сжатии верхняя условная граница микротрещинообразования достигается при больших значениях продольных и поперечных деформаций и относительного изменения объема бетона, чем при однородном сжатии. Однако характер зависимостей $\varepsilon_б^{прод} - \nu$ при неоднородном и однородном сжатии идентичен (см. рис. 1).

Зависимости $\varepsilon_б^{прод} - \varepsilon_б^{поп}$, построенные по опытным данным некоторых авторов, приведены на рис. 2. При неоднородном и однородном сжатии они качественно аналогичны. Вместе с тем отмечается количественное отличие, заключающееся в том, что в упругопластической стадии работы бетона при одной и той же продольной деформации поперечные деформации сжатой грани меньше соответствующих деформаций центрально-нагруженных призм.

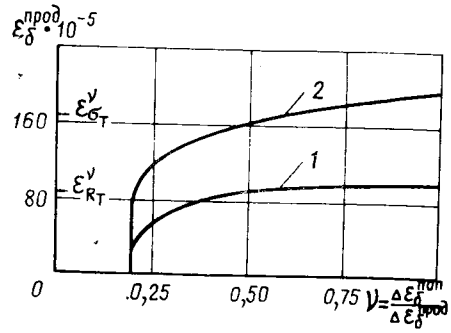


Рис. 1. Изменение дифференциального коэффициента поперечной деформации ν с ростом продольных деформаций

1 — однородное сжатие; *2* — неоднородное сжатие

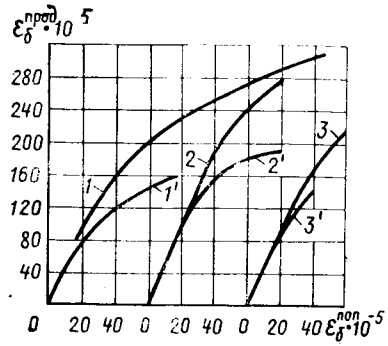


Рис. 2. Влияние неоднородности напряженного состояния на зависимость продольная деформация — поперечная деформация

Данные: *1* — Львовского политехнического института с балками П-й группы (μ=0,4...2,4%; R=75,4...77,2 МПа); *2* — НИИЖБа с колонной КН-2 1-й серии (μ=1,24%; R=80,9 МПа; *3* — с внецентренно сжатыми с ядровым эксцентриситетом бетонными призмами серии *L*2/3 (R=45,4 МПа); 1'...3' — опытные зависимости при осевом сжатии

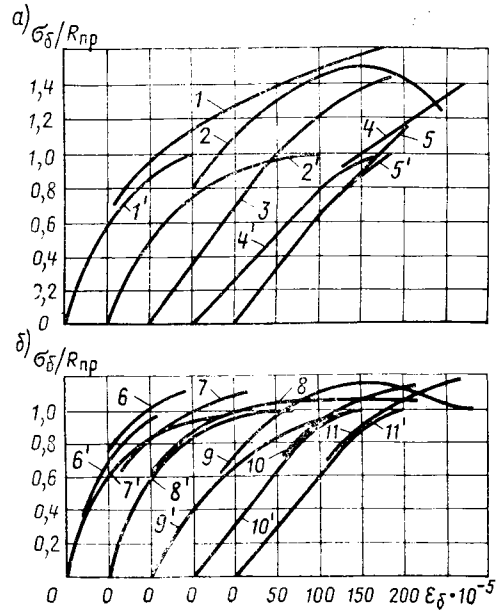


Рис. 3. Влияние неоднородности напряженного состояния на зависимость нормальное напряжение — продольная деформация (*а*, *б*)

1 — усреднено для балок R=24...32,8 МПа, $\mu_{ср}$=0,44...1,44%; *2* — балка БIV-1, R=29 МПа, μ=2,33%; *3* — усреднено для балок Б II-4 и Б III-4, R=53,7 и 55,8 МПа, μ=1,51 и 1,43%; *4* — балка Б I-42, R=91,7 МПа, μ=5,95%; *5* — усреднено для колонн КН-1 и КН2, R=80,9 МПа, μ=0,38 и 1,24%; *6* — усреднено для призм № 10, 11 и 13, R=15,4 МПа; *7* — усреднено для призм № 18, 19 и 21, R=17,3 МПа; *8* — усреднено для бетонных элементов, R=12 МПа; *9* — усреднено для бетонных элементов серии *L*2/3, R=45,4 МПа; *10* — усреднено для бетонных элементов, R=60 МПа; *11* — усреднено для бетонных призм серии $П_{эк}$; R=70,4 МПа; 1'...11' — опытные зависимости при осевом сжатии

Данные, приведенные на рис. 1, 2, свидетельствуют о том, что неоднородное напряженное состояние оказывает сдерживающее влияние на развитие поперечных деформаций и, следовательно, на процесс микротрещинообразования в бетоне при сжатии.

Полученные аналитическим методом [3, 4] диаграммы сжатия бетона, находящегося в условиях неоднородного напряженного состояния, и опытные диаграммы осевого сжатия бетона приведены на рис. 3. Для изгибаемых и внецентренно сжатых элементов эти диаграммы соответствуют работающему над трещиной участку бетона сравнительно небольшой протяженности, а для внецентренно сжатых бетонных элементов — участку (объему) бетона такой же протяженности, как и в центрально-нагруженных призмах. Из приведенных на рис. 3 качественно идентичных диаграмм следует, что неоднородное напряженное состояние влияет на деформативность бетона в упругопластической стадии работы и на его прочность. Так, для бетона сжатой зоны изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов отношение наибольших сжимающих напряжений к призменной прочности изменяется в среднем от 1,3 до 1,6 при уменьшении кубиковой прочности с 80...90 МПа до 25...30 МПа. Аналогичное отношение для внецентренно сжатых с ядровым эксцентриситетом бетонных элементов равно 1,1 при изменении кубиковой прочности с 10 до 70 МПа. Соответствующие наибольшим напряжениям продольные деформации бетона сжатой грани изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов равны $\approx 300\cdot10^{-5}$, а для бетона сжатой грани внецентренно сжатых бетонных элементов несколько меньше.

Следовательно, при неоднородном напряженном состоянии количественные характеристики диаграммы сжатия бетона в общем случае отличаются от соответствующих характеристик диаграм-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мы сжатия центрально-нагруженных призм, причем степень этого отличия зависит от прочности бетона, эксцентриситета приложенной нагрузки, протяженности участка бетона сжатой зоны.

Выводы

Деформирование тяжелого бетона при неоднородном (изгибном, внецентренном) и однородном (осевом) кратковременном сжатии характеризуется качественно одинаковыми закономерностями. Вместе с тем неоднородность напряженного состояния существенно влияет на его сопротивление силовому воздействию, что проявляется в различии между конструкционными механическими характеристиками бетона, реализуемыми в сжатой зоне изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов, и стандартизированными характеристиками, получаемыми при испытании центрально-нагруженных призм. Отмеченное влияние следует учитывать при совершенствовании существующих и разработке новых методов расчета на основе использования конструкционных механических характеристик сжатого бетона вместо стандартизированных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. — М.: Госстройиздат, 1962. — 96 с.
2. Чайка В. П. Оценка прочности и деформативности бетона при сжатии с градиентом напряжений // Изв. вузов. Сер. Стр-во и архитектура. — 1970. — № 10. — С. 3—6.
3. Чайка В. П. Две аналогии между деформированным состоянием бетона при неоднородном и трехосном сжатии // Тр. ин-та / Львовский сельскохозяйственный ин-т. — 1980. — т. 90. — С. 45—53.
4. Чайка В. П. Данные о напряженном состоянии бетона сжатой зоны изгибаемых железобетонных элементов, полученные аналитическим методом // Тр. ин-та / Львовский сельскохозяйственный ин-т. — 1978. — Т. 80. — С. 77—81.

Авторские свидетельства

№ 38

1263531. Белорусский НИПИ организации и управления строительством Госстроя БССР. Б. И. Рубин, Г. А. Оленин, Ю. В. Григорьев и А. И. Томкович. **Устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей.**

1263532. НИЛ ФХММ и ТП Л. И. Эпштейн, С. А. Цуканов, А. Г. Букатин и В. В. Чувырин. **Способ формования крупноразмерных изделий из жестких бетонных смесей.**

1263667. МИИТ. В. И. Соломатов, Н. А. Самигов и Х. И. Муминджанов. **Полимербетонная смесь.**

1263670. Горьковский инженерно-строительный ин-т. А. К. Яворский. **Способ изготовления силикатобетонных изделий.**

1263776. НИСиА Госстроя КиргССР. П. С. Кузнецов, Ю. Л. Кельилер, А. М. Кулыбеков и др. **Узел соединения строительных конструкций.**

1263780. ИСиА Госстроя БССР. О. И. Юрков, В. И. Гирдюк и В. П. Никии. **Стеновая панель.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

Долговечность

УДК 666.972.69.025

С. Н. АЛЕКСЕЕВ, д-р техн. наук (НИИЖБ);
В. В. БАБИЦКИЙ, Э. И. БАТЯНОВСКИЙ, кандидаты техн. наук,
А. А. ДРОЗД, инж. (Белорусский политехнический ин-т)

Коррозионная стойкость и защитные свойства бетона сухого формования

Одним из наиболее действенных способов увеличения срока службы железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, является снижение проницаемости цементного камня и бетона, от которой зависит коррозионная стойкость материала и его защитные свойства по отношению к стальной арматуре [1]. Известно, что понизить проницаемость бетона можно путем снижения водосодержания бетонной смеси при обеспечении качественного уплотнения, характеризующегося образованием слитной структуры бетона. В этом отношении перспективна технология формования изделий из сухой бетонной смеси, позволяющая получать бетон с $В/Ц = 0{,}15...0{,}30$ и высокой плотностью укладки зерен твердой фазы [2, 3].

Для исследования коррозионной стойкости бетона применяли методику ускоренных испытаний, суть которой состояла в комплексном воздействии агрессивной среды и знакопеременных объемных деформаций при попеременном увлажнении и высушивании образцов. Условия испытаний были ужесточены тем, что образцы после высушивания, не охлаждая, сразу опускали в агрессивный раствор или воду, и тем самым подвергали бетон дополнительному деструктивному воздействию перепада температуры. В качестве агрессивного агента использовали водный раствор сульфата натрия плотностью 1143 кг/м³ (концентрация около 15%), отличающегося высокой интенсивностью вызываемой им коррозии бетона.

Образцы-кубы с ребром 10 см изготовляли из сухой бетонной смеси с расходом портландцемента Волковысского завода активностью 36,0 МПа и нормальной густотой 27% 360 кг, природного песка стандартной гранулометрии 810 кг, гранитного щебня прочностью 80,0 МПа и крупностью 5...20 мм 1250 кг на 1 м³ бетона и из обычной смеси аналогичного состава при $В/Ц = 0{,}47$ и подвижности 2,5 см.

При формовании образцов сухого бетона смесь уплотняли вибрированием при частоте 50 Гц и амплитуде 0,5 мм в течение 60 с под пригрузом 0,015 МПа, насыщали водой под давлением 0,3 МПа, а затем часть образцов повторно вибрировали 60 с. Одна серия образцов была изготовлена из сухой смеси, подвергнутой в рыхлонасыпанном состоянии и в процессе уплотнения вакуумной обработке; причем режимы уплотнения, насыщения и повторного виброуплотнения аналогичны указанным выше. Образцы из обычного бетона уплотняли вибрированием в течение 120 с. После 24 сут нормально-влажностного твердения четыре серии из трех образцов в каждой помещали в воду на 96 ч, а затем испытывали на сжатие. Остальные образцы в возрасте 28 сут были подразделены на две серии, одну из которых в дальнейшем насыщали раствором Na_2SO_4, а другую — водой в течение 8 ч. Затем образцы помещали в сушильный шкаф и выдерживали 16 ч при температуре 80...85°С, после чего следовало насыщение водой или раствором соли без предварительного остывания образцов (температура жидкостей составляла 18...20°С). Визуальный контроль за состоянием поверхности образцов осуществляли ежедневно, прочность бетона и скорость прохождения ультразвуковых колебаний в зависимости от продолжительности испытаний измеряли через 20, 30, 40, 50, 70 и 90 циклов (рис. 1).

В ходе эксперимента установлено, что бетон сухого формования с повторным вибрированием выдержал более 50 циклов испытаний в растворе Na_2SO_4 без видимых признаков разрушения. Аналогичен результат и для бетона, изготовленного с вакуумированием сухой смеси. Шелушение поверхности и округление ребер у образцов бетона одноразового уплотнения появилось к 25, а у образцов обычного бетона — к 15 циклам.

Процесс снижения прочности прогрессирует наиболее интенсивно в обычном бетоне и менее всего в бетоне с вакуумированием сухой смеси и последующим повторным вибрированием. Аналогичная зависимость наблюдается и в изменении скорости прохождения ультразвуковых колебаний в бетоне.

Характер разрушения определяется структурной плотностью бетона: высокоплотный разрушается с поверхности и медленно, а деструкция менее плотного бетона в среде раствора Na_2SO_4 прогрессирует после 15...25 циклов насыщения и высушивания, распространяясь вглубь образца. Этот процесс к 30...35 циклам испытаний обычного бетона и 60...65 циклам для бетона сухого формования одноразового уплотнения охватывает весь объем и вызывает ускоренное снижение прочности бетона.

Значительное повышение коррозионной стойкости бетона сухого формования в результате повторного вибрирования связано с вызываемой им перегруппировкой зерен твердой фазы, сопровождающейся сужением и закупоркой фильтрационных каналов, через которые в сухую смесь проникает насыщающая жидкость, а также процессом дегазации

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

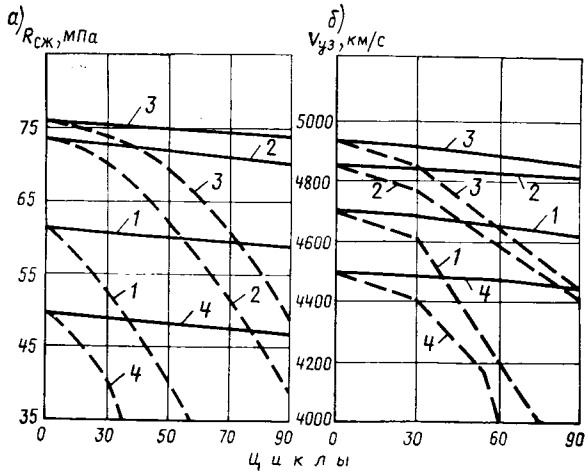


Рис. 1. Изменение прочности бетона (*а*) и скорости ультразвука (*б*) в процессе испытаний

1, 2, 3, 4 — бетон соответственно сухого формования одноразового уплотнения, с повторным вибрированием, с предварительным вакуумированием сухой смеси и обычный: — — — — при насыщении в растворе Na_2SO_4; _____ — при насыщении в воде

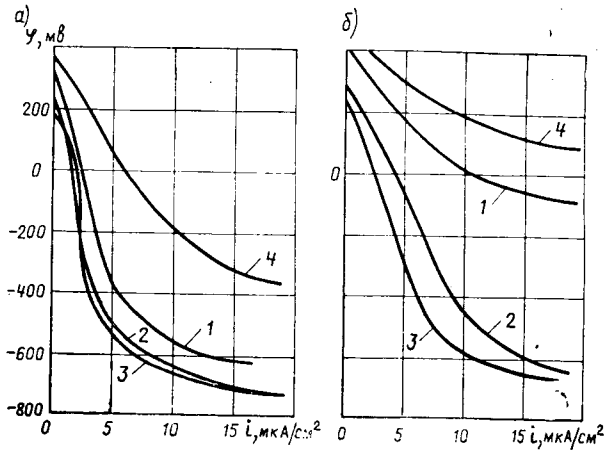


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые стальной арматуры в бетоне при разовом насыщении в растворе KCl (*а*) и после 20 циклов попеременного насыщения в растворе KCl и высушивания (*б*)

1, 2, 3, 4 — то же, что и на рис. 1

цементных флокул и перераспределения жидкой фазы. Это обеспечивает создание более плотной микроструктуры цементного камня. Развитие процесса деструкции в этом случае идет медленно из-за сложных условий диффузии агрессивного агента вглубь бетона.

Большей коррозионной стойкостью обладает бетон сухого формования с дополнительным вакуумированием при давлении, которое обеспечивает удаление воздуха не только из межзернового пространства, но и десорбцию его с поверхности вяжущего и заполнителей. При последующем водонасыщении сухой смеси водой сужаются фильтрационные каналы, активизируются процессы гидратации цемента, возрастает сцепление цементного камня с заполнителем, увеличивается прочность и снижается проницаемость бетона.

При эксплуатации железобетонных конструкций в неагрессивных и слабоагрессивных средах защитная способность бетона по отношению к стальной арматуре в достаточной мере обеспечивается щелочностью поровой жидкости бетона (pH=12...13). Одной из основных причин потери пассивности арматуры является активирующее воздействие агрессивных ионов и, в первую очередь, хлор-ионов. Защитные свойства бетона сухого формования по отношению к стальной арматуре изучали по следующей методике. В качестве агрессивной среды для испытания армированных образцов использовали насыщенный водный раствор хлористого калия. Образцы представляли собой балочки размером 5×5×20 см, центрально армированные предварительно полированными стержнями диаметром 10 мм из стали марки Ст.5. Торцы арматуры на длину 25 мм изолировали поливинилхлоридной лентой, обмазанной мастикой на основе эпоксидной смолы ЭИС-1. Изготовляли четыре серии образцов: из сухой бетонной смеси приведенного ранее состава, но со щебнем крупностью 3...10 мм без повторного вибрирования, с повторным виброуплотнением, с дополнительным вакуумированием сухой смеси, а также из обычной бетонной смеси аналогичного состава по изложенной ранее методике. Бетон твердел 28 сут в нормально-влажностных условиях, затем образцы высушивали и подвергали циклическим испытаниям: 3 сут выдерживали в насыщенном растворе хлористого калия и 1 сут сушили при 50°С.

Через определенное число циклов насыщения — высушивания электрохимическим методом оценивали защитную способность бетона по отношению к арматуре по ходу поляризационных кривых. Границу пассивного состояния стали устанавливали по плотности поляризующего тока — значение плотности тока менее 10 мкА/см² при потенциале +300 мВ (по каломельному электроду) свидетельствовало о пассивности арматуры.

Полученные данные свидетельствуют о решающем влиянии проницаемости бетона при равном расходе цемента на его защитную способность по отношению к стальной арматуре. Так, в бетоне, изготовленном по традиционной технологии, арматура активируется уже после разового насыщения в растворе хлористого калия (рис. 2), в то время как бетон сухого формования сохраняет защитную способность. С течением времени начинает проявляться влияние повторного вибрирования и вакуумирования сухой смеси: через 20 циклов испытаний сталь в бетоне с повторным виброуплотнением, а тем более с предварительным вакуумированием смеси остается в пассивном состоянии, в бетоне же одноразового уплотнения корродирует. Электрохимические испытания подтверждаются и визуальной оценкой состояния арматуры после разрушения образцов: на поверхности стержней из бетона с повторным вибрированием с вакуумированием сухой смеси и без него не наблюдается признаков коррозии, в то время как арматура из бетона двух других серий покрыта налетом продуктов коррозии и имеет язвы на поверхности.

Одновременно определяли критическое количество хлор-ионов (в процентах от массы растворной части бетона), т. е. то содержание агрессивных ионов в приарматурной зоне, которое вызывает переход стали из пассивного состояния в активное. Образцы подвергали циклическим испытаниям и периодически снимали анодные поляризационные кривые (периодичность варьировали в зависимости от проницаемости бетона — со снижением проницаемости интервалы между замерами увеличивали). Когда плотность поляризующего тока соответствовала указанной ранее границе пассивного состояния, образцы разрушали, извлекали пробы растворной части бетона и путем химического анализа устанавливали критическое количество хлор-ионов. В бетоне, изготовленном по традиционной технологии, а также в сухом бетоне одноразового уплотнения оно составляет 0,2...0,3%, что соответствует общепринятым значениям [1]; для бетона с повторным вибрированием, а также с дополнительным вакуумированием сухой смеси — 0,36...0,42%. Полученные данные подтверждают, что со снижением проницаемости бетона активирующее действие хлоридов ослабляется [1].

Таким образом, защитная способность повторно вибрированного бетона сухого формования, особенно при предварительном вакуумировании сухой смеси, по отношению к стальной арматуре выше, чем бетона одноразового уплотнения, а также изготовленного по традиционной технологии.

Проницаемость бетона оценивали коэффициентом диффузии хлор-ионов. Четыре серии образцов-кубов с ребром 10 см изготовляли по изложенной ранее методике. После 28 сут твердения в нормально-влажностных условиях образцы в течение 30 сут насыщали водой под вакуумом, а затем помещали в насыщенный раствор хлористого калия. Через 6 мес. для обычного бетона и 18 мес. для бетона сухого формования образцы извлекали из ванны, раскалывали пополам перпендикулярно слоям укладки и проводили химический анализ растворной части бетона для определения количества хлор-ионов на глубине 10 и 20 мм от поверхности нижней сто-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

роны образца. Затем, используя зависимости [1], определяли эффективный коэффициент диффузии хлор-ионов. Для обычного бетона, бетона сухого формования одноразового уплотнения, повторно вибрнрованного и повторно виброуплотненного с предварительным вакуумированием сухой смеси он соответственно равен $4{,}8\cdot10^{-7}$, $2{,}0\cdot10^{-8}$, $1{,}1\times\times10^{-10}$ и $0{,}7\cdot10^{-10}$ см^2/с.

Полученые данные свидетельствуют о низкой проницаемости бетона сухого формования с повторным вибрированием, особенно с предварительным вакуумированием сухой смеси, что наряду с повышенным значением критического количества хлор-ионов позволяет использовать конструкции со стальным армированием в условиях агрессивного воздействия солей-хлоридов, а также применять химические вещества, содержащие хлор-ионы в качестве ускорителей твердения бетона. Такой бетон характеризуется морозостойкостью более 1000 циклов, практической водонепроницаемостью под давлением более 2 МПа, повышенными износоустойчивостью, прочностью и упругодеформативными свойствами. В целом рассматриваемая технология позволяет получать армированные изделия с повышенной стойкостью к воздействию агрессивных эксплуатационных сред.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузеев. — М.: Стройиздат, 1980. — 414 с.
2. Хуторцов Г. М., Михайлов Н. В., Ребиндер П. А. Об оптимальной структуре бетона и условиях ее формования // ДАН СССР. Т. 170.— 1966. — № 3. — С. 648—651.
3. Ахвердов И. Н., Батяновский Э. И. Особенности изготовления изделий из водонасыщенных сухих смессей с повторным виброуплотнением // Бетон и железобетон. — 1982. — № 9. — С. 34—35.

Авторские свидетельства

№ 38*

1263783 .Новокузнецкое отделение УралНИИстромпроекта. С. П. Русин и А. Т. Курганский. **Анкер для арматуры периодического профиля.**

1263785. Днепропетровский филиал НИИСП. И. В. Панасюк. В. Н. Павлов, В. И. Панасюк и др. **Вакуумщит.**

1263786. Иркутский политехнический ин-т. Д. А. Федоров и А. Д. Федоров. **Устройство для усиления несущих конструкций.**

1263793. Ереванский политехнический ин-т. В. А. Атанесян и А. Ф. Агалян. **Способ возведения зданий со сборно-монолитным каркасом.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

На ВДНХ СССР

УДК 728.71

Цель — улучшение социально-бытовых условий строителей

Характерной особенностью строительного производства является перемещение строительно-монтажных организаций с одного объекта на другой. Чем выше уровень мобильности строительства, тем чаще должны перемещаться с места на место строители, тем меньше времени им остается на подготовительный период, на который нормативными документами предусмотрено 11—15 % времени. Однако его фактическая продолжительность в 2—3 раза больше, что затягивает ввод в эксплуатацию мощностей основного объекта. Поэтому в планах капитального строительства проблеме сооружения мобильных комплексов, зданий и сооружений отводится одно из первостепенных мест. Госстроем СССР на двенадцатую пятилетку уже определена потребность в них по географическим и экономическим районам, составлен Каталог проектов мобильных (инвентарных) зданий и сооружений для строительно-монтажных организаций.

Летом прошлого года на ВДНХ СССР проходила межотраслевая выставка «Мобильные здания-86», располагавшаяся на площади, равной микрорайону большого индустриального города. Демонстрационное поле представляло собой явление редкостное даже в выставочной практике. В считанные дни здесь вырос целый городок с общежитиями, магазинами, столовыми, медпунктами, котельной, установкой для очистки сточных вод, трибунами стадионов, Домами культуры, со всем, что составляет современный комфортабельный город.

Свои разработки по этой проблеме демонстрировали многие проектные организации системы Госстроя СССР и строительных министерств и ведомств.

НИИСК и ЦНИИОМТП экспонировали блок-контейнеры «Днепр», предназначенные для монтажа зданий с залыми помещениями производственного, складского, жилого и общественного назначения. В их состав входят доборные панельные элементы пола, покрытий и стен. Изделия конструктивной системы «Днепр» унифицированы по типам и функциональному назначению.

Проектным институтом № 2 Госстроя СССР совместно с другими организациями предложена конвейерная сборка мобильных зданий системы «Комфорт» из панелей максимальной заводской готовности. Грунтовку и окраску отдельных элементов, каркасов панелей выполняют механизированным и автоматизированным способом. Здания этой системы предназначены для строительно-монтажных организаций, которые ведут работы в различных полевых условиях.

Блок-контейнеры «Вахта», разработанные ЭКБ по железобетону Миннефтегазстроя, предназначены для создания благоустроенных поселков строителей. Изготовляют здания из отдельных панелей, для наружной обшивки которых используют стальной лист, а для внутренней — гипсокартон. Утепляют здания теплоизоляционными плитами из полистирольного пенопласта ПСБ-С марки 30. Из блок-контейнеров «Вахта» (общая площадь каждого 32 м^2, срок службы 20 лет) можно монтировать одно-двухэтажные жилые дома, столовые, магазины, детские сады, профилактории.

Это же конструкторское бюро экспонировало мобильные здания контейнерного типа системы ЦУБ, применяемые в строительстве с 1970 г. и представляющие собой сварной цилиндр диаметром 3,2 м и длиной 9,6 м. Внутренняя высота помещения 2,5 м. В качестве утеплителя также использованы теплоизоляционные плиты из полистирольного пенопласта. Перегородки деревянные, обшитые с двух сторон фанерой и пластиком. Здания этого типа можно эксплуатировать при температуре до —60°С.

С учетом суровых природных условий заполярных районов Западной Сибири ЛенНИИПградостроительства разработал принципы планировочной организации поселков, которыми предусмотрены комфортные условия для проживания населения, максимальная компактность застройки при полном инженерно-техническом обеспечении.

Киевский НИИСТ разработал и представил на выставке блочно-модульную автоматизированную котельную установку БМКУ-5Ж, использующую жидкое топливо. Система состоит из блок-модулей котлоагрегатов, насосов, водоподготовки, бытовых помещений, соединяемых на месте эксплуатации в единое здание котельной с отдельно стоящей емкостью топлива вместимостью 25 м^3.

На впервые организованной в стране по этой проблеме выставке представлены лучшие конструктивные системы мобильных зданий и сооружений, рекомендованные строительным министерствам и ведомствам для применения в 1986—1990 гг.

На базе выставки «Мобильные здания-86» Госстроем СССР был организован и успешно проведен Всесоюзный семинар «Проектирование и заводская технология изготовления мобильных зданий и сооружений». Выступавшие

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

отметили перспективность прогрессивного опыта, накопленного у нас в стране по возведению мобильных зданий и сооружений, подчеркивая, что решение многих вопросов осуществляется недостаточными темпами. При строительстве стационарных объектов некоторыми министерствами и ведомствами все еще возводится около 100 млн. м² временных зданий (так называемых «времянок»), из-за чего нерационально расходуется около 300 тыс. т металлопроката, 5 млн. м³ лесоматериалов, отвлекается от основного капитального строительства 100 тыс. чел. Недостаточен ассортимент зданий столовых, общежитий, контор прораба, отдельных мастерских, помещений для проведения технической учебы, из которых трудно формировать удобные мобильные комплексы. Все еще медленно и на низком уровне ведется разработка, а вслед за ней и внедрение проектно-конструкторской документации на новые виды зданий и сооружений. Продолжается практика использования чрезмерно большого количества конструктивных систем сборно-разборных комплексов. Медленно решаются вопросы обеспечения строительных организаций набором мобильных быстромонтируемых и демонтируемых зданий и сооружений производственного назначения, таких, например, как крупные ремонтные мастерские, дробильно-сортировочные и энергетические установки, бетонорастворные узлы, заводы крупнопанельного домостроения и т. д. До настоящего времени на предприятиях по изготовлению мобильных сооружений на низком уровне остается механизация и автоматизация технологических процессов, недостаточно внедряется передовая технология.

Для полного прекращения строительства «времянок» необходимо иметь парк мобильных зданий в 60 млн. м² (в наличии же пока их только половина). Нужно вдвое увеличить годовое производство мобильных сооружений, создать механизированное и автоматизированное оборудование по изготовлению и монтажу мобильных зданий, а также неукоснительно выполнять ряд других требований.

Выступавшие говорили о состоянии пожарной безопасности мобильных зданий, о системе управления качеством их изготовления, о технологическом проектировании заводов-изготовителей и переводе их на выпуск лучших образцов.

Современные передовые предприятия уже переходят на изготовление и комплектную поставку потребителям мобильных зданий, сооружений и установок, на основе которых организуются мобильные комплексы различного типа и назначения, предназначенные в основном для обеспечения деятельности строительных организаций в условиях конкретных строительных площадок. Практика строительства показала высокую эффективность применения мобильных комплексов, особенно в районах нового освоения, на территории со сложными природно-климатическими условиями, в линейном строительстве. В настоящее время разработаны мобильные комплексы нескольких типов.

Для дальнейшего повышения технического уровня заводского производства и массового внедрения в строительство мобильных (инвентарных) зданий и сооружений Госстрой СССР утвердил согласованный с заинтересованными организациями перечень ведущих министерств и головных предприятий-изготовителей, а также головных и ведущих научно-исследовательских и проектных организаций по разработке технической документации и постановке на производство мобильных зданий и сооружений. На Гинростроммаш Минстройдормаша возложена обязанность по разработке технологического оборудования для мобильных полигонов и цехов по производству сборных железобетонных конструкций и изделий промышленного и жилищно-гражданского назначения и дробильно-сортировочных установок. ВНИИстройдормаш отвечает за разработку оборудования для мобильных бетонорастворных и асфальтобетонных установок. На ЦНИИОМТП возложены функции головного института в области развития производства мобильных (инвентарных) зданий и сооружений.

Решение намеченных проблем будет способствовать дальнейшему улучшению условий труда и быта строителей, возводящих объекты в отдаленных районах страны со сложными природно-климатическими условиями.

Л. Д. КОЗЛОВА.

Наши консультации

УДК 691.327:[539.4—536.485]

М. М. КАПКИН, Р. Л. СЕРЫХ, В. В. ФИГАРОВСКИЙ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

О соотношении между прочностью и морозостойкостью тяжелого бетона

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций проектировщику часто приходится назначать не только класс бетона по прочности на сжатие (В), но одновременно и его марку по морозостойкости (F). В СНиП 2.03.01—84 приведены ряды значений этих показателей свойств тяжелого бетона, но соотношение между ними не регламентируется. Из этого следует, что проектировщик может назначать эти показатели практически не зависящими друг от друга, ориентируясь только на соответствующие требования СНиП.

В то же время известно, что повышение прочности бетона (при прочих равных условиях) приводит к повышению его морозостойкости. И хотя установить прямую зависимость между ними не представляется возможным, поскольку на морозостойкость бетона влияют и такие факторы, как условия твердения бетона, вид и марка цемента, наличие добавок, процент воздухововлечения, класс бетона по прочности может рассматриваться как некоторый удобный критерий его морозостойкости.

Класс бетона по прочности на сжатие	Диапазон допустимых марок по морозостойкости тяжелых цементных бетонов	
	А	Б
В12,5	F50	F100
В15	F50	F100
В20	F50	F100
В25	F50	F150
В30	F50	F200
В35	F75	F200
В40	F75	F300
В45	F100	F300
В50 и выше	F100	F400

В таблице приведены значения классов тяжелого бетона по прочности на

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

сжатие и соответствующие каждому из них минимальные и максимально возможные марки по морозостойкости. Из таблицы видно, что, например, для бетона класса В40 можно применять любую марку по морозостойкости (как ниже F75, так и выше), но не более F300. Если же по условиям морозостойкости требуется марка F400, то в этом случае класс бетона по прочности должен быть принят не ниже В50. Приведенные в таблице данные предназначены в основном для взаимоувязки на стадии проектирования класса бетона по прочности на сжатие и марки по морозостойкости.

Как уже отмечалось выше, максимальные значения марки по морозостойкости для данного класса бетона могут быть получены только с помощью специальных технологических мероприятий. Однако их осуществление на предприятии-изготовителе не всегда возможно. Поэтому, если возникает необходимость назначить для данного класса бетона максимально возможную марку по морозостойкости, то этот вопрос целесообразно согласовать с изготовителем.

В графе А таблицы указаны марки бетона по морозостойкости, достигаемые по обычной технологии, регламентируемой соответствующими нормативными документами и стандартами, на цементах по ГОСТ 10178—76 и ГОСТ 22266—76, с их расходом на 1 м³ в соответствии со СНиП 5.01.23—83. В графе Б приведены марки бетона по морозостойкости, достигаемые путем применения комплекса мероприятий, повышающих морозостойкость цементных бетонов (специальный подбор составов жесткой бетонной смеси с пониженными водоцементными отношениями, высокопрочных низкоалюминатных чистоклинкерных портландцементов, введение в бетонную смесь кластифицирующих, воздухововлекающих и газообразующих полифункциональных добавок, режимов твердения и т. п.).

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 691.54.004.18

Экономия цемента путем снижения отпускной прочности бетона / Л. А. Малинина, М. В. Работина, М. И. Бруссер, Н. Н. Куприянов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 8—10.

Рассмотрено влияние нормируемой отпускной прочности бетона сборных изделий на расход цемента и показано, что учет последующего прироста прочности бетона в различных условиях твердения после ТВО позволяет снизить расход цемента. Табл. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.54.004.18

Подмазова С. А. **Резервы снижения расхода цемента в вибропрокатной технологии** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 12—13.

Для ускоренного режима вибропрокатной технологии следует выбирать эффективные цементы. В этом случае вибропрокатной технологии через 2,5 ч ТВО возможно получение бетона марки М300 (В25) при расходе цемента 350 кг/м³. Табл. 2, ил. 1.

УДК 691.542:004.18

Высоцкий С. А., Смирнов В. П. **Экономия портландцемента при изготовлении бетонов с добавками золы ТЭС** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 17—19.

Исследовано влияние пылевидной золы Ладыжинской ТЭС, вводимой в портландцемент, на свойства тяжелых бетонов в различных условиях твердения. Отмечено, что при введении в цемент 40% золы обеспечивается марка цемента 300. Установлено, что при изготовлении бетонов на основе такого цемента в зависимости от условий твердения достигается экономия 13...27% портландцемента. Подобные цементы рекомендовано использовать в бетонах марок М200 и М300, особенно в условиях пропаривания. Отмечено, что по важнейшим строительно-техническим свойствам равнопрочные бетоны на цементах с добавкой золы не уступают портландцементным. Табл. 3, ил. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:536.485:691.54.004.18

Шейнин А. М., Якобсон М. Я. **Морозостойкость дорожных бетонов с добавкой С-3 при сниженном содержании цемента** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 24—26.

Изложены результаты исследований структуры и свойств дорожных бетонов с комплексной добавкой С-3+СНВ по сравнению с бетоном с добавкой ЛСТ+СНВ. Установлена возможность снижения расхода цемента на 20% при использовании С-3 взамен ЛСТ в комплексе с СНВ и получения морозостойких бетонов при обеспечении нормированного объема вовлеченного воздуха и ограничении В/Ц. Ил. 3, табл. 3. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.322:539.4

Бабкин Л. И. **Влияние однородности зернового состава крупных заполнителей на прочность бетона** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 32—33.

Изложены данные исследований однородности крупных заполнителей для бетона по зерновому составу и содержанию мелких примесей, их влияние на однородность по водопотребности и плотности бетонной смеси и по прочности и плотности бетона. Ил. 2, табл. 3. — Библиогр.: 6 назв.

УДК 666.972.16

Марцинкевич В. Л., Дедюля В. М. **Назначение оптимальных режимов ТВО аглопоритобетона** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 35—37.

Приводятся результаты исследований влияния технологических параметров аглопоритобетонной смеси на длительность периодов тепловлажностной обработки. На основании полученных результатов построена номограмма для назначения оптимальных режимов ТВО. — Ил. 3. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 624.073.7

Мамин А. Н., Карнет Ю. Н. **Сопротивление перекрытий из плит безопалубочного формования действию горизонтальной силы и крутящего момента** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 40—41.

Дано описание испытаний натурных фрагментов перекрытия из плит безопалубочного формования на кручение и деформирование в плоскости. Показана конструкция сопряжения плит между собой и с колоннами. Выявлен характер разрушения фрагментов. Экспериментально и теоретически определена жесткость ячеек перекрытия на кручение. Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.327.539.3/4

Чайка В. П. **Особенности деформирования тяжелого бетона при неоднородном кратковременном сжатии** // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 42—43.

Сопоставлены некоторые опытные зависимости, в том числе зависимости нормальное напряжение — продольная деформация, для бетона при неоднородном (изгибном, внецентренном) и однородном (осевом) кратковременном сжатии. Отмечены их качественная идентичность и количественное отличие, что позволяет сделать вывод о различии между конструкционными и стандартизированными механическими характеристиками сжатого бетона. Ил. 3. Библиогр.: 4 назв.

УДК 666.972:69.025

Коррозионная стойкость и защитные свойства бетона сухого формования//С. Н. Алексеев, В. В. Бабицкий, Э. И. Батяновский, А. А. Дрозд // Бетон и железобетон. — 1987. — № 1. — С. 43—45.

Приведены результаты испытания бетона сухого формования в растворе сульфата натрия, исследованы его защитные свойства по отношению к стальной арматуре. Показано, что повторное виброуплотнение водонасыщенной сухой бетонной смеси, а также предварительное вакуумирование сухой смеси позволяют получать малопроницаемый коррозионно-стойкий бетон. Конструкции из бетона сухого формования целесообразно применять при эксплуатации в агрессивных средах. Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Podlesnykh V. A., Isupova O. A. Experience of Glavmospromstroimaterials in cement saving

Afanasieva V. V. Experience of Rostokin concrete plant in economical consumption of cement

Malinina L. A., Rabotina M. V., Brusser M. I., Kupriyanov N. N. Cement saving by decrease of concrete temper strength

Dovzhic V. G. Reduction of cement consumption under manufacturing of lightweight concrete structures

Podmazova S. A. Reseves for decrease of cement consumption in vibrorolling technology

Nisnevich M. L., Anisimova E. I., Zarzhitsky G. S., Levkova N. S. Major reserve for cement consumption decrease

Gol'denberg L. B., Oganesyants S. L. Application of ashes from thermoelectric power stations for upgrading the properties of fine-grained concretes

Vysotsky S. A., Smirnov V. P. Saving in portland cement under manufacturing concretes with admixtures made of ashes from thermoflectric power stations

Leshchinsky M. Yu. Use of fly-ash in concretes

Mitnik G. S. Effect of construction and state of moulds on concrete consumption under manufacturing the precast concrete

Tsvetkov I. L. Major reserve of cement saving

Sheinin A. M., Yakobson M. Ya. Frost-resistance of paving concretes with C-3 admixture and reduced consumption of cement

Lishak V. I., Kireeva E. I., Saaryan V. V. Common work of multi-hollow prestressed slabs

Babkin L. I. Effect of grain fineness uniformity in coarse aggregates on concrete strength

Kukanov Yu. A., Nevdolev A. K., Potapov A. P., Sporysh V. S., Volkov L. A. Multiple-spot welding machine for reinforcing nets MTM-160

CONTENU

Podlesnykh V. A., Issoupova O. A. L'expérience de Glavmospromstroymateriaux d'économiser le ciment

Affanassjeva V. V. L'expérience de l'entreprise de Structures en béton armé de Rostokino de consommer avec économie le ciment

Malinina L. A., Rabotina M. V., Brousser M. I., Kouprijanov N. N. L'économie de ciment par la réduction de la résistance de revenu du béton

Dovzhik V. G. La réduction de consommation du ciment pendant la production des structures en béton léger

Podmazova S. A. Les reserves de réduction de la consommation du ciment dans la technologie de vibro-laminage

Nisnevitch M. L., Anissimova E. I., Zarzhitsky G. S., Levkova N. S. Une reserve importante de réduction de la consommation du ciment

Goldenberg L. B., Oganessjants S. L. L'application des cendres des centrales thermo-électriques pour l'amélioration des propriétés des bétons à grains fins

Vyssotsky S. A., Smirnov V. P. L'économie du ciment portland pendant la production des bétons avec des adjuvants des cendres des centrales thermo-électriques

Lechshinsky M. Yu. Sur l'application des cendres volantes dans les bétons

Mitnik G. S. L'influence de la structure et de l'êtat des formes sur la consommation du béton pendant la production du béton armé préfabriqué

Tsvetkov I. L. Une grande reserve de l'économie du ciment

Chejnine A. M., Jakobson M. Ya. La résistance au gel des bétons routiers avec l'adjuvant de S-3 avec une teneur en ciment réduite

Lichak V. I., Kireeva E. I., Saarjan V. V. Un service simultané des dalles précontraintes à plusieurs vides

Babkine L. I. L'influence de la homogenéite de la composition en grains des gros aggrégats sur la résistance du béton

Koukanov Yu. A., Nevdolev A. K., Potapov A. P., Sporych V. S., Volkov L. A. La machine multi-pointeuse pour le soudage de réseaux des armatures MTM-160

INHALTSVERZEICHNIS

Podlesnych W. A., Issupowa O. A. Erfahrung von Glawmospromstrojmaterialien in Zementeinsparung

Afanassjewa W. W. Erfahrung des Rostokinsker Werkes für Stahlbetonkonstruktionen (ShBK) in sparsamer Zementeinsparung

Malinina L. A., Rabotina M. W., Brusser M. I., Kuprijanow N. N. Zementeinsparung mit Abfall der Lieferfestigkeit des Betons

Dowshick W. G. Senkung des Zementverbrauches bei Produktion von Leichtbetonkonstruktionen

Podmasowa S. A. Senkungsreserven des Zementverbrauchs in Rüttelwalztechnologie

Nisnewitsch M. L., Anissimowa Je. I., Sarshizkij G. S., Lewkowa N. S. Wichtige Reserve der Verringerung des Zementverbrauchs

Goljdenberg L. B., Oganesjanz S. L. Anwendung der Aschen von Wärmekraftwerken für Verbesserung der feinkörnigen Betoneigenschaften

Wyssozkij S. A., Smirnow W. P. Portlandzementeinsparung bei Herstellung von Betonen mit Zusatzmitteln der Asche von Wärmekraftwerken

Lestschinskij M. Ju. Verwendung der Flugasche für Betone

Mitnick G. S. Einfluss der Konstruktion und des Formzustandes auf Betonverbrauch bei Produktion von Stahlbetonfertigteilen

Zwetkow I. L. Grosse Reserve der Zementeinsparung

Schejnin A. M., Jakobson M. Ja. Frostbeständigkeit von Strassenbaubetonen mit C-3-Zusatzmittel bei verringtem Zementgehalt

Lischack W. I., Kirejewa E. I., Saarjan W. W. Verbundwirkung von hohlraumreichen vorgespannten Platten

Babkin L. I. Einfluss der Gleichartigkeit der Kornzusammensetzun von Grobzuschlagstoffen auf Betonfestigkeit

Kukanow Ju. A., Newdolew A. K., Potapow A. P., Sporysch W. S., Wolkow L. A. Mehrpunktschwessmaschine von MTM-160-Bewehrungsmatten.

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

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

Сдано в набор 13.11.86. Подписано в печать 09.12.86. Т-24609
Уч.-изд. л. 8,75 Усл. кр.-отт. 6,75 Усл. печ. л. 6,0 Печать высокая Формат 60×90¹/₈
Тираж 14287 Зак. № 464

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Механизированные крышки пропарочных камер

В экспозиции «Индустриализация жилищного строительства» в объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР были показаны новые конструкции крышек пропарочных камер.

Многие заводы стройиндустрии до настоящего времени используют для закрывания пропарочных камер крышки сварной конструкции из прокатных профилей. Полости таких крышек обычно заполнены различными теплоизоляционными материалами.

Открывают крышки пропарочных камер с помощью грузоподъемных кранов. Снятую крышку укладывают на крышку соседней камеры. Это приводит к деформации крышек и разгерметизации пропарочных камер, в результате увеличиваются потери теплоносителя. Недостатком в использовании таких крышек является также большое число крановых операций.

Некоторые предприятия успешно применяют крышки, открываемые силовыми гидроцилиндрами. В этом случае на стенке камеры устраивают шарнирное соединение и привод. Такая конструкция требует усиления стенок пропарочных камер, мощных фундаментов и шарнирно-приводных устройств. Крышки открываются на 90° и, оставаясь в этом положении, создают помехи при загрузке камеры.

В Новосибирском филиале СКТБ «Стройиндустрия» разработаны механизированные крышки, лишенные указанных недостатков.

Крышки изготовляют попарно, на блок из двух камер, с возможностью размещения нескольких таких блоков в цехе с питанием от одной насосной станции. Каждая крышка сварной плоской конструкции выполнена в виде силовой гребенки. Ее плоскости защищены снизу и сверху листами с отогнутой кромкой. Верхние и нижние листы образуют объемную решетку, которая заполнена легким теплоизолятором. Такая конструкция менее металлоемка, предложенные крышки легче аналогичных на 25...30%.

Крышки соединяются между собой подвижно через специальный шарнир. Ось поворота шарнира каждой крышки разнесена от оси симметрии и соединена с поворотным элементом, выполненным в виде синхронизирующей трубы с плоскими деталями, по углам которых расположены отверстия для перекрестного соединения штоков гидроцилиндров и шарниров крышек. Гидроцилиндры смонтированы на крышках шарнирно. Такая конструкция позволяет поочередно поднимать крышку и укладывать ее на соседнюю в перевернутом более чем на 180° положении. Для устойчивости системы при подъеме уравновешивающая крышка дополнительно фиксируется в камере гидрозахватом.

Гидроцилиндры работают поочередно: вначале закрепленный на уравновешивающей крышке, затем на поднимаемой. При закреплении порядок работы обратный. Крышки не создают помех в цехе, поскольку в открытом положении они располагаются горизонтально.

Внедрение крышек предложенной конструкции позволило полностью исключить крановые операции по их открыванию и закрыванию, облегчить конструкцию крышек, улучшить условия работы и повысить культуру производства в цехах.

Проект предусматривает также работу крышек в автоматическом режиме с дистанционным управлением. Механизированные крышки спроектированы для пропарочных камер размером 7000×3750 мм.

Внедряются механизированные крышки на комбинате производственных предприятий в Славгороде, на комбинате ЖБИ в Бийске, на комбинате ЖБИ № 1 в Барнауле.

Расчетный экономический эффект от внедрения механизированных крышек составил 10 тыс. р. в год на каждый блок камер.

Дополнительную информацию можно получить по адресу: 630076, Новосибирск, ул. Фрунзе, 2а, Новосибирский филиал СКТБ «Стройиндустрия».

Авторские свидетельства

№ 34*

1256965. ХИСИ. В. В. Кузнецов, А. Ф. Беляев, Н. В. Тимофеева и А. А. Печерцев. **Установка для прессования изделий из сыпучих масс.**

1256967. СКБ Главмостостроя. Л. Р. Крумер. **Торцеобразователь формы для изготовления железобетонных изделий.**

1256968. Южгипронисельстрой. В. М. Митекин, Ю. Н. Щибря и Г. Ф. Семенов. **Установка для изготовления пустотелых бетонных изделий.**

1257146. Ленинградский НИПИ по жилищно-гражданскому строительству. А. Д. Нелипа. **Многоэтажное здание.**

1257147. СибЗНИИЭП. В. М. Савойский, С. Ю. Крживацкий, Б. К. Скрипкин и В. Г. Хахулин. **Объемный блок здания.**

1257149. К. Г. Аракелов, Г. П. Храмков и Ю. Г. Чернышев. **Стеновая панель.**

1257150. НПО Дорстройтехника и ИСиА Госстроя БССР. А. И. Мордич, Л. К. Лукша, В. И. Соломатов и О. М. Вайтович. **Железобетонная балка.**

1257151. Б. К. Байкенов. **Стеновая панель.**

1257189. Гидроспецпроект. Ю. С. Канунников, И. А. Левин, Ю. Н. Локсин и др. **Передвижная опалубка для возведения обделки тоннеля.**

1257470. Донецкий ПромстройНИИпроект. А. М. Гиржель и Б. Я. Гувер. **Прибор для определения проницаемости жидкости через пористые материалы.**

№ 35

1258697. Е. Н. Шапкин. **Устройство для формования строительных изделий из материала с малопрочным упругим заполнителем.**

1258698. Минский филиал КТБ Стройиндустрия. А. В. Русецкий и В. Г. Усошин. **Крышка пропарочной камеры.**

1258699. НИПИсиликатобетон. С. А. Гаврилова, Ю. И. Кютт, Х.-А. Х. Кяби и др. **Способ резания полупластических массивов на поддоне пилящей струной.**

1258700. Минский филиал КТБ Стройиндустрия и завод сборного железобетона № 12 ПО Промстроймонтаж. В. А. Денисенко, М. К. Лапковский, В. Т. Булавин и Н. Н. Верещагин. **Загрузочная воронка трубоформовочной установки.**

1258701. Кременчугское ПО Дормашина и Кременчугский филиал Харьковского политехнического ин-та. В. Е. Рыбак, С. В. Бардаев и Г. Г. Проскура. **Многокомпонентная дозирующая установка.**

1258822. Трест Оргтехстрой и ДСК Новгородского территориального управления строительства. С. Л. Лещенюк, В. А. Яворская и Л. И. Соловьева. **Комплексная добавка для бетонной смеси.**

1258823. В. Н. Мелешко и Е. Б. Суслова. **Полимербетонная смесь.**

1258965. СКТБ по механизации монтажных работ и запасным частям Стройдормаш. В. С. Злушко, Л. С. Сериков, Н. Я. Портянко и Ю. Г. Морозов. **Стеновая панель.**

1258966. ЦНИИСК. Н. Н. Кручинин и П. Г. Лабозин. **Стеновая панель.**

1258967. В. Ю. Алексеенко, А. Г. Малыха, С. Н. Соколов и В. Н. Смирнов. **Арматурный каркас железобетонной плиты.**

1258968. ЦНИИОМТП. И. И. Шаров и Ш. Л. Мечабели. **Опалубка для замоноличивания стыков колонн.**

1258969. НИИСК. Г. Е. Бугаенко и Б. А. Шарпунов. **Устройство для нанесения вязких материалов.**

1258971. ВПЭКТИ. Р. О. Саакян, А. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и др. **Многоэтажное здание.**

1259018. ЦНИИПКИ проходческих машин и комплексов для угольной, горной промышленности и подземного строительства. А. Г. Пентегов и Г. Г. Григорьян. **Опалубка для возведения бетонной крепи.**

1259022. СКТБ Главмосинжстроя при Мосгорисполкоме. Л. В. Муравьев,

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВНИМАНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И СТРОИТЕЛЕЙ!

Стройиздат предлагает Вашему вниманию книгу «**Возведение крупнопанельных жилых домов серии 111—121.ККТ — 4.1 — 27. Карты трудовых процессов строительного производства».** 1982 г. цена — 1 р. 10 к. (ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР).

Карты трудовых процессов строительного производства являются основным документом, регламентирующим создание на стройках необходимых исходных условий улучшения организации труда рабочих на научной основе.

Комплект карт предназначен для совершенствования организации труда бригад при выполнении монтажа конструкций жилого дома серии 111—121 и может быть использован непосредственно в строительных бригадах, при разработке ППР, ПОР и планов НОТ при проведении школ передового опыта, при обучении рабочих по специальности и студентов в строительных институтах и техникумах.

Заказы направляйте по адресу: 101442, Москва ул. Каляевская, 23а, Стройиздат, отдел рекламы, массовой работы и распространения.

БЛАНК-ЗАКАЗ

№ п.п.	Название книги	Заказываемое количество	Цена	Сумма
1.	ВНИПИ труда в строительстве «Возведение крупнопанельных жилых домов серии 111—121. ККТ—4.1—27. Карты трудовых процессов строительного производства»		1 р. 10 к.	

АДРЕС:
Телефон:
М. п.

Распорядитель кредита _____
Главный бухгалтер _____

Ю. И. Левитин, В. П. Самойлов и А. Н. Мишуков. **Опалубка для возведения вторичной монолитной обделки тоннелей.**

1259031. Джезказганский НИИПКИ цветной металлургии. Б. Х. Кошумов и Г. С. Цой. **Железобетонный анкер.**

1259137. НИС Гидропроекта. Ю. З. Ерусалимский. **Устройство для испытания бетонных образцов-восьмерок на осевое растяжение.**

№ 36

1260194. Уфимский филиал СПКО Росоргтехстром. Р. Я. Ахтямов, И. А. Ганцева и А. Н. Чернов. **Способ изготовления теплоизоляционных изделий.**

1260195. Днепропетровский филиал НИИСП и Днепропетровский горный ин-т. В. Л. Эпштейн, И. И. Круш, В. И. Решетилов и др. **Виброплощадка.**

1260196. СКТБ Стройдеталь. А. Ф. Тупиков, О. В. Измайлов, Г. И. Вавильев и др. **Устройство для формования изделий из бетонных смесей.**

1260198. СПКО Росоргтехстром. А. Ф. Тупиков, П. В. Бородин и В. Д. Досюк. **Устройство для прессования изделий из бетонных смесей.**

1260202. Целиноградский филиал Индустройпроекта. В. М. Барков, Г. П. Холодков, П. И. Кондрашов и И. В. Дудкин. **Пост очистки и смазки форм технологической линии изготовления железобетонных шпал.**

1260203. СКТБ по промышленности строительной индустрии. Н. Н. Доброхвалов и В. В. Цыро. **Установка для изготовления строительных изделий на кассетно-конвейерных линиях.**

1260204. Донецкий ПромстройНИИпроект. Г. Б. Костанда, Е. Д. Кремлин, К. И. Коренев и И. Г. Альтман. **Пустотообразователь к формам для изготовления железобетонных блоков.**

1260348. Трест по организации инженерного строительства Леноргинжстрой. В. И. Богданов, Е. С. Моргунова, О. Ф. Саксон и Т. А. Семенова. **Полимербетонная смесь.**

1260349. ЛенЗНИИЭП. Т. А. Шмыгля, Н. М. Новикова и Ю. Н. Белов. **Полимербетонная смесь.**

1260351. ВНИИ заводской технологии сборных железобетонных конструкций и изделий. В. Г. Довжик, И. С. Хаймов, О. Н. Ешукова и С. Н. Лысков. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона.**

1260352. ТашНИПИ строительных материалов. Ю. Хайдаров, Б. И. Нудельман, Л. М. Мокроусова, А. С. Абдукаримов и др. **Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.**

1260363. НИПИстром. П. В. Захарченко, Ю. Н. Червяков, Л. А. Новацкая и др. **Способ приготовления газобетона.**

1260446. Брестский инженерно-строительный ин-т. Г. И. Юськович, В. П. Чернюк, В. Н. Пчелин и В. П. Щербач. **Забивная свая.**

1260447. Е. М. Семижонов. **Способ возведения монолитной железобетонной стены на фундаментной плите.**

1260465. Ивановский инженерно-строительный ин-т. Н. Л. Марабаев, С. А. Малбиев и М. В. Винниченко. **Стыковое соединение ригелей с колонной железобетонного каркаса здания.**

1260467. Челябинский политехнический ин-т. И. А. Мазиков и А. Ю. Пышминцев. **Строительная панель.**

1260471. Украинское отделение Гидропроекта. Ю. А. Ландау. **Монтажная блок-секция сборно-монолитных стен атомных электростанций.**

1260479. Белорусский политехнический ин-т. В. В. Тарасов, Н. А. Рак, Е. А. Телеш и А. Д. Ковалев. **Распорка центрифугированной двухветвевой колонны промышленных зданий.**

1260484. ОКТБ по интенсификации тепломассообменных процессов Ин-та технической теплофизики АН УССР и НИИСП. В. Я. Журавленко, В. Е. Писарев, Ю. И. Хромов и В. В. Михайловский. **Щит опалубки для возведения бетонных сооружений.**

1260485. ВНИИГ. А. А. Равкин, О. А. Савинов, И. Б. Соколов и др. **Подвижная опалубка для возведения сталежелезобетонного водовода.**

1260486. Донецкий филиал ин-та по проектированию АЭС. **Подвижная опалубка.**

1260487. Горьковский инженерно-строительный ин-т. А. Ф. Мацкевич и А. А. Мацкевич. **Подвижная опалубка.**

1260488. Специализированное управление малой механизации. Ю. П. Конюхов, В. А. Иващенко и О. А. Беленичер. **Опалубочное устройство для замоноличивания вертикальных стыков панелей.**

1260489. КТБ Стройиндустрия. А. В. Нестеров, Л. И. Медовский, Г. Н. Гринштейн и Н. Г. Болышев. **Устройство для отделения арматурных сеток от пакета.**

Индекс 70050
Цена 60 коп.
Бетон и железобетон, 1987, № 1, 1—48

Электронная библиотека Российской государственной библиотеки
www.booksite.ru