

УДК 624.012.45:[728+711]

Родин Ю. М. Бетонные и железобетонные конструкции в жилищно-гражданском строительстве. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 9—21, ил. 5.

Показаны достижения в развитии полносборного и других видов домостроения, обеспечивающих индустриализацию и механизацию производства конструкций и сборки зданий из укрупненных железобетонных изделий в сочетании с другими эффективными материалами с высокой степенью заводской готовности. Показаны объемы применения железобетона в полносборном жилищно-гражданском строительстве, развитие методов возведения жилых и общественных зданий, совершенствование их конструктивных систем, улучшение технологических и конструктивных качеств изделий.

УДК 69.003:658.012.2

Демин А. Д., Коваленко В. А. Опыт применения новых показателей планирования и оценки работы предприятий стройиндустрии. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 8—10

Изложен опыт применения в промышленности сборного железобетона показателей нормативно чистой продукции (вместо валовой) для планирования оценки общего объема производства в стоимостном выражении.

УДК 624.012.45.002.237

Хромец Ю. Н. Железобетонные конструкции производственных зданий и сооружений. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 11—12

Дан обзор сборных железобетонных конструкций, применяемых в производственных и сооружениях, намечены пути их совершенствования с целью снижения материалоемкости и стоимости строительства.

УДК 691.327.002.2

Баженков Ю. М. Совершенствование технологии и свойств бетонов. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 12—14

Рассмотрены некоторые пути совершенствования технологии бетона и его свойств. Показаны большие возможности химизации бетона, т. е. использования для улучшения его свойств последних достижений химии — новых улучшающих добавок и связующих, а также последующей обработки изделий и других способов.

УДК 693.55:69.003:658.011.8

Топчий В. Д. Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на стройплощадке. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 15—17

Приведен анализ основных направлений повышения производительности труда при возведении конструкций и сооружений из монолитного полимербетона. Показаны пути повышения уровня механизации бетонных арматурных и опалубочных работ, снижения себестоимости, экономии материальных и энергетических ресурсов.

УДК 624.012.45.002.2

Крылов Б. А., Фоломеев А. А., Горшков А. М. Современные проблемы заводской технологии производства железобетонных изделий. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 17—19

Рассмотрены основные проблемы заводской технологии сборного железобетона, пути ее совершенствования и дальнейшего развития.

Приведены сведения о состоянии промышленности сборного железобетона, дан анализ технологии производства.

УДК 624.012.45.69.002.5

Нифонтов В. С., Айзенберг Я. М. Новое оборудование для автоматизации и механизации производства. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 19—21, ил. 2.

Описаны работы по проектированию новых технологических линий и комплектов оборудования для производства изделий крупнопанельного домостроения, промышленного строительства и спецжелезобетона. Новые комплекты технологических линий позволяют при вводе их в эксплуатацию значительно сократить трудозатраты при изготовлении изделий и металлоемкость оборудования.

УДК 624.012.45:69.059.2

Гвоздев А. А., Байков В. Н. К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии, близкой к разрушению. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 22—24, ил. 2, список лит.: 10 назв.

Рассмотрены вопросы теории железобетона, относящиеся к стадии работы конструкции, близкой к разрушению. Обращено внимание на ряд задач, разработка которых наиболее актуальна.

УДК 691.327:666.9.019.3

Горчаков Г. И., Москвин В. М., Шестоперов С. В. Комплексная разработка проблемы долговечности бетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 24—26.

Изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований морозостойкости и коррозии бетона как основных факторов его долговечности. Рекомендованы способы повышения морозостойкости бетона и метод ее прогнозирования. Для борьбы с коррозией предложены эффективные лакокрасочные и пленочные покрытия, пропитки бетона и специальные цементы.

УДК 691.87:691.714

Михайлов К. В., Мулин Н. М. Проблемы развития арматурных сталей и арматурных изделий. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 26—28, ил. 1.

Приводятся данные о состоянии развития производства и применении эффективных видов арматурных сталей и путей дальнейшего повышения их качества. Рассматриваются вопросы совершенствования конструктивных форм сварных арматурных изделий и снижения трудоемкости их изготовления.

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

АН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
МИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

СОДЕРЖАНИЕ

Союзная конференция по бетону и железобетону	
ышении эффективности производства бетона и железобетона	2
ые и железобетонные конструкции в жилищно-гражданском	5
енко В. А. Опыт применения новых показателей планиро-	8
предприятий стройиндустрии	
бетонные конструкции производственных зданий и соору-	11
ршенствование технологии и свойств бетонов	12
е направления технического прогресса в технологии желе-	
стройплощадке	15
ев А. А., Горшков А. М. Современные проблемы заводской	17
ва железобетонных изделий	
берг Я. М. Новое оборудование для автоматизации и ме-	19
за	
В. Н. К вопросу о поведении железобетонных конструк-	22
к разрушению	
ин В. М., Шестоперов С. В. Комплексная разработка проб-	24
бетона	
н Н. М. Проблемы развития арматурных сталей и арматур-	26
дство и применение конструкций из бетонов на пористых	28
Конструкции	
ов Н. Г., Мирмунинов М. М. Местное сжатие в стыках ко-	30
ажных зданий	
Заводское производство	
ой А. Ф. Тепловая обработка изделий в пакетах при избыточ-	33
Бетоны	
ецкий В. Ф., Афанасьев А. Е., Гамаюнов Н. И., Лап-	35
донепроницаемости песчаного бетона по его пористости	
Долговечность	
ррозсионные испытания бетонов, модифицированных крем-	37
динениями	
Теория	
прогнозирования предельной деформации ползучести бетона	39
Нам пишут	
ль качества сборных железобетонных изделий потребителем	40
В помощь проектировщику	
изация ступенчатых фундаментов	41
Вопросы экономики	
в И. С. Эффективность панелей из поризованного и плотно-	43
Наши юбилеи	
сбывина	45
На ВДНХ СССР	
формования железобетонных изделий	46
очки положительной кривизны для промзданий	46
Библиография	
ременное издание	47

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

СОДЕРЖАНИЕ

VIII Всесоюзная конференция по бетону и железобетону

Ищенко И. И. О повышении эффективности производства бетона и железобетона	2
Родин Ю. М. Бетонные и железобетонные конструкции в жилищно-гражданском строительстве	5
Демин А. Д., Коваленко В. А. Опыт применения новых показателей планирования и оценки работы предприятий стройиндустрии	8
Хромец Ю. Н. Железобетонные конструкции производственных зданий и сооружений	11
Баженов Ю. М. Совершенствование технологии и свойств бетонов	12
Топчий В. Д. Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на стройплощадке	15
Крылов Б. А., Фоломеев А. А., Горшков А. М. Современные проблемы заводской технологии производства железобетонных изделий	17
Нифонтов В. С., Айзенберг Я. М. Новое оборудование для автоматизации и механизации производства	19
Гвоздев А. А., Байков В. Н. К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии, близкой к разрушению	22
Горчаков Г. И., Москвин В. М., Шестоперов С. В. Комплексная разработка проблемы долговечности бетона	24
Михайлов К. В., Мулин Н. М. Проблемы развития арматурных сталей и арматурных изделий	26
Ганжа Л. Н. Производство и применение конструкций из бетонов на пористых заполнителях	28

Конструкции

Васильев А. П., Матков Н. Г., Мирмунинов М. М. Местное сжатие в стыках колонн каркаса многоэтажных зданий	30
---	----

Заводское производство

Малинина Л. А., Рудой А. Ф. Тепловая обработка изделий в пакетах при избыточном давлении	33
--	----

Бетоны

Медведев В. М., Пясецкий В. Ф., Афанасьев А. Е., Гамаюнов Н. И., Лаптев Л. М. Оценка водонепроницаемости песчаного бетона по его пористости	35
---	----

Долговечность

Беловицкий В. А. Коррозионные испытания бетонов, модифицированных кремнийорганическими соединениями	37
---	----

Теория

Шейкин А. А. Метод прогнозирования предельной деформации ползучести бетона	39
--	----

Нам пишут

Хайтман В. Е. Контроль качества сборных железобетонных изделий потребителем	40
---	----

В помощь проектировщику

Ушаков Н. А. Оптимизация ступенчатых фундаментов	41
--	----

Вопросы экономики

Бужевич Г. А., Хаймов И. С. Эффективность панелей из поризованного и плотного керамзитобетонов	43
--	----

Наши юбиляры

К 75-летию В. М. Москвина	45
---------------------------	----

На ВДНХ СССР

Ударная технология формирования железобетонных изделий	46
Многоволновые оболочки положительной кривизны для промзданий	46

Библиография

Поляков Л. П. Своевременное издание	47
-------------------------------------	----

9

[270]

СЕНТЯБРЬ 1977

★
1917
1977



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© СТРОИИЗДАТ, 1977



Повысить уровень индустриализации строительства и степень заводской готовности строительных конструкций и деталей. Расширить практику полного строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций.

Шире применять в строительстве новые виды материалов и изделий, эффективные железобетонные конструкции из высокопрочных и легких бетонов...

Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы

VIII Всесоюзная конференция по бетону и железобетону

21—23 сентября т. г. в Харькове состоится VIII Всесоюзная конференция по бетону и железобетону, посвященная 60-летию Великой Октябрьской социалистической революции.

НТО Стройиндустрии и Госстрой СССР совместно со строительными министерствами систематически один раз в пять лет проводят такие широкие форумы инженерной общественности, на которых всесторонне обсуждаются вопросы научно-технического прогресса в этой важной области строительства и намечаются пути дальнейшего совершенствования бетонных и железобетонных конструкций. Предыдущая конференция, посвященная 50-летию образования СССР, состоялась в 1972 г. в Ленинграде.

Выполняя решения XXV съезда КПСС на VIII конференции основное внимание будет уделено вопросам повышения эффективности и качества бетона и железобетона.

Нет сомнения, что Харьковская конференция станет заметной вехой в развитии железобетона, вооружит армию производственников, проектировщиков и научных работников новыми знаниями и идеями, которые будут способствовать дальнейшей индустриализации капитального строительства.

Помещая в этом номере статьи ведущих работников строительной индустрии, редакция имеет целью ознакомить читателей журнала с важными вопросами дальнейшего развития теории и практики железобетона, которые намечено обсудить на конференции.

Зам. председателя Госстроя СССР И. И. ИЩЕНКО

УДК 691.327/.328.003.13

О повышении эффективности производства бетона и железобетона

В настоящее время бетон и железобетон прочно занимает ведущее место в строительстве как материал для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений. В общей стоимости материальных ресурсов, потребляемых капитальным строительством, стоимость бетонных и железобетонных конструкций составляет около 25%, в то время как на стальные конструкции приходится немногим больше 3%, а на продукцию лесной и деревообрабатывающей промышленности — 13,5%.

Особое место среди строительных конструкций принадлежит сборному железобетону, невиданные объемы производства которого широко известны. В 1976 г. в нашей стране было применено около 230 млн. м³ бетона и железобетона, в том числе сборного железобетона — 117 млн. м³.

От построечных дворов с тяжелым ручным трудом к современным предприятиям с механизированными технологическими линиями, к переводу технологических процессов на автоматические режимы — такой путь пройден за последние 25 лет промышленностью сборного железобетона, которая по темпам развития значительно превосходит любую другую отрасль. Немаловаж-

ную роль в ее развитии сыграло создание научно-технических основ массового производства и применения сборных железобетонных конструкций. Особо следует отметить достижения наших ученых в области расчета бетонных и железобетонных конструкций, преимущества разработанного ими метода расчета по предельным состояниям по сравнению с применявшимися ранее методами.

С учетом результатов работ, проведенных в последние годы в области теории бетона и железобетона, арматуры, повышения надежности и долговечности конструкций, в том числе выполненных после VII конференции по бетону и железобетону, разработана и введена в действие новая глава СНиП II-21-75 по расчету конструкций. Она распространяется на более широкий круг разновидностей бетонов, предусматривает ряд существенных уточнений методики проектирования. Применение новых норм даст весьма ощутимую экономию материалов и будет способствовать появлению новых эффективных конструкций.

Для становления промышленности сборного железобетона большое значение имела разработка системы унификации

и типизации в строительстве, получившая дальнейшее развитие в последние годы. Благодаря этому предприятия сборного железобетона выпускают теперь, за малым исключением, только унифицированные конструкции, из которых возводятся практически все здания массового промышленного строительства. При ограниченной номенклатуре изделий представилась возможность организовать их массовое заводское производство, специализировать предприятия, цехи и технологические линии, широко внедрить механизацию с использованием высокопроизводительного оборудования.

Важную роль в развитии производства современных эффективных сборных железобетонных конструкций сыграли цементная, металлургическая промышленность и промышленность нерудных строительных материалов.

За счет применения сборного железобетона в строительстве сократилось потребление в 1974 г. (к уровню 1954 г.) лесоматериалов — на 66 млн. м³ (в круглом лесе), кирпича — на 29 млрд. шт., стальных конструкций — на 3,8 млн. т, монолитного железобетона — на 37 млн. м³, а также большого количества труб, раствора и других материалов и изделий.

Создание промышленности сборного железобетона не привело к увеличению капитальных затрат на развитие материально-технической базы строительства. В то же время это позволило значительно уменьшить потребность в рабочих на строительно-монтажных работах (за указанный период по расчетам — на 18—20 чел. на 1 млн. р. строительно-монтажных работ).

Наряду с достигнутыми положительными результатами еще имеются существенные недостатки в производстве и применении бетона и железобетона. В постановлении Совета Министров СССР «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве» вскрыты эти недостатки и установлены конкретные задания по дальнейшему повышению качества, в широком понимании этого слова, и эффективности применения бетона и железобетона в строительстве.

Одной из наиболее актуальной в настоящее время является задача снижения материалоемкости, трудоемкости и стоимости бетонных и железобетонных конструкций. Большие возможности для этого имеются, например, в области ограждающих конструкций. Для стеновых панелей жилых, гражданских и промышленных зданий применяют

преимущественно конструктивно-теплоизоляционный керамзитобетон, объемная масса которого находится обычно в пределах 1000—1200 кгс/м³, а во многих случаях и больше. Имеется реальная возможность снизить объемную массу керамзитобетона до 800—900 кгс/м³, значительно уменьшить за счет этого толщину однослойных панелей и облегчить их массу почти пропорционально квадрату снижения объемной массы бетона. Аналогичное положение наблюдается в производстве стеновых панелей из ячеистого бетона. Его объемная масса во многих случаях достигает 800—850 кгс/м³, в то время как на передовых предприятиях получают ячеистый бетон требуемой прочности, объемной массой 550—600 кгс/м³.

Многие специалисты считают, что в ряде случаев, особенно для зданий, возводимых в районах с низкой расчетной температурой, а также при высокой влажности воздуха помещений следует переходить к применению трехслойных стеновых панелей с наружными слоями из железобетона и внутренним слоем из высокоэффективного утеплителя. В связи с этим следовало бы более четко определить экономическую целесообразность и рациональные области применения панелей различных видов.

Все большую актуальность приобретает проблема материалоемкости и массы конструкций покрытий. В настоящее время в массовом строительстве в качестве утеплителя покрытий преимущественно применяют плиты из ячеистого и крупнопористого керамзитобетона, а также используют для этих целей керамзит, по верху которого устраивают выравнивающую стяжку. При применении в покрытиях плит из бетонов на пористых заполнителях и высокоэффективных утеплителей примерно в 2 раза снижается масса ограждающей конструкции покрытия и существенно уменьшается материалоемкость. Поэтому всюду, где это возможно, необходимо заменять утеплители из бетонов легкими плитными утеплителями, на которые можно наклеивать гидроизоляционный рулонный материал без устройства стяжки.

В районах, где применяются дальнепривозные заполнители из естественных твердых пород, может быть экономически оправдано комплексное использование бетонов на пористых искусственных заполнителях (для несущих и ограждающих конструкций). Однако заполнители, выпускаемые у нас для легких бетонов, в большинстве своем не удовлетворяют условиям получения ни ограждающих, ни несущих экономических конструкций. Это положение должно

привлечь пристальное внимание работников промышленности пористых заполнителей и научных работников, ведущих исследования в этой области.

Одним из существенных средств повышения эффективности несущих конструкций является применение высокопрочных бетонов на заполнителях твердых пород. При повышении марки бетона с М 400—500 до М 600—700 для колонн многоэтажных зданий, сильнозагруженных колонн одноэтажных зданий, преднапряженных большепролетных балок, ферм и плит покрытий расход бетона уменьшается до 30%, снижается стоимость конструкций.

Развитию применения высокопрочных бетонов будет способствовать предусмотренное планом десятой пятилетки расширение производства высокомарочного портландцемента. В 1980 г. будет выпущено около 2 млн. т портландцемента марок М 550 и М 600, значительно возрастет выпуск напрягающего цемента.

Однако надо сказать, что многие заводы сборного железобетона испытывают в настоящее время значительные трудности при изготовлении бетона марки М 500 из-за низкого качества поставляемых заполнителей. Совершенно необходимо, чтобы министерства и ведомства приняли неотложные меры для повышения качества заполнителей для бетонов, выпускаемых подведомственными им предприятиями.

Дальнейший прогресс в области железобетонных, особенно преднапряженных, конструкций связан с развитием производства высокопрочной стали, эффективных видов арматуры. Следует ускорить выполнение заданий в этой области.

Повышение эффективности и качества бетона и железобетона требует также разработки ряда вопросов теории расчета конструкций, исследования свойств чистых разновидностей бетонов, в том числе на базе местного сырья и вторичных продуктов промышленных производств, новых видов армирования, углубления теории долговечности и действительной работы конструкций.

Дальнейшее развитие должны получить конструктивные решения возводимых зданий и сооружений.

Значительная часть промышленных и гражданских зданий будет возводиться с балочными покрытиями. Для зданий этого типа представляет интерес конструкция покрытий, при которой поперечные пролеты перекрываются преднапряженными плитами. Такая конструкция, уже получившая некоторое применение в строительстве, имеет преимущество перед традиционными типовыми

ми — она требует значительно меньших трудовых затрат при монтаже.

Применение покрытий из плит на пролет должно расширяться по мере отработки конструкции и методов их изготовления с учетом накапливаемого опыта.

Значительно большее внимание необходимо уделять внедрению пространственных конструкций в строительство спортивных сооружений, зрелищных предприятий, а также промышленных зданий и сооружений.

Предстоит значительная работа по совершенствованию сборных железобетонных конструкций многоэтажных производственных зданий, ускоренная разработка облегченных, отвечающих современным требованиям унифицированных конструкций многоэтажных производственных зданий с укрупненной сеткой колонн.

В настоящее время использованы далеко не все возможности для повышения эффективности отдельных элементов несущих сборных конструкций. Так, в колоннах одноэтажных производственных зданий и многих промышленных сооружений переход от прямоугольного сечения к двутавровому или кольцевому с одновременным использованием бетона повышенной прочности позволяет снизить расход бетона не менее чем на 25—30%.

Чтобы выбрать оптимальное сечение облегченных колонн, нужно ускорить проведение экономического анализа, с учетом технологии, серийности и металлоемкости их производства.

Большой металлоемкостью отличаются применяемые сопряжения сборных элементов. На сопрягающие закладные детали железобетонных конструкций расходуется ежегодно около 800—900 тыс. т стали. Снижение их массы на 10—15% может обеспечить экономию 100—120 тыс. т металла. Так, на каждый стык типовых колонн многоэтажных зданий серии ИИ-20 расходуется свыше 80 кг стали. Соединение колонн ванной сваркой арматурных выпусков вместо закладных деталей — манжет из листовой стали вдвое сокращает металлоемкость стыка.

Существенного снижения расхода стали можно достигнуть в закладных деталях для крепления плит к фермам и балкам, в узлах сопряжения несущих конструкций покрытий с колоннами. Во многих случаях можно применять штампованные закладные детали, что также сокращает расход металла на железобетонные конструкции.

Большое внимание должно быть уделено конструкциям, эксплуатируемым в

агрессивных средах. Для этого необходимо совершенствовать и создавать новые эффективные защитные трещиностойкие покрытия, внедрять в практику экономичные бетонополимеры, неметаллическую арматуру.

Все более актуальными в настоящее время становятся вопросы внешней отделки конструкций, особенно ограждающих. В строительстве жилых и общественных зданий должны найти широкое применение ограждающие конструкции с лицевыми поверхностями различного архитектурного оформления. При этом целесообразно шире использовать естественную фактуру бетона, в том числе на цветном цементе. Должны получить развитие также экономические методы формирования, при которых в процессе изготовления изделий сразу получается желаемая фактура, без нанесения дополнительных отделочных слоев.

Одной из коренных задач повышения эффективности и качества бетона и железобетона является совершенствование технологии и организации производства конструкций с одновременным уменьшением материальных и трудовых ресурсов. Работы в этой области должны осуществляться в направлении интенсификации производства в рамках сложившихся технологических процессов, а также путем перевода производства на новые прогрессивные, высокопроизводительные методы.

На действующих предприятиях прежде всего необходимо улучшить организацию труда, сократить длительность тепловой обработки, применяя химические добавки, осуществить предварительный разогрев бетонных смесей, не допуская при этом перерасхода цемента, ускорить оборачиваемость форм и кассет, расширить пооперационный контроль изготовления продукции с использованием полуавтоматических приборов. Как известно, уже в ближайшие годы за этот счет можно сократить тепловую обработку изделий в 1,4—1,5 раза, существенно уменьшить потребность в металле на формы и повысить производительность заводов железобетонных конструкций. Конечно, для интенсификации производства необходимо по возможности заменять изношенное и малопроизводительное оборудование, применять более качественные материалы, заполнители и цементы. Вместе с тем необходимо использовать все возможности механизации отдельных операций, интенсификации режимов, применяя различные приспособления, инструменты, что позволит даже в рамках существующих технологий существенно улучшить показатели производства. Одновременно следует сокращать затраты

ручного труда, обеспечивать снижение расхода арматурного металла и цемента.

Значительное повышение эффективности использования мощностей может быть достигнуто также за счет дальнейшего последовательного улучшения структуры управления предприятиями и повышения степени их специализации. В этом отношении следует отметить положительный опыт создания строительными министерствами ряда территориальных управлений предприятиями стройиндустрии.

Необходимо расширить работы по созданию принципиально новых технологических решений и коренному изменению режимов выполнения отдельных операций. Одним из таких вероятных путей является стендовое безопалубочное формование некоторых плоскостных и линейных изделий, например методом экструдирования, позволяющим в несколько раз снижать металлоемкость оборудования (в основном, вследствие отказа от форм), при этом автоматика экструдирования и отсутствие необходимости последующей отделки поверхности изделий позволяют снижать трудозатраты примерно в 1,5 раза.

Для изготовления изделий массового применения целесообразно переходить от поточно-агрегатной к конвейерной технологии с максимально возможной автоматизацией процессов и ускоренным ритмом работы конвейеров.

Разработка и проверка путей интенсификации конвейерных производств, в частности отказ от металлоемкой бортовой оснастки, формование методом вакуумирования, комбинированные способы уплотнения бетонной смеси, создание конвейеров непрерывного действия, исключающих потери времени на перемещение форм и вагонеток и сокращающих скрытые простои рабочих и оборудования, и другие новые виды технологии требуют быстрой отработки, накопления опыта промышленной эксплуатации, организации серийного выпуска комплектов оборудования.

Предстоит провести большую работу по повышению технического уровня строительства объектов с применением монолитного бетона и железобетона. Этой области строительства не уделялось должного внимания.

Повышение степени механизации бетонных работ является одним из основных путей снижения трудоемкости монолитного строительства. Пока еще остро ощущается недостаток машин и механизмов, составляющих технологическую цепочку от доставки до укладки и выдерживания бетонной смеси и бетона; оставляют желать лучшего и

качественные характеристики поставляемого оборудования. В значительной мере по этой причине за прошедшую пятилетку выработка в натурных показателях на одного бетонщика увеличилась только на 16% при росте объема бетонных работ на 32%.

Большое внимание должно быть уделено совершенствованию опалубочных форм, расширению специализированного их производства.

За счет этого может быть достигнуто значительное повышение эффективности монолитного строительства и, в частности, опалубочных работ, трудоемкость которых составляет 35—40%, а стоимость — 15—25% общей трудоемкости и стоимости монолитных конструкций. Целесообразно заменять обычную деревянную опалубку инвентарной дерево-металлической, вести механизированный монтаж опалубки из предварительно укрупненных панелей и блоков. Необходимо шире использовать катучую и объемно-переставную опалубку. При производстве работ в зимнее время следует шире применять утепленную опалубку.

Назрела также необходимость существенных изменений в технологии, организации и специализации производства арматурных работ, на производство которых еще затрачивается много труда. Основным направлением в совершенствовании этих работ должно быть создание и внедрение в практику высокопроизводительного оборудования для изготовления сварных арматурных каркасов. Делается это, однако, чрезвычайно медленно. На базе новых высокопроизводительных машин должны быть созданы технологические линии с максимальной автоматизацией всех процессов производства сварной арматуры.

Большой объем разнообразных технических и организационных задач предстоит решить для повышения эффективности и качества производства и применения сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций и деталей.

Устранив недостатки только в организации производства, можно увеличить выпуск сборного железобетона на действующих предприятиях не менее чем на 10—15% при том же наличии оборудования и форм, на тех же производственных мощностях. И таких резервов немало. Найти пути к использованию этих резервов, к решению назревших проблем дальнейшего развития производства и применения в строительстве бетона и железобетона — долг работников науки, проектировщиков, конструкторов и производственников.

Зам. председателя Госгражданстроя Ю. М. РОДИН

УДК 624.012.45:[728/711]

Бетонные и железобетонные конструкции в жилищно-гражданском строительстве

Как подчеркнуто в решениях XXV съезда КПСС, дальнейшее улучшение жилищных условий трудящихся является одной из главных задач десятой пятилетки в деле повышения народного благосостояния. В связи с этим в 1976—1980 гг. будут построены жилые дома общей площадью 550 млн. м² в комплексе со зданиями культурно-бытового обслуживания. За годы текущей пятилетки 50 млн. человек улучшат свои жилищные условия. Большое внимание при этом уделяется качеству жилищного и культурно-бытового строительства. К концу 1980 г. 60% государственных и кооперативных домов и значительная часть общественных зданий будет строиться по новым типовым проектам с повышенным уровнем архитектурно-планировочных и конструктивных решений.

Основой дальнейшего технического прогресса в жилищно-гражданском строительстве является непрерывное развитие полносборного и других видов домостроения, обеспечивающих индустриализацию и механизацию производства конструкций и сборки зданий из укрупненных железобетонных изделий в сочетании с другими эффективными материалами с высокой степенью заводской готовности. Все это позволит повысить эффективность капитальных вложений, увеличить производительность труда, снизить материалоемкость, стоимость и сроки строительства.

Объем железобетона, применяемого в полносборном и традиционном жилищно-гражданском строительстве, уже сейчас достигает 50 млн. м³, поглощая почти половину всего сборного железобетона, изготавливаемого в стране.

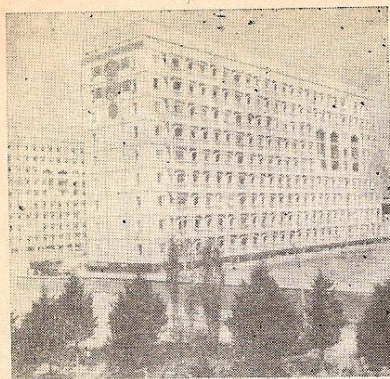
Производство конструкций только для крупнопанельного домостроения в 1980 г. будет доведено до объемов, обеспечивающих ввод в эксплуатацию 49 млн. м² общей площади жилых домов.

Объем производства сборного железобетона в 1980 г. составит 135 млн. м³, в том числе из легких и ячеистых бетонов — 31 млн. м³, преднапряженных — 32 млн. м³, конструкций из бетонов марки М 600—1 млн. м³. Эффективное применение этих конструкций в строи-

тельстве необходимо обеспечить уже сейчас. Однако, как отметил Совет Министров СССР в постановлении от 3 января 1977 г., технический уровень производства железобетонных конструкций, возведения зданий и сооружений, а также организации научно-исследовательских, конструкторских, проектных и экспериментальных работ в области бетона и железобетона находятся все еще на недостаточном уровне. Необходимо обеспечить быстрее внедрение в практику строительства высокоэффективных конструкций и изделий повышенной заводской готовности из высокопрочных, легких и ячеистых бетонов, преднапряженных конструкций, обеспечивающих значительное снижение массы зданий, уменьшение их материалоемкости, повышение индустриализации строительства, снижение его стоимости, сокращение трудовых затрат и сроков строительства.

По мере расширения области применения железобетонных конструкций, повышения этажности и развития методов возведения жилых и общественных зданий непрерывно совершенствуются конструктивные системы.

Все большее значение приобретает правильный выбор этих систем, научно-технические основы которого достаточно глубоко разработаны в последнее время. Особенно большое значение имеют широко внедряемые в практику проектирования исследования пространственной работы и современные методы расчета конструкций полносборных и в первую очередь крупнопанельных зданий, в том числе повышенной этажности, для различных инженерных и геологических условий строительства. Это позволило осуществить создание и успешное внедрение новых индустриальных конструктивных решений жилых и общественных зданий для районов вечной мерзлоты, с высокой сейсмической активностью, на просадочных грунтах и т. д. Разработан ряд принципиально важных нормативно-инструктивных документов в этой области. Например, утвержденная «Инструкция по проектированию конструкций крупнопанельных зданий» является итогом многолетних научных разработок в области конструктивных систем и элементов па-



Крупнопанельные жилые 9-этажные дома в Ташкенте

нельных зданий средней и повышенной этажности.

В массовом полносборном жилищном строительстве в обычных условиях повсеместно строятся панельные дома с поперечными несущими стенами. Расстояние между их поперечными стенами, как правило, увеличено до 6—7,2 м («большой шаг»). Выбор конструктивных систем панельных зданий обеспечивает более рациональное использование бетона и железобетона, снижение массы конструкций, эффективное сочетание бетона с другими материалами, а также улучшение архитектурно-планировочных и эксплуатационных качеств домов.

В последнее время начинают применяться комбинированные конструктивные системы домов. К ним относится блочно-панельная, основанная на сочетании несущих конструкций из плоских панелей и объемных блоков размером на комнату. Заслуживают внимания каркасно-панельные или панельно-ствольные системы, сочетающие кар-

кас или панельные несущие стены с монолитными ядрами жесткости. Следует иметь в виду, что каркасно-панельные системы, в том числе и с монолитными ядрами жесткости, оправдывают себя в обычных условиях только при увеличении высоты до 25—30 этажей, а такая этажность допускается только в исключительных случаях.

Вместе с тем каркасно-панельная система применяется для большинства общественных зданий. Преимущественное распространение получил утвержденный Госгражданстроем типовой унифицированный каркас серии ИИ-04 (для сейсмических районов — ИИС-04). Эффективен его связевой вариант, позволивший упростить стыки, уменьшить расход стали и трудовые затраты при изготовлении конструкций и на их монтаже. Массовое внедрение в текущей пятилетке новых типов каркасно-панельных и крупнопанельных общественных зданий позволит значительно повысить уровень индустриализации, сократить сроки и снизить трудоемкость строительства.

В десятой пятилетке — пятилетке эффективности и качества — сборный железобетон должен претерпеть существенные изменения. Это связано не только с применением новых видов цемента, повышением марок и использованием наиболее эффективных разновидностей бетона, но и более совершенным формообразованием и конструированием изделий, внедрением передовых технологических процессов, снижающих трудозатраты, а также материалоемкость изделий, особенно их потребность в стали. Корректировка типовых проектов, позволявшая существенно снизить расход стали, а также опыт передовых

предприятий выявили резервы снижения материалоемкости.

Весьма эффективным должно быть использование в жилищно-гражданском строительстве новых видов арматуры, в том числе низколегированной, высокопрочной проволоочной и прядевой, а также централизованно изготавливаемой товарной арматуры, в том числе и штампованных закладных деталей.

Важным звеном повышения экономической эффективности строительства жилых и общественных зданий с одновременным улучшением качества их конструктивных решений является более широкое внедрение свайных фундаментов. Это позволяет не только высвободить значительные мощности предприятий сборного железобетона от выпуска примитивной продукции и снизить стоимость строительства, но также повысить трещиностойкость конструкций наземной части зданий.

Технический прогресс все более активно охватывает все основные элементы наземной части зданий, позволяет повышать заводскую готовность изделий, их технологичность, качество и технико-экономические показатели. Следует подчеркнуть, что бетонные и железобетонные элементы гражданских зданий в значительной части являются ограждающими конструкциями, поэтому помимо прочности и жесткости они должны обеспечивать хорошую тепло- и звукоизоляцию, улучшать архитектурно-декоративные и эксплуатационные качества зданий. Это вызывает необходимость применения конструкций с декоративными отделками, выполненных, например, с помощью ударной технологии.

За последние годы несколько улучшились технологические и конструктивные качества бетонных стеновых панелей. Благодаря простоте изготовления, малому расходу стали и сравнительно высоким теплотехническим характеристикам (при использовании керамзитового песка) наибольшее распространение получили однослойные керамзитобетонные панели.

Для наружных стен каркасно-панельных зданий также широко внедряются панели из легких бетонов на керамзите, зольном гравии, шунгизите, шлаковой пемзе, перлите. В ряде районов и городов страны (на Урале, в Ленинграде, Харькове) применяют панели из ячеистого бетона, имеющие хорошие технико-экономические показатели, особенно после того, как были найдены простые и достаточно надежные покрытия для защиты их от увлажнения. В текущей пятилетке предстоит значительно расширить использование ячеистых бето-

9-этажный жилой объемно-блочный дом в Краснодаре



нов, в том числе газобетона, газозолобетона, пенозолобетона, газосиликата и пеносиликата с объемной массой 500—700 кг/м³ и прочностью 25 и 35 кгс/см². Как показал опыт, теплотехнические качества стен значительно улучшаются при внедрении железобетонных стеновых панелей с гибкими связями. Однако для их широкого применения необходимо шире развивать производство эффективных теплоизоляционных материалов.

Повышается надежность стыков панелей наружных стен. Помимо закрытого стыка, дренированного, в котором водозащита обеспечивается посредством герметизации устья и поэтажного отвода воды, успешно внедряются стыки открытого типа с водозащитой водоотбойными экранами, барьерами и т. д. Большой интерес представляют разработанные КиевЗНИИЭП перспективные типы горизонтальных и вертикальных стыков с перекрытием «внахлестку», «фартуком», применение которых начато в Киеве.

Совершенствование конструкций сборных железобетонных междуэтажных перекрытий направлено на укрупнение панелей с опиранием по четырем или трем сторонам и увеличение длины многпустотных настилов до 9 м. Большой интерес представляет конструктивная схема междуэтажных перекрытий, разрабатываемая ЦНИИЭПгражданского строительства в содружестве с ЦНИИЭП жилища. Эта система, монтируемая из многпустотных панелей длиной 9 м, позволяет размещать несущие поперечные стены через 3, 4, 6, 7,5 и 9 м. Начато внедрение многпустотных настилов для пролетов 9—12 м типовых школьных зданий. Для перекрытий общественных зданий внедряются также настилы типа 2Т.

К эффективным конструкциям крыш, получающим все большее распространение, следует отнести комплексные панели с эффективным утеплителем, а также тонкостенные кровельные панели без рулонного ковра для чердачных перекрытий, сопрягаемых между собой по принципу кровельной черепицы для отвода дождевой воды.

Повышение степени индустриальности и заводской готовности конструкции должно достигаться и на основе более широкого применения санитарно-технических кабин, совмещенных с вентиляционными стояками и мусоропроводами, объемных элементов лифтовых шахт, лестниц, мусорокамер и других конструктивных частей здания.

Успехи крупнопанельного строительства неразрывно связаны с расширением производства и применения легкого бе-



9-этажные жилые дома из объемных блоков в Хабаровске

тона. К сожалению, приходится констатировать, что значительный рост объемов производства легкого бетона конструкций не сопровождается соответствующим повышением их технического уровня.

Известно, что только на пористом песке может быть получен хороший конструктивно-теплоизоляционный бетон. Однако во многих случаях керамзитобетонные панели наружных стен все еще имеют массу 1100 и даже 1200 кг/м³.

Необходимо всячески развивать применение легкого бетона и для многослойных крупнопанельных конструкций, что позволит снизить затраты на перевозку заполнителей бетона и готовых изделий, увеличить площади сборных элементов, уменьшить расход арматуры, улучшить работу наружных и внутренних конструкций, снизить трудозатраты и стоимость строительства.

Объемно-блочное домостроение представляет собой дальнейший, еще более существенный шаг в индустриализации строительства. До 75—80% трудоемких работ выполняется в условиях заводского механизированного производства. По сравнению с крупнопанельным домостроением суммарные трудовые затраты снижаются до 15%, в том числе на строительной площадке — в 2,5—3 раза. Сроки строительства уменьшаются в 2—2,5 раза.

Головные заводы по формированию блоков различными способами созданы в Минске, Кременчуге, Приднепровске, Краснодаре, Хабаровске и Вологде.

Проходят экспериментальную проверку две основные системы зданий — блочная и блочно-панельная (Хабаровск) и два основных типа блока — «колпак» с вариантами конструктивных решений и «лежащий стакан»; в стадии производственной проверки — три технологических способа формирования блоков: кассетное бетонирование (Минск, Краснодар), кассетное бетонирование с вакуумированием (Кременчуг, Хабаровск) и непрерывное бетонирование (Приднепровск, Вологда).

Работы, проведенные в последние годы в области объемно-блочного домостроения, характеризуются прежде всего созданием материально-производственной базы в составе 20 специализированных заводов и цехов суммарной проектной мощностью 1,4 млн. м² в год, а также строительством более 1000 зданий высотой от двух до девяти этажей и отдельных зданий в 12 этажей объемом около 2,5 млн. м² общей площади. За этот период была не только доказана техническая возможность возведения зданий из объемных элементов, но и полностью отработаны конструктивные решения, соответствующие требованиям нормативных документов по техническим и эксплуатационным характеристикам и экономическим показателям.

Перспективным направлением, дополняющим полносборное строительство, является индустриальное монолитное и сборно-монолитное домостроение с непрерывной механизацией работ, которое позволяет снижать долю малоиндустриальных традиционных методов

строительства, расход стали и стоимость, а также и суммарные трудозатраты. Монолитное домостроение наиболее перспективно при решении сложных архитектурно-градостроительных задач в сейсмических районах, на участках со сложными инженерно-геологическими условиями, а также в районах с недостаточно развитой базой полносборного домостроения.

Для несущих монолитных стен и плит перекрытий применяют тяжелый бетон марок М 150—300 и конструктивно-теплоизоляционные легкие бетоны на пористых заполнителях марок М 150—200, объемной массой 1400—1600 кг/м³. Но эффективность монолитного домостроения в очень большой степени зависит от механизации укладки бетона и качества опалубки. К сожалению, созданием механизмов, в первую очередь легких, мобильных бетононасосов и инвентарной опалубки заводского изготовления, Минстройдормаш и строительные министерства серьезно до сего времени еще не занялись.

В прошедшей пятилетке в нашей стране построено около 70 монолитных и сборно-монолитных зданий общей площадью примерно 500 тыс. м². Несмотря на имеющиеся трудности, этот метод как один из эффективных при определенных условиях будет, безусловно, развиваться и в текущей пятилетке.

В области применения сборных изделий из бетона и железобетона в полносборном строительстве сложнейшей проблемой становится быстрорастущая номенклатура изделий в связи с повышающимися требованиями комплексной застройки жилых районов, архитектурной выразительности и разнообразия зданий. Возможности промышленности значительно отстают от современных требований проектирования. В первые годы крупнопанельного строительства предприятия ориентировались на выпуск 100—150 марок изделий. Это позволяло строить дома одного-двух типов, способствовало быстрому строительству, но обедняло застройку, делало новые районы безликими, однообразными.

Сейчас с помощью 400—500 марок изделий можно возводить дома разной конфигурации, этажности и архитектурной выразительности. С ростом сложности застройки номенклатура сборных изделий будет повышаться. Сейчас нужно серьезно решать задачу совершенствования технологии производства, обеспечивающей возможность эффективного изготовления сборных деталей возрастающей номенклатуры.

Вместе с тем перед научно-исследовательскими и проектными организация-

ми стоит задача в короткие сроки решить вопросы методологии проектирования ограниченного числа серий типовых проектов с минимальным числом типоразмеров, сборных конструкций, изготавливаемых на основе гибкой технологии. Следует признать, что результаты этой работы, особенно по созданию действительно «гибкой» технологии, все еще недостаточны.

Важнейшей народнохозяйственной задачей десятой пятилетки является повышение производительности труда в строительстве на 29—32%. В панельном домостроении все еще до 2/3 затрат труда составляют работы, выполняемые на строительной площадке. Одним из путей повышения производительности труда является увеличение степени заводской готовности сборных элементов. Научно-исследовательским, проектным и технологическим организациям необходимо в кратчайшие сроки обеспечить решение и этой проблемы.

В соответствии с решениями XXV съезда КПСС, необходимо повысить роль и ответственность машиностроительных министерств и предприятий, и в первую очередь Минстройдормаша, в освоении, изготовлении и поставке современного высокоэффективного оборудования, монтажной оснастки, средств механизации, особенно ручного инструмента, которыми сейчас снабжаются стройки совершенно неудовлетворительно.

Во исполнение решений XXV съезда КПСС Госстрой СССР и Госгражданстрой, строительные министерства СССР и советы министров союзных республик сосредоточивают сейчас усилия подведомственных организаций на создании, освоении и массовом внедрении новых более эффективных железобетонных конструкций из высокопрочных, легких и ячеистых бетонов, конструкций с новыми видами арматурных стержней и методами армирования; а также совершенствовании технологических процессов на ДСК и строительных площадках, создании более совершенных методов контроля качества производства конструкций и строительно-монтажных работ, включая разработку автоматизированных систем управления и контроля качества строительства.

Развернувшееся с новой силой социалистическое соревнование в честь 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции, массовое движение за коммунистический труд, дружная, слаженная работа строителей, проектировщиков и научно-исследовательских работников — лучшая гарантия того, что задачи, поставленные в области строительства, будут выполнены.

**Начальник
Главмоспромстройматериалов
А. Д. ДЕМИНОВ,
зам. директора КТБ
Мосоргстройматериалов
канд. экон. наук В. А. КОВАЛЕНКО**
УДК 69.003:658.012.2

Опыт применения нов и оценки рабо

Промышленность Главмоспромстройматериалов, объединяющая в своем составе свыше 100 предприятий и организаций, развивается преимущественно за счет интенсивных факторов роста. За 1971—1976 гг. объем промышленного производства увеличился на 43,3%; производительность труда — на 42,3%. Значительно возросли такие показатели эффективности, как прибыль и рентабельность.

Осуществляется широкая программа обновления продукции. За указанный период освоены и выпускаются в широких масштабах изделия единого каталога, из которых сооружаются здания общей площадью свыше 2 млн. м². Освоены крупноразмерная облицовочная керамическая плитка, бумажно-слоистый пластик разнообразных расцветок, декоративная пленка, щитовой паркет, новые виды линолеума, встроенная мебель, деревоалюминиевые блоки и многие другие материалы.

Повышен технический уровень и качество строительных материалов и конструкций. Свыше 97% всей продукции выпускается по первой и высшей категориям, а 66 изделиям присвоен Знак качества. За шесть последних лет цены на продукцию главка снижены на 74,2 млн. р. и являются на большинство видов стройматериалов самыми низкими в стране.

Однако, несмотря на высокие темпы развития и достигнутые показатели эффективности, производственно-технический потенциал используется еще недостаточно. Необходимо устранить серьезные недостатки существующей системы планирования и оценки деятельности предприятий. Одним из основных мероприятий совершенствования механизма планирования является экономический эксперимент, который проводится с начала 1976 г. на 23 предприятиях сборного железобетона главка в тесном сотрудничестве с научно-исследовательскими институтами Госплана СССР и Госстроя СССР с целью выявления возможности планирования объемов производства сборного железобетона в показателях, исключающих использование

показателей планирования предприятий стройиндустрии

прошлого (чужого) труда в оценке деятельности предприятий.

Эксперимент проводили по двум направлениям — проверяли на практике целесообразность использования показателя нормативной чистой продукции (вместо валовой) для планирования и оценки общего объема производства в стоимостном выражении и уровня производительности труда, а также объема изготовления сборного железобетона в условно-натуральных кубометрах.

Основной измеритель объема производства в ценностном выражении, действующий в настоящее время, — валовая продукция и определяемая на ее основе производительность труда — не отвечают высоким требованиям эффективности общественного производства и являются преградой на пути технического прогресса. Несмотря на многочисленные усилия выпускать облегченные конструкции, производство прогрессивных изделий из сборного железобетона наращивается медленно, ибо изготовление их невыгодно для предприятий, получающих задания в кубометрах и по валовой продукции, а поэтому заинтересованных в выпуске более материалоёмких конструкций, с большим содержанием металла и цемента. Например, комбинат ЖБК № 2 освоил производство индустриальных лестничных маршей. Новое решение значительно улучшило качество изделий, снизило их материалоёмкость и дало народному хозяйству экономию в сумме 300 тыс. р. Однако в связи с уменьшением материальных затрат и снижением оптовой цены на 1 р. 60 к. на 1 м² по комбинату снизились объем валовой и реализуемой продукции, производительность труда, прибыль и уровень рентабельности, сократились отчисления в фонды экономического стимулирования.

Всего за годы девятой пятилетки предприятия Главмоспромстройматериалов, выполняя широкую программу по снижению материалоёмкости изделий, потеряли около 5,8 млн. р. валовой продукции.

Таким образом, создается парадоксальное положение: чем больше пред-

приятия и строительные организации израсходуют дорогостоящего сырья и материалов, а автотранспортники перевезут тяжелых конструкций, тем лучше будут выглядеть почти все их технико-экономические показатели, тем больше материальных благ получат производственные коллективы.

В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии товарищ Л. И. Брежнев указал, что «... требует совершенствования вся система показателей, лежащих в основе оценки деятельности министерств, объединений и предприятий, и прежде всего эффективности и качества их работы. Эти показатели призваны соединять воедино интересы работника с интересами предприятия, интересы предприятия с интересами государства, побуждая брать (и, конечно, выполнять) напряженные планы, экономить ресурсы, снижать себестоимость и в то же время быстрее осваивать новые виды изделий, выпускать продукцию высокого качества и в нужном ассортименте».

Вот почему после проведения большой подготовительной работы и испытания различных вариантов с 1 января 1976 г. в планирование и учет деятельности предприятиями главком введен показатель чистой продукции, практически свободный от влияния чужого труда — стоимости покупных материалов. Объем нормативной чистой продукции исчисляется на основе стабильных нормативов, которые определяются на базе оптовых цен, введенных с 1 января 1975 г. путем исключения из них материальных затрат.

При проведении эксперимента показатель нормативной чистой продукции используется как основной для планирования и учета объема производства, производительности труда, контроля за использованием фонда заработной платы и определения соотношений темпов роста производительности труда и средней заработной платы, а также для исчисления других показателей эффективности производства. В целях усиления стимулирования показатель чистой продукции включен в число ос-

новных для премирования. Отчисления в фонды поощрений за перевыполнение планов и рост производительности труда производятся также по этому показателю. Для организации планирования и учета чистой продукции провели многолетнюю подготовительную работу, в частности, в 1973—1975 гг. были разработаны несколько вариантов нормативов чистой продукции.

Для предприятий, выпускающих изделия по обширной номенклатуре, на первом этапе допускалась разработка нормативов применительно к групповой номенклатуре, принятой в планировании себестоимости продукции. Однако впоследствии анализ показал, что применение их приводит иногда к значительным отклонениям выполнения плана по нормативной чистой продукции от валовой, поэтому разработали индивидуальные нормативы на все виды изделий, имеющих оптовую цену. Они введены в действие с 1 июля 1976 г., причем число позиций возросло до 5056. В промышленности сборного железобетона разработаны также условно-натуральные измерители производства конструкций, основанные на учете трудозатрат и сложности изготовления различных изделий. Это положило начало учета и отчетности не в стоимостном выражении, а по затратам труда.

Для эксперимента были разработаны коэффициенты сложности изготовления изделий, причем за единицу сложности условно приняли сложность изготовления изделий с трудоемкостью 5,5 чел.-ч/м³. Таким образом, за более сложные изделия (колонны, фермы, трубы и т. д.) в выполнение плана засчитывается объем производства, с учетом соответствующего коэффициента сложности. По простым же изделиям (блоки подвалов, настилы и др.) объем учитывается в меньшем размере, причем настолько, насколько меньше требуется трудозатрат против эталона сложности. Во время эксперимента улучшились показатели, характеризующие собственный вклад предприятия в повышение эффективности производства.

Успешно выполняется план производства чистой продукции. За 1976 г. он выполнен на 101,3% (с темпом прироста 3,1%), а за четыре месяца текущего года — на 102,2% (с темпом прироста 5,1%). Производительность труда (в исчислении по чистой продукции) возросла за 1976 г. на 3,3%, а за четыре месяца 1977 г. — на 5,3%. Прибыль увеличилась за 1976 г. на 8,2%. Следует особо отметить, что экономический эксперимент благотворно способствует переводу промышленности на

выпуск изделий унифицированного каталога, где материалоемкость конструкций снижена, а трудоемкость и качество — повышены.

Заметно улучшилось выполнение номенклатурных планов. Число позиций, по которым план выполнен, возросло на 18%. Из 23 предприятий 20 полностью выполнили план выпуска продукции в соответствии с заданной номенклатурой, тогда как ранее почти половина не выполняла. Это объясняется усилением экономической заинтересованности предприятий в производстве малокубажных изделий, которые ранее было невыгодно изготавливать, теперь же все общественно-необходимые затраты труда полностью компенсируются. Все это позволило на 10% сократить сроки комплектации жилых домов, конструкции и детали для которых изготавливаются предприятиями Главка.

Экономический эксперимент способствовал освоению прогрессивных конструкций, так как устранены экономические преграды на пути технического прогресса. В 1976 г. предприятиями освоено массовое производство 685 новых изделий, в основном, со сниженным расходом бетона и металла, тогда как в 1975 г. было освоено только 352. Организация выпуска конструкций с уменьшенной материалоемкостью, внедрение прогрессивных технологических процессов, совершенствование производства, усиление режима экономии позволили предприятиям сборного железобетона сэкономить в 1976 г. 26 тыс. т цемента и 3,5 тыс. т металла. Материалоемкость продукции снизилась за год на 1,2%, что позволило сберечь народному хозяйству материалов и изделий на сумму 1,6 млн. р.

Тенденцию к снижению материалоемкости продукции подтверждают такие данные о среднем объеме одного изделия. Если в 1975 г. этот показатель в среднем составлял 0,638 м³, то в год проведения эксперимента он снизился на 6%. Всего же за десятую пятилетку намечено сократить выпуск на 130 тыс. м³ «ненужных кубов» сборного железобетона.

Снижение трудоемкости производства посредством планирования чистой продукции является одним из самых сложных вопросов эксперимента. Бесспорно, предприятия стремятся включить в план изделия с высокими нормативами чистой продукции, т. е. с повышенной трудоемкостью. Таким образом, сам норматив превращается в своеобразный стимулятор изготовления продукции высокого качества, с более совершенными техническими параметрами, а в

промышленности сборного железобетона — с высоким уровнем индустриализации. Теперь предприятия стремятся изготавливать сложные фермы, балки, колонны, а затем уже простые фундаментные блоки, столбики и т. п.

Введение показателя чистой продукции не ослабляет режим экономии трудовых ресурсов. Предприятия заинтересованы в снижении трудоемкости продукции, так как этот процесс не означает автоматического пересмотра — стабильных нормативов чистой продукции, поэтому на заводах снижалась трудоемкость ранее освоенной продукции. Так, трудоемкость производства колонн в целом снизилась на 7,2%; ригелей на 6%; пустотных настилов на 6%. Важнейшей задачей эксперимента является установление целесообразности применения показателя чистой продукции для планирования производительности труда.

Опыт работы промышленности сборного железобетона показал, что нормативная чистая продукция лучше других применяемых в настоящее время стоимостных показателей позволяет объективно измерять производительность труда. Динамика нормативной чистой продукции соответствует динамике трудоемкости и существенно сглаживает колебания в выработке на одного рабочего, обусловленные различной материалоемкостью продукции.

Показатели нормативной чистой продукции больше подходят для контроля за расходованием средств на заработную плату. Выдача предприятиям средств по мере выполнения плана по чистой продукции отвечает их реальным потребностям в средствах для оплаты труда. Чтобы нормативная чистая продукция была введена в обязательном порядке для планирования производства в народном хозяйстве страны и, в частности, в промышленности строительных материалов, в методологию определения чистой продукции необходимо ввести ряд усовершенствований. В первую очередь это касается самого порядка их определения. В настоящее время Госплан СССР рекомендует разрабатывать и утверждать индивидуальные нормативы чистой продукции. По нашему мнению, это нецелесообразно, так как при этом объем чистой продукции может меняться без соответствующего изменения номенклатуры, например при передаче производства изделий с одного предприятия на другое.

Разработка индивидуальных нормативов даже при наличии общей методологии ведется каждым министерством и ведомством по-разному. Практически нормативы устанавливаются позже утверждения цен и некоторое время заво-

ды вынуждены применять старые нормативы или пользоваться аналогичными. Кроме того, разработка индивидуальных нормативов сопряжена с большим отвлечением сферы производства на работы центральных планирующих органов. Не менее 50% трудозатрат, связанных с организацией экономического эксперимента, приходится на разработку и утверждение индивидуальных нормативов. Для усиления контроля за их правильностью и обоснованностью и обеспечения точности в расчетах нормативной чистой продукции было бы целесообразным, чтобы Государственный комитет цен устанавливал наряду с оптовыми ценами и отраслевые нормативы чистой продукции. Необходимо также изменить ныне действующую методику ценообразования — прибавлять устанавливать не к себестоимости, включающей материальные затраты, а к полной заработной плате.

Реализация этого предложения позволит сделать нормативную чистую продукцию еще более эффективным инструментом, тогда народное хозяйство получит систему цен, стимулирующих производство прогрессивных изделий. Нельзя не признать и дополнительные трудности, возникшие в связи с тем, что пока приходится вести «двойную бухгалтерию» — учет и отчетность по старой и новой системам. Но это все неизбежные трудности периода внедрения.

Мы не собираемся прекращать поиски еще более эффективных показателей планирования и оценки всесторонней производственно-хозяйственной деятельности предприятий. В настоящее время в Главпромстройматериалах подготавливают перевод других отраслей на экономический эксперимент для проверки целесообразности новых показателей планирования промышленности строительных материалов. Недавно был проведен научно-практический семинар, на котором подвели итоги работы предприятий сборного железобетона во время экономического эксперимента. Широкое обсуждение этого вопроса с участием экономистов, руководителей предприятий и организаций, партийных и советских работников показало, что glavк находится на правильном пути. Получив богатый опыт и обнадеживающие результаты работы целой отрасли с числом работающих более 20 тыс. человек, мы с большой охотой будем делиться им со всеми, кто в этом заинтересован. Рабочие, инженерно-технические работники и служащие отрасли стремятся внести достойный вклад в выполнение задач, поставленных XXV съездом КПСС по повышению эффективности и качества.

Железобетонные конструкции производственных зданий и сооружений

Широкий размах промышленного строительства в стране в значительной степени обеспечен производством прогрессивных сборных железобетонных конструкций. В этой отрасли сборный железобетон является в настоящее время и останется в ближайшие годы основным конструктивным материалом и объем производства его будет неуклонно увеличиваться. Это обусловлено тем, что железобетонные конструкции по сравнению со стальными требуют в 2 раза меньше стали, менее трудоемки в монтаже и во многих районах страны более эффективны по стоимости.

Для промзданий наиболее экономичными являются каркасные конструкции рамного типа, собираемые на стройплощадках из элементов заводского изготовления. В одноэтажных зданиях широко применяются созданные в нашей стране шарнирно-соединяемые с колоннами плоскостные беспрогонные покрытия со стропильными фермами или балками, перекрывающими поперечные пролеты, и укладываемыми по ним крупноразмерными плитами. Используются также пространственные конструкции и железобетонные колонны в зданиях со стальными несущими покрытиями. В многоэтажных производственных зданиях осуществляются также беспрогонные перекрытия. При значительных нагрузках на них соединение ригелей с колоннами принимается жестким. Необходимая поперечная жесткость каркасов достигается без связей, что создает удобство для размещения технологического оборудования. Во вспомогательных зданиях (бытовых, конторских), а также в отдельных производственных с сеткой колонн 6×6 м и небольшими нагрузками на перекрытия осуществляется шарнирное соединение ригелей с колоннами, а каркас решается по связевой системе. В таких зданиях широко используются конструкции, выпускаемые для гражданского строительства.

В нашей стране разработана и получила широкое применение система унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промзданий и сооружений. Около 95% их площадей про-

ектируется сейчас с унифицированными размерами сетки колонн. В результате многолетней творческой работы проектных и научно-исследовательских организаций (ЦНИИПромзданий, Ленинградский, Киевский и Харьковский Промстройпроект, Водоканалпроект, Промтранспроект, НИИЖБ, ЦНИИСК, и др.) созданы эффективные унифицированные сборные железобетонные конструкции промзданий и сооружений. Они составляют около 80% общего объема сборного железобетона. Унифицированные изделия и детали благодаря членению конструкций на линейные и плоские (сплошные и решетчатые) элементы, выбору рациональных их форм и типов сопряжений, имеют существенные достоинства; они технологичны в изготовлении и монтаже, транспортабельны, обладают высокой степенью универсальности и взаимозаменяемости.

По эффективности отечественные сборные конструкции не уступают зарубежным, а наиболее широко применяемые покрытия превосходят их. Так, расход бетона на типовую секцию (24×6 м) покрытия одноэтажного здания без подвешного транспорта составляет $0,085-0,09 \text{ м}^3/\text{м}^2$, а из плит 2Т размером 24×3 м (по каталогу США) $0,14 \text{ м}^3/\text{м}^2$, т. е. в 1,55 раза больше.

Развитие технологии промышленных производств, применение в строительстве прогрессивных объемно-планировочных решений сооружений требует создания новых конструкций, обеспечивающих их высокое качество. В связи с этим разрабатываются для одноэтажных многопролетных зданий с искусственной вентиляцией стропильные покрытия, позволяющие размещать в их габарите крупноразмерные вентиляционные короба, и удобные для покрытий с малоуклонными кровлями, которые хотя и дороже скатных, но во многих случаях выгоднее их по эксплуатационным затратам; для двухэтажных зданий — конструкции с укрупненной сеткой колонн в верхнем этаже, с перекрытиями под временные нормативные нагрузки до $6-8 \text{ т}/\text{м}^2$. Изыскиваются новые конструктивные решения для многоэтаж-

ных зданий с сетками колонн 9×6 и 12×6 м и нагрузками до $1000 \text{ кг}/\text{м}^2$, при этом учитываются повышенные эстетические требования к интерьеру. Одобрены Госстроем СССР для экспериментального строительства рамные конструкции с бесконсольным сопряжением ригелей с колоннами. Проектируется так называемый универсальный каркас, дающий возможность образовывать как связевые, так и рамные конструкции.

Экономическая эффективность несущих железобетонных конструкций может быть повышена за счет применения высокопрочных материалов и совершенствования их форм. Необходимо рассмотреть варианты типовых колонн, стропильных балок пролетом 18 м и 18—24-м ферм из бетона марок М600—700 и начать их внедрение, что позволит снизить массу на 15—30%. В районах, где используются дорогие привозные заполнители твердых пород, следует перейти на несущие конструкции из высокопрочных легких бетонов, уменьшающих массу и снижающих стоимость.

Требуется дальнейшее совершенствование балочных покрытий. Применение вместо обычных конструкций плит «на пролет», разработанных НИИЖБ, ЦНИИПромзданий и ЦНИИСК, существенно снижает трудоемкость монтажа. Значительный экономический эффект дает покрытие зданий с искусственной вентиляцией плитами коробчатого сечения, выполняющих функции несущих элементов и воздухопроводов. В результате работ, проведенных ЦНИИПромзданий и ЦНИИСК, такие плиты длиной 18 м внедрены при строительстве объектов в Шувойе и Черкассах.

ЦНИИПромзданий совместно с Промстройпроект и ПИ-1 при участии НИИЖБ проведена значительная работа по пересмотру типовых колонн одноэтажных зданий. Предложенные колонны прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов экономичнее типовых на 20—40% по расходу бетона и на 10—30% по стоимости. Целесообразна замена двухветвевых колонн для зданий высотой до низа покрытий

до 14,4 м колоннами прямоугольного сечения. В будущем совершенствование конструкций колонн пойдет по пути применения более эффективных сечений, например двутаврового и кольцевого.

ЦНИИПромзданий провел межотраслевую унификацию массовых инженерных сооружений. Разработаны типовые конструкции тоннелей, каналов, подпорных стен, емкостных сооружений водоснабжения и канализации, постаментов, эстажеров, опор и эстакад трубопроводов, транспортных галерей, силосов, градирен, дымовых труб и др.

Быстрое развитие нефтедобычи в СССР требует сооружения ежегодно свыше 5 млн. м³ емкостей для нефти и нефтепродуктов. Сейчас значительное число резервуаров сооружается из дефицитного листового металла, для экономии которого необходимо использовать железобетон. Проектируются наземные цилиндрические резервуары с плавающей крышей, которые по своим эксплуатационным качествам аналогичны металлическим. Ленинградский и Харьковский Промстройпроекты разрабатывают сборные конструкции силосов больших диаметров, а Теплопроект и Теплоэлектропроект — дымовых труб высотой свыше 40 м.

Значительная часть промышленных сооружений выполняется из монолитного бетона и железобетона (фундаменты под оборудование, силосы, дымовые трубы большой высоты и др.), поэтому необходимо создать конструкции, способствующие снижению материалоемкости и трудоемкости их возведения. Основным направлением работ по совершенствованию конструкций, воспринимающих динамические нагрузки, является создание методов локализации вибраций и защиты точного оборудования от ее воздействия. ЦНИИПромзданий разработал типовые конструкции виброизолированных фундаментов под молоты, а также проекты многоэтажных зданий с виброизолированными плитами перекрытий. Харьковским и Ленинградским Промстройпроектами предложены виброизолированные фундаменты под молотковые, конусные и щековые дробилки и под мельницы для измельчения руды.

В области сейсмостойкого строительства промзданий необходимо использовать типоразмеры конструкций, применяемых в сейсмических районах.

Весьма важной является задача улучшения конструкций стеновых панелей. Для этого необходимы снижение объемной массы легких и ячеистых бетонов, внедрение комбинированных (бетон-пенопласт) конструкций, увеличение размеров элементов (до 3×12 м), разработка легкобетонных панелей со

встроенными конструкциями светопрозрачных ограждений (аналогичных применяемым в крупнопанельном домостроении). Прогрессивными являются разработанные и утвержденные Госстроем СССР конструкции железобетонных стеновых трехслойных панелей с изоляцией из плит пенополистирола и соединением наружных слоев гибкими связями из арматурных оцинкованных стержней. Они особенно эффективны в районах с суровой зимой и в зданиях с высокой влажностью воздуха в помещениях.

Для повышения эстетических качеств зданий необходимо улучшить отделку фасадных поверхностей стен, используя вместо побелки более долговечные материалы.

В промышленном строительстве возрастает с каждым годом объем применения индустриальных конструкций перегородок. В основном это типовые перегородки с панелями размером 1,2×6 и 1,8×6 м, выполняемые из тяжелого бетона марки М 200. В разрабатываемых проектах предусматривается использование бетона марки М 100, что сократит расход цемента и снизит стоимость перегородок. Увеличение размеров панелей до 6×3 м уменьшит на 20—30% трудозатраты при монтаже. Применение панелей из бетона на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем исключит их тепловую обработку. В НИИЖБ изучают работу тонкостенных преднапряженных перегородок.

Для повышения эффективности и качества конструкций полов на грунте в производственных зданиях целесообразно применение крупноразмерных армированных плит (3×3 м) полной заводской готовности, выполняющих одновременно функции покрытия, подстилающего слоя, а при необходимости гидроизоляции. Заводское изготовление плит позволит увеличить прочность бетона по сравнению с монолитными полами и тем самым снизить расход бетона, повысить качество полов, увеличить срок их службы, сократить ремонтные затраты, значительно уменьшить общую и построечную трудоемкость работ по их устройству. В ряде случаев сокращаются и капитальные затраты (при использовании плит из кислотоупорного, жаростойкого бетона), вследствие замены дорогостоящих материалов (чугунных, керамических плит и полимерных материалов) для покрытий.

В настоящее время создаются системы стандартов железобетонных конструкций для промышленного строительства, введение которых будет способствовать повышению их эффективности и качества.

Д-р техн. наук, проф. Ю. М. БАЖЕНОВ

УДК 691.327.002.2

Совершенствование

Важную роль в решении задач, поставленных в области строительства XXV съездом КПСС и постановлениями Совета Министров СССР 1977 г. по развитию сборного железобетона, имеет совершенствование технологии и свойств бетона, разработка и внедрение новых эффективных видов бетонов, максимальное использование всех резервов для расширения производства и повышения качества продукции. За пять лет, прошедших со времени VII конференции по бетону и железобетону, значительно увеличился объем производства, достигнут большой прогресс в технологии бетона и бетоноведении. Достаточно упомянуть появление новых видов легких бетонов, внедрение в производство эффективных химических добавок (ННКХ и др.) и новых методов формования сборного железобетона (ударный, низкочастотного вибрирования и др.), создание технологии производства труб с металлическим сердечником, разработки по полимербетонам и бетонополимерам, по совершенствованию объемного домостроения. Однако некоторые рекомендации конференции остались невыполненными. По-прежнему в ряде районов не хватает качественных заполнителей, недостаточно применяются конструкции из высокопрочных бетонов, велики потери материалов при производстве сборных железобетонных конструкций, медленно внедряются в строительство последние разработки, не закончена организация и координация работ в области науки о бетоне и железобетоне, требует дальнейшего совершенствования используемое оборудование.

В ближайшие годы наряду с увеличением производства и расширением областей применения необходимо осуществлять дальнейшее совершенствование технологии бетона, основными направлениями которого являются:

повышение качества цемента и заполнителей, обеспечение наиболее эффективного использования цемента в бетоне; химизация бетона, т. е. применение новых материалов и химических про-

цессов с целью интенсификации производства, повышения качества и долговечности конструкций, получения бетона со специальными свойствами;

разработка новых видов бетонов, в том числе высокопрочных, сверх быстро твердеющих, для особых условий эксплуатации, сверхлегких и др.;

развитие структурно-технологической теории с получением обобщенных зависимостей различных свойств бетона от его структуры и состава и создание на этой основе системы технологических расчетов с широким применением ЭВМ для прогнозирования свойств бетона и управления качеством;

применение эффективных методов производства сборного железобетона и оборудования, а также бетонов, обеспечивающих высокое качество изделий;

обеспечение дальнейшего снижения материалоемкости железобетонных конструкций, повышение их качества;

более рациональное использование вторичного сырья промышленности (различные золы, шлаки, химические полупродукты), что имеет большое значение не только для снижения стоимости продукции, но и для охраны окружающей среды;

разработка критериев и методов оценки технико-экономической эффективности бетонов и способов производства конструкций, определение наиболее рациональных областей применения различных бетонов;

решение социальных вопросов — создание наиболее комфортабельных условий производства сборного и монолитного железобетона.

В 1974—1976 гг. прошла широкая дискуссия по развитию цементной промышленности и эффективному использованию цемента в производстве железобетонных конструкций.

В результате были уточнены планы развития отрасли, которые предусматривают опережающий выпуск высококачественных и высокопрочных цемента, организацию производства бездобавочного портландцемента, а также специ-

альных цемента (декоративный, напрягающий и др.). Перед строителями встают задачи эффективного применения этих цемента, в первую очередь в высокопрочных и легких бетонах и в особых условиях строительства. Многие необходимо сделать по разработке технологических расчетов с использованием цемента марки М 500, напрягающего и других специальных видов, уточнить требования к технологии и областям применения.

С каждым годом расширяется сырьевая база заполнителей для бетона, шире внедряются местные материалы, растет производство легких заполнителей. Однако в этой области предстоит еще много сделать, чтобы повысить эффективность их использования. Здесь имеются значительные резервы повышения качества и снижения стоимости бетона и, следовательно, конструкций. Необходимо совершенствовать теорию бетона и методику оценки заполнителей, с тем чтобы иметь количественные характеристики и зависимости, которые позволяли бы управлять качеством изготовления конструкций, более точно прогнозировать их свойства, определять технико-экономическую эффективность.

Для этого непосредственно на заводах и стройках с использованием ЭВМ обычные стандартные характеристики мало пригодны и в большинстве случаев не могут обеспечить высокой точности расчетов. Более пригодны характеристики, учитывающие так называемую водопотребность заполнителей (их определяют непосредственно в бетоне), а также удельную поверхность. В качестве положительного примера можно привести новое руководство¹, в котором введение показателя водопотребности легких заполнителей позволило заметно уточнить расчет состава бетона. Еще мало используются в качестве заполнителей вторичные продукты промышлен-

ности — аглопорит, зольный гравий, недостаточно энергично ведутся работы по улучшению качества перлитового песка (снижение его водопотребности) и по созданию производства новых видов заполнителей (стеклопор, органоминеральные и др.).

Химизация бетона, имеющая большие перспективы, предлагает в первую очередь широкое применение комплексов добавок. Для успешного их применения необходимо организовать промышленный выпуск добавок, хорошо зарекомендовавших себя при опытной проверке. При этом следует учитывать, что производство добавок — это очень важное дело, которое целесообразно организовать в системе Минстройматериалов. Добавки должны строго соответствовать техническим требованиям, это не отходы производства, даже если последние входят в комплекс, а материал, к которому предъявляются высокие требования.

В настоящее время проверены и хорошо зарекомендовали себя комплексы, в которые входят ускорители твердения, пластификаторы, ингибиторы коррозии, регуляторы изменений объема и сроков схватывания, гидрофобизаторы. Однако для дальнейшего совершенствования технологии бетона необходимо разработать новые, более эффективные добавки, и в первую очередь суперпластификаторы, добавки для обеспечения однородности суперлегких бетонов, для экструзируемых бетонных смесей, для управления структурообразованием цемента (например, замедлители твердения) и др. Среди новых особое внимание следует уделить полимерным добавкам или составам на их основе. Введение добавок позволяет на 8—15%, а иногда и более сократить расход цемента или придать бетону свойства, существенно влияющие на технологию изготовления железобетонных конструкций, их качество и долговечность. При этом эффект достигается при введении малых количеств добавок, что обуславливает высокую технико-экономическую

¹ Руководство по подбору составов конструктивных легких бетонов на пористых заполнителях. М., Стройиздат, 1975.

эффективность таких бетонов. Для более правильного и широкого использования добавок необходимо установить обязательное их применение для ряда бетонов и конструкций. Следует также разработать единую методику испытания и оценки их эффективности, зависящую от многих факторов. В настоящее время практически нельзя объективно определить эффективность многих добавок и область их использования, так как в зависимости от условий опытов у одних добавка дает хорошие результаты, у других — эффекта почти нет.

Химизация состава включает и применение новых связующих веществ в бетоне. Важное место занимают среди них полимерные связующие. В последние годы разработаны эффективные полимербетоны, позволяющие получить прочность при сжатии до 1000 кгс/см², хорошо работающие в коррозионных средах и в особых условиях эксплуатации. Найдены дешевые связующие, например на основе карбамидных смол. Заслуживающие внимания особые бетоны можно получить, применяя вспененное связующее и суперлегкий заполнитель типа стеклопоро, перлита или стирпоро. Использование различных полимерных связующих, заполнителей и технологий дает возможность получать бетоны с различными свойствами.

Необходимо шире применять в строительстве бетоны на силикатных, шлакощелочных, гипсовых, шлаковых, фосфатных, стеклоподобных и других вяжущих на основе вторичного сырья промышленности. Расширение гаммы бетонов требует более глубокого изучения их свойств, создания обобщенных критериев и зависимостей (рассмотрение структуры этих материалов как разновидностей композиционных материалов), совершенствования соответствующих разделов СНиП, определения областей применения.

До последнего времени почти не использовали химическую обработку затвердевшего бетона, хотя некоторые ее приемы (гидрофобизация, ократирование, карбонизация) известны давно. Сейчас созданы эффективные способы обработки бетона полимерами. Пропитка мономером или специальным составом, полимеризующимся непосредственно в порах и капиллярах бетона, позволяет получить особый композиционный материал — бетонополимер. Его прочность по сравнению с исходным бетоном возрастает в 2—10 раз (в зависимости от состава бетона и условий обработки), материал становится более морозостойким, коррозиестойким, ему

можно придать свойства, которые нельзя получить у обычного бетона. При оценке свойств бетонополимеров и их нормировании нужен иной подход, чем к обычным бетонам, так как, меняя состав и структуру бетона и полимерной составляющей, соотношение между ними, условия изготовления, получают бетонополимеры с заранее заданными свойствами. Так, у бетонополимеров прочностью 800 кгс/см² модули упругости могут различаться в 2 раза. Если у обычного цементного бетона высший целесообразный предел прочности сейчас составляет 600—800 кгс/см², для автоклавных бетонов и полимербетонов достигает 1000—1200, то бетонополимеры могут иметь прочность 1500—2000 кгс/см² и более. Следует заметить, что если эффективность использования цемента в высокопрочных бетонах резко падает (в 5—10 раз уменьшается удельная прочность, приходящаяся на 1 кг цемента), то в высокопрочных бетонополимерах эффективность введения полимера возрастает в 10 раз и добавление 1% полимера увеличивает прочность бетона на 100—200 кгс/см². Весьма перспективна поверхностная обработка изделий, повышающая долговечность, а также обработка особо нагруженных зон бетона.

Армированные бетонополимеры занимают по своим свойствам промежуточное положение между обычным и преднапряженным железобетоном. В них можно использовать неметаллическую арматуру, в том числе дисперсную (стеклянную, шлаковую или каменную), которая в этих условиях не корродирует и не разрушается. Такие изделия могут применяться в агрессивных средах, в качестве полов, балконов, дорог, декоративных цокольных плит, труб, скрытого каркаса, в машиностроении и многих других областях. Появление новых видов бетонов, химических добавок, расширение возможностей машиностроительной базы выдвигает новые задачи по совершенствованию способов производства конструкций и в первую очередь позволяет повысить производительность труда и качество изделий. Необходимо разработать и внедрить изготовление изделий методом экструзии, с использованием мелкозернистых бетонов со спецдобавками и длинных стенов, развивать литьевую технологию, добиваясь получения необходимых свойств бетонов, шире использовать предварительный разогрев бетонных смесей, низкочастотные и ударные способы формования, электропрогрев и другие способы, позволяющие автоматизировать процессы. Следует заметить, что улучшение технологии неразрывно

связано с совершенствованием конструкций, поэтому следует разработать такие конструкции, чтобы изготовление их можно было вести непрерывно, например экструзией, конструкции на несколько этажей, рассчитанные на применение высокопрочных и суперлегких бетонов, конструкции, допускающие эффективную электрообработку (специальное расположение арматуры) и т. д. В науке о бетоне имеется много разработок, которые уже сегодня могли бы давать значительный эффект, но еще плохо используются производственными организациями. К ним можно отнести исследования ускорения твердения бетона. Правильное использование имеющихся предположений не отдельными предприятиями, а всей отраслью сборного железобетона даст значительный экономический эффект. Вместе с тем жизнь выдвигает новые вопросы, в том числе социальные вопросы технологии бетона: надо развивать в первую очередь такие способы производства, которые обеспечивали бы хорошие условия труда, лучше поддавались механизации и автоматизации. На московских заводах ЖБИ выдвинута задача перехода в этой пятилетке с трехсменной работы на двухсменную. В этих условиях вопрос о термообработке приобретает новый аспект — на всемерное сокращение сроков обработки, а минимальная энергоемкость при определенной длительности диктуемой условиями производства приобретает решающее значение.

Для более успешного управления технологией бетона и производством сборного железобетона необходима дальнейшая математизация этой области: разработка системы управляющих зависимостей и способов технологических расчетов, создание надежных методов прогнозирования свойств бетона и конструкций, разработка способов пооперационного контроля производства и увязка с ними нормируемых свойств бетонной смеси и бетона. Это требует и совершенствования методов расчета состава бетона, которые в зависимости от цели использования могут строиться на различных принципах.

Сейчас в области технологии бетона работают много научных школ, хорошо подготовленных исследователей. При правильной организации и соответствующей поддержке, особенно в вопросах внедрения, можно в ближайшие годы добиться значительного научно-технического прогресса в производстве сборного и монолитного железобетона как за счет создания новых технологий, так и за счет более полного использования имеющихся резервов.

Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на стройплощадке

Анализ направлений развития промышленного строительства свидетельствует, что в ближайшее десятилетие монолитный железобетон останется одним из основных строительных материалов. Абсолютные объемы его применения уже длительное время возрастают и такая тенденция сохраняется. На этих работах заняты около 600 тыс. человек. Однако показатели роста производительности труда не могут удовлетворить, поскольку выработка в натуральных показателях за последние шесть лет выросла менее чем на 20%, а уровень механизации в целом на железобетонных работах — немногим более 40%. Это объясняется прежде всего тем, что поставки строительных машин для транспортировки, укладки, распределения бетонной смеси, а также производство оборудования для арматурных работ и инвентарной опалубки не соответствовали увеличению объемов монолитного железобетона. С другой стороны, технические характеристики многих средств механизации не отвечают нынешним требованиям и уровню мировой техники. На стройплощадках отсутствуют комплекты машин, составляющих единую технологическую цепь от доставки смеси с бетоносмесительного узла до укладки и выдерживания бетона.

Отставание роста производительности труда, допущенное в прошлые годы, может быть ликвидировано только за счет интенсивного оснащения строительных организаций специальной техникой и качественного изменения некоторых технологических процессов при возведении конструкций и сооружений из монолитного железобетона. Оценивая эффективность различных мероприятий по повышению уровня механизации, приходится учитывать реальные возможности строительных организаций по увеличению парка таких высокопроизводительных машин, как бетононасосы, бетоноукладчики и т. п., поэтому в первую очередь необходимо использовать резервы повышения производительности труда на опалубочных и арматурных работах. Практика работы ряда крупных строительных трестов показала, что совершенствование опалубоч-

ных работ позволяет достичь значительного эффекта при сравнительно небольших капиталовложениях. Их трудоемкость в комплексе бетонных работ составляет 35—40%, а стоимость (с учетом материалов) — 15—25% стоимости железобетонных конструкций. При механизированном монтаже опалубки из предварительно укрупненных панелей, опалубочных и армоопалубочных блоков (с арматурой, навешенной на опалубку) производительность труда повышается по сравнению с обычной технологией в 3—4 раза.

В настоящее время эксплуатируется большой парк высокооборачиваемой опалубки, позволяющей выполнить в ней до 35% общего объема конструкций. Поскольку металл и фанера остаются дефицитными материалами, целесообразно использовать их прежде всего для изготовления опалубки, монтаж и демонтаж которой механизирован. Наиболее высокая степень механизации (до 85%) достигнута при возведении однотипных конструкций, в основном фундаментов под каркасы промзданий, при использовании блок-форм. Опыт строительных организаций Главсредуралстроя, Казахстана, Минпромстроя БССР, комбината Кривбасстрой свидетельствует, что концентрация материальных ресурсов для изготовления и использования опалубок позволяет снизить трудозатраты при возведении монолитных конструкций на 1,5—1,8 чел.-ч/м³, т. е. на 25—30%.

Реальным и высокоэффективным способом повышения производительности является применение несъемных опалубок. Изготовленные из армоцемента, стеклоцемента, асбестоцемента и других материалов, их можно использовать для защиты железобетонных конструкций, придания специальной фактуры лицевым поверхностям и для других целей. Применение несъемных опалубок, выполняющих одновременно роль изоляционных облицовок в подземных и наземных сооружениях, эксплуатирующихся в агрессивной среде, позволяет сократить общие трудовые затраты (на опалубочных и изоляционных работах) не менее чем в 2—

2,5 раза. Таким образом, решается задача экономии дефицитных материалов, сокращаются затраты на изготовление опалубки, уменьшается потребность в капитальных вложениях. Первый в стране цех по производству стеклоцементной опалубки построен в Темиртау по проекту ЦНИИОМТП. Технология изготовления плит из стеклоцемента весьма проста и производство их может быть организовано в условиях любого завода ЖБИ.

Смещение капитального строительства в Сибирь, на Север, в районы Казахстана и Дальнего Востока ведет к увеличению объемов зимних бетонных работ. Все более острой становится проблема термообработки конструкций. Осязаемыми становятся огромные затраты энергетических ресурсов, расходуемых на прогрев бетона зимой. Электродный метод термообработки, преобладающий сейчас в практике строительства, неприемлем не только из-за технологических недостатков (перегрев, пересушивание отдельных зон, большой разброс прочности), но и по экономическим показателям. Применение термоактивной опалубки и разработка метода обогрева в ней средне-массивных конструкций позволили коренным образом изменить технологию зимних работ, особенно в условиях Сибири и Севера.

Практика строительства ВАЗ, КамАЗ, объектов Караганды, Рудного, Свердловска показала, что наряду с резким снижением трудозатрат на подготовку к термообработке конструкций, использование термоактивной опалубки дает возможность сократить материальные и энергетические затраты. Замена электродного прогрева обогревом в опалубке позволяет ежегодно экономить не менее 200 тыс. т проволоки и катанки, расходуемой на электроды, 3 тыс. т алюминиевого провода и до 200 млн. кВт·ч электроэнергии. Для питания нагревателей опалубки разработаны инвентарные установки, в которых размещаются понижающие трансформаторы, контрольно-измерительная аппаратура и средства управления процессами термообработки.

В качестве нагревателей термоактивной опалубки используются электрические провода и кабели, работающие как сопротивление, тканые стальные и латунные сетки, а также трубчатые электронагреватели. Могут быть использованы специальные нагреватели, представляющие собой плоские двухслойные или многослойные элементы из теплоустойчивого диэлектрика с впрысванной проволокой, обладающей высоким омическим сопротивлением. В качестве диэлектрика применяют гетинакс, текстолит или стеклотекстолит. Минэлектротехпром разработал и в экспериментальном порядке освоил выпуск греющих кабелей в стальной оболочке. По сравнению с применяемым в настоящее время кабелем марки КНМС отпускная цена нового нагревателя снижена более чем в 10 раз, а эксплуатационные характеристики остались в пределах требуемых.

Расход арматуры для монолитного железобетона к концу десятой пятилетки достигнет 5,5—5,7 млн. т. Для переработки такого количества стали необходимо коренное изменение технологии и организации работ. В настоящее время в стране действует около 5 тыс. цехов и мастерских со средней мощностью около 1500 т в год. Естественно, что на всех предприятиях не может быть установлено высокопроизводительное оборудование, существующий станочный парк морально устарел, его обслуживание трудоемко. Удельные затраты труда в среднем по стране составляют 10—12 чел.-дн/т, а номенклатура арматурных изделий насчитывает несколько тысяч единиц. Если работы по заготовке арматуры в цехах предприятий по выпуску сборных железобетонных изделий механизированы, то сборка тяжелых арматурных каркасов и сеток осуществляется с использованием ручной дуговой сварки. Новые мощные арматурные заводы в настоящее время создаются в районах сосредоточенного нового строительства, в частности на Старо-Оскольском электрометаллургическом комбинате. Расчеты и практика работы крупных заводов показали, что трудозатраты на производство 1 т арматурных изделий на них в 3—5 раз ниже, чем в среднем по стране.

Резкое повышение производительности труда может быть достигнуто при оснащении предприятий современными многоэлектродными сварочными машинами. ВНИИЭСО разработал машину МТМ-32 для сварки тяжелых сеток шириной до 3 м с рабочими стержнями диаметром до 32 мм. В настоящее время промышленностью поставлено

более 50 таких машин. Каждая сварочная машина способна выпускать в год от 12 до 14 тыс. т арматурных изделий и обеспечить снижение трудозатрат в 4—6 раз по сравнению с показателями старой технологии.

С 1976 г. строители начали получать комплектное оборудование технологической линии по сварке тяжелых сеток производительностью 10—15 тыс. т, гибочные станки и вспомогательную оснастку для укрупнительной сборки сеток в пространственные каркасы. Массовое внедрение нового оборудования требует изменения технологии арматурных работ, основанной на унификации сеток, и способов армирования. ЦНИИПромзданий, ГИПРОМЕЗ и ЦНИИОМТП разработали сортамент унифицированных арматурных изделий для предприятий горнорудной и металлургической промышленности. Конструктивной особенностью сеток и каркасов из них является расположение распределительной арматуры диаметром до 10 мм с шагом 600 мм. Доказана целесообразность армирования фундаментов под колонны каркаса только в растянутой зоне. Это позволяет на 25—35% снизить расход арматурной стали по сравнению с решениями, предусматривающими армирование отдельными стержнями и почти вдвое по сравнению с несущими арматурными каркасами. Если ранее внедрение несущих каркасов обосновывалось возможным эффектом от механизированного монтажа армоопалубочных блоков, то новая технология обеспечивает тот же эффект за счет монтажа опалубочных несущих блоков с навешенной на опалубку арматурой. При внедрении новой технологии сварки тяжелой арматуры и механизированного монтажа сеток, каркасов и опалубочно-арматурных блоков трудоемкость арматурных работ к концу пятилетки будет сокращена на 3—3,2 чел.-дн/т, а ее стоимость снижена на 22—26 р. Поскольку тяжелая арматура составляет 20—25% общего объема, то к концу пятилетия только за счет этого направления производительность на железобетонных работах повысится на 5—6%.

Расширение строительных работ в районах Сибири и на севере европейской части страны потребовало новых методов изготовления арматурных изделий и монтажных соединений в условиях низких температур. Разработано монтажное соединение арматурных стержней пружинными скрепками, изготовление сеток путем соединения рабочих стержней скрутками из проволоки и катанки на мобильных установках, способных работать у бровки котлована.

Резервы повышения производительности труда на арматурных работах имеются также в производстве и применении легкой арматуры. Пока строители получают от предприятия Минчермета лишь около 2% арматурной стали в виде сварных сеток из стали класса А-I. Основную же массу сеток изготавливают в цехах строительных организаций, что повышает трудоемкость на 22—25%. Необходимо решить проблему автоматизации технологических линий по изготовлению арматурных изделий и закладных деталей.

Технический прогресс на таком этапе как приготовление бетонной смеси связан с внедрением автоматизации на бетонных заводах, повышением коэффициента использования смесительного оборудования, оптимизацией размещения заводов, оборудованием карьеров сортировочными установками. Ведомственная разобщенность привела к тому, что в ряде районов строительства располагаются несколько заводов малой производительности, оборудование которых используется на 30—35%, велики потери цемента, высоки показатели неоднородности бетона.

Большим резервом повышения производительности труда является переход к укладке бетонной смеси с помощью бетононасосов и бетоноукладчиков. Если в среднем по стране в промышленном строительстве выработка на одного бетонщика в натуральных показателях за смену составила в прошлом году немногим более 2 м³, то в тресте Липецкстрой уже несколько лет при использовании даже бетононасосов с механическим приводом выработка достигает 4,5—5 м³. В течение года с использованием насосов укладывается до 100 тыс. м³ бетонной смеси, и трест имеет возможность условно высвободить до 250 бетонщиков. Переход к эксплуатации современных бетононасосов с гидравлическим приводом позволяет повысить сменную выработку до 6—6,5 м³, что означает рост производительности труда в 2—2,5 раза. Это подтверждает практика Главмосинжстроя и треста Череповецметаллургстрой. Резервы дальнейшего роста производительности труда в этой области заключаются в оснащении стройплощадки манипуляторами с шарнирносочлененными стрелами для распределения смеси, поступающей по бетоноводам непосредственно в конструкции, с четкой организацией доставки бетонной смеси. Оригинальные конструкции бетоноукладчиков с использованием стационарного бетононасоса создаются в Минтяжстрое СССР и в других строительных ведомствах. Новый механизм сочетает в себе преимущества бетононасоса и башен-

но-стрелового оборудования, обеспечивающего подачу бетонной смеси в любую точку на площади 450—600 м². Для объектов промышленного строительства бетоноукладчики могут иметь переносные башни и стрелы (с массой элемента до 2—3 т), устанавливаемые на заранее подготовленные позиции. Зарубежная практика показывает, что на один бетоноукладчик целесообразно иметь 4—5 позиций, 1—2 магистральных бетоноводы и инвентарные переносные бетоноводы общей длиной 60—80 м.

До сих пор основную массу бетона доставляют в самосвалах общего назначения. Между тем использование автобетоносмесителей с емкостью барабана 6—8 м³ позволяет сократить численность рабочих на транспортных операциях в 3—4 раза. Минстройдормаш и строительные министерства создали автобетоновозы на базе автомобилей ЗИЛ и МАЗ-503. Первые партии таких машин строительные организации получили в 1976 г. Однако объемы их производства не удовлетворяют потребность. В этой связи очень важно эффективно использовать новые машины — не распылять их по отдельным трестам, а

сосредоточить на наиболее важных объектах, где будет обеспечена интенсивная их эксплуатация не менее чем в две смены. Заводы Минстройдормаша, освоившие выпуск автосмесителей на базе МАЗ-503 (объем 2,5 м³) с механическим приводом, приступают к массовому производству автобетоносмесителей с объемом 3,5 м³ на базе автомобиля КраЗ-258. В Минтяжстрое создан автобетоносмеситель на полуприцепе вместимостью барабана 5 м³, прошли производственную проверку бадьевозы. На основе кооперации подготавливаются к производству автобетоносмесители и бетононасосы с гидравлическим приводом в зимнем исполнении. Опытные образцы этих механизмов прошли производственную проверку зимой 1976 г.

Одной из наиболее актуальных задач механизации бетонных работ является широкое внедрение ленточных бетоноукладчиков. Если в странах Западной Европы находится в эксплуатации около 7,5 тыс. насосов, а объем бетонных работ с их применением, например в ФРГ, достигает 60%, то в США при помощи насосов укладывается только 12—14% бетонной смеси, а больше половины

работ выполняется с использованием ленточных бетоноукладчиков. Созданные в нашей стране подобные машины подтвердили их высокую эффективность. Например, бетоноукладчик ЛБУ-20 имеет телескопическую стрелу и обеспечивает с одной позиции подачу смеси в любую точку на площади 700 м². На базе промышленных тракторов строительные министерства начали выпуск бетоноукладчиков со стрелами длиной 12—16 м.

Задачи повышения производительности труда на бетонных и железобетонных работах необходимо решать комплексно, включая вопросы совершенствования проектных решений конструкций, технологии и организации опалубочных, арматурных и бетонных работ, а также переоснащения производственной базы строительных организаций, вопросы поставки комплексов машин, механизмов, оснастки, вспомогательного оборудования.

Перечисленные направления механизации опалубочных, арматурных и бетонных работ позволят повысить к концу пятилетки производительность труда на 28—32%.

Д-р техн. наук, проф. Б. А. КРЫЛОВ, инж. А. А. ФОЛОМЕЕВ (НИИЖБ),
канд. техн. наук А. М. ГОРШКОВ (НИИ физико-химической механики
материалов и технологических процессов)

УДК 624.012.45.002.2

Современные проблемы заводской технологии производства железобетонных изделий

Промышленность сборного железобетона страны в настоящее время насчитывает свыше 4600 предприятий мощностью более 125 млн. м³ изделий. В 1975 г. были заняты около 727 тыс. человек. Стоимость основных фондов предприятий превышает 8,5 млрд. р. За годы девятой пятилетки средняя выработка на одного работающего повысилась на 69 м³ железобетонных изделий и достигла в 1975 г. 236 м³.

В общей сумме затрат на строительно-монтажные работы по стране свыше 25% составляет стоимость сборных железобетонных изделий. Еще более значителен их удельный вес в крупнопанельном домостроении — 40—47% общей стоимости строительно-монтажных работ и 53—63% стоимости всех потребляемых на стройплощадке материалов и

изделий. Примерно на таком же уровне находится удельная стоимость сборных железобетонных конструкций в производственных зданиях. Несмотря на достигнутые успехи, в десятой пятилетке отрасль получит новую форму развития, связанную с пересмотром ее организации и технического оснащения.

Поставленные XXV съездом КПСС задачи должны решаться, основываясь на использовании достижений передовой науки и техники, и осуществляться в первую очередь за счет реконструкции действующих предприятий, замены на них устаревшего оборудования новым, высокопроизводительным, обеспечивающим коренное улучшение качества изделий и снижения их стоимости. Производство сборных конструкций будет развиваться по пути дальнейшей специали-

зации, совершенствования организации труда, системы снабжения и управления.

Достигнутый уровень механизации на заводах не отвечает современным требованиям. В результате трудоемкость производства остается еще высокой и неравномерной по переделам. Наибольшие трудозатраты имеют место в формовочных (36,3—41%) и арматурных (27,9—20,3%) цехах, а также при обслуживании производственных цехов в ремонте оборудования (16,7—16,9%). При этом доля ручного труда остается еще высокой и достигает при выполнении заводских и цеховых транспортных операций — 68%, арматурных работ — 38, формовочных операций — 36, приготовлению и подаче смеси — 30%, складских операций — 26%.

Повышение производительности труда в промышленности сборного железобетона в текущей пятилетке составит около 38%, в том числе за счет повышения технического уровня — на 17, улучшения организации производства и труда — на 12, изменения объема и структуры производства — на 7 и прочих факторов — на 3%.

Процесс технического совершенствования промышленности сборного железобетона в настоящее время характеризуется вытеснением мелких предприятий крупными, более механизированными.

При средней мощности заводов промышленности сборного железобетона 25 тыс. м³ (по данным 1975 г.) по Главмоспромстройматериалам она достигла 170 тыс. м³, Минтяжстрою СССР — 52 тыс. м³, Минстрою СССР — 48 тыс. м³, а Минсельстрою СССР — 21 тыс. м³. Это показывает как различен уровень концентрации производства, что существенно сказывается на общей эффективности предприятий, включая и производительность труда. Усиление специализации обеспечивает рост производительности труда и снижение себестоимости продукции, так как предполагает приведение продукции каждого завода, цеха или технологической линии в соответствие с имеющимся оборудованием, в результате чего можно достигнуть более высоких показателей использования производственных мощностей. По данным НИИЭС, на предприятиях с примерно равным коэффициентом использования мощности (в пределах 0,8—0,9) увеличение удельного веса профилирующей продукции с 50 до 90% позволяет повысить использование производственной мощности с 0,53 до 0,88 и сократить удельный вес нетиповых конструкций с 30 до 5%.

Процесс концентрации производства сборного железобетона приводит к тому, что численность персонала на предприятиях увеличивается медленнее роста их мощности. Так, если принять годовую выработку работающих на заводах мощностью до 30 тыс. м³ в год за единицу, то на предприятиях мощностью 50—100 тыс. м³ она увеличивается до 1,16; мощностью 100—200 тыс. м³ — до 1,85, а более 200 тыс. м³ — до 2,53.

Основным направлением повышения уровня специализации и концентрации производства следует считать создание территориальных объединений; имеющийся опыт показал их эффективность. Однако более широкое развитие новых организационных форм сдерживается в первую очередь тем, что некоторые министерства и ведомства не создали генеральных схем управления подведом-

ственными предприятиями, четко не определили какими должны быть объединения, его права и обязанности.

За последнее десятилетие в отрасли увеличивается удельная стоимость основных фондов, что является одной из причин некоторого снижения фондоотдачи. Этот процесс не следует рассматривать как снижение эффективности, ибо он связан с качественными изменениями выпускаемой продукции, вызывавшими рост численности и оснащения. Существенные предпосылки для повышения фондоотдачи связаны с использованием резервов мощности. На передовых заводах выпуск продукции на 1000 р. основных фондов в 2—2,5 раза выше уровня, достигнутого в среднем по отрасли. Повышение технической оснащенности сказалось на улучшении условий труда. Уровень механизации трудоемких процессов в среднем по промышленности достиг 70—75%, а на передовых предприятиях — 80—88%.

Рост удельного веса наиболее активной части основных фондов — производственного оборудования — является фактором, повышающим эффективность общественного производства при условии, что он должен обязательно сопровождаться снижением удельных капиталовложений и затрат труда на единицу выпускаемой продукции. В промышленности сборного железобетона активная часть основных фондов составляет в среднем около 30%, а удельный вес зданий и сооружений — около 70% при среднем в целом по промышленности 61%. На специализированных предприятиях удельный вес стоимости оборудования достигает 39%, зданий — не превышает 58%, остальные 3% расходуются на прочие виды оснащения. На заводах небольшой мощности удельный вес стоимости оборудования составляет 22—24%, а средней мощности — 28—33%. Сравнение этих данных позволяет сделать вывод о том, что при современном техническом уровне и организации производства сборного железобетона доля оборудования 35—39% в общей сумме основных фондов может считаться приемлемой. В перспективе этот показатель значительно возрастет. Уменьшенный уровень фондоотдачи во многом зависит от диспропорции между техническим оснащением основных и вспомогательных подразделений, так как на большинство действующих и строящихся по типовым проектам предприятий совершенствуется главным образом основное производство. На фондоотдачу отрицательно влияет медленный ввод в действие и реконструкция. По нормативным срокам продолжительность строительства предприятий

сборного железобетона составляет 1,5—2 года, фактически же более.

Рост производительности труда зависит от уровня технического вооружения предприятий и его соответствия современным тенденциям развития народного хозяйства. Генеральным направлением перевооружения отрасли сборного железобетона следует считать переход к автоматизированному производству изделий. Этот процесс нужно рассматривать как изменяющийся в зависимости от уровня специализации предприятий или линий, масштабов выпускаемой продукции, обеспеченности исходными материалами и состояния отработанности технологии. Целесообразно автоматизацию развивать по двум основным направлениям. Первое — автоматизация, охватывающая выполнение всех операций, контроль качества и регулирование технологических процессов, осуществление которой реально возможно на узко-специализированных технологических линиях. Второе — частичная автоматизация механизированных процессов, которая целесообразна на многих предприятиях, выпускающих широкую номенклатуру изделий. Такое разделение имеет ряд общих проблем, главная из них — совершенствование передела формирования изделий. При формировании необходимо совмещать процессы укладки и уплотнения бетонной смеси, обеспечивающие достижение требуемого качества лицевых поверхностей изделий без дополнительной обработки, снижать уровень вибрации и шума в помещениях, разрабатывать и внедрять новые способы формирования (роlikовое прессование, центробежный способ, комплексное вакуумирование, безопалубочные методы и др.). В совокупности все это должно исключить применение ручного труда и внутрицикловые простои. Решение этой задачи надо рассматривать не только с точки зрения возможности автоматизации передела формирования, но и как неиспользованный резерв повышения производительности предприятий.

Для повышения уровня механизации изготовления арматурных каркасов целесообразно значительно увеличить централизованный выпуск заводами черной металлургии массовой товарной сетки и создать в министерствах специализированные предприятия, обеспечивающие потребности. Применение конвейерных линий или специализированных агрегатов по изготовлению законченных арматурных каркасов или их отдельных элементов и закладных деталей позволит повысить уровень механизации и автоматизации арматурных работ.

Важное значение имеет обеспечение

заводов сборного железобетона парком форм пониженной металлоемкости, исключающих ручной труд при распалубке, сборке и подготовке форм. Снижение металлоемкости форм должно осуществляться за счет повышения обрабатываемости, использования при проектировании гнутых профилей, централизованное производство которых начинается с 1978 г., переход к трехточечному опиранию вместо четырехточечного и др. Трудоемкость обслуживания форм можно уменьшить путем оснащения постов технологических линий механизмами открывания и закрывания бортов, а также их своевременной чисткой и смазкой.

В технологии заводского производства следует применять современные методы и агрегаты тепловлажностной обработки изделий, нагретые бетонные смеси, различные химические добавки, в том числе сокращающие сроки твердения, быстротвердеющие и особо быстро твердеющие цементы. В проектах новых заводов необходимо предусматривать также более совершенные технологические линии. В настоящее время основным способом является агрегатно-поточный, значительное место занимает стендовая технология, доля же конвейерного производства в общем объеме выпуска сравнительно невелика. Произойдут изменения и в объемах выпуска продук-

ции. На агрегатно-поточных линиях в 1980 г. выпуск уменьшится на 9%, на кассетных — на 15% по сравнению с 1975 г., а на конвейерных увеличится в 3,2 раза. Рост доли конвейерного производства произойдет потому, что на них из-за более узкой специализации рабочих постов можно осуществить полную механизацию, а в ряде случаев и автоматизацию. Агрегатно-поточные линии будут развиваться по пути более полного использования машинного времени оборудования, применения новых приемов формования изделий и механизации технологических операций, приближаясь к конвейерным линиям периодического действия.

Увеличение эффективности стендовых линий, которые и впредь останутся единственными для изготовления на них крупноразмерных, в том числе преднапряженных, конструкций, будет осуществляться в направлении повышения механизации, в первую очередь процессов формования, арматурных работ и применения экономически эффективных режимов твердения. Для этого целесообразно использовать формование с системой шаговой вибрации для уплотнения смеси, технологию непрерывного безопалубочного формования, мощные агрегаты для натяжения арматуры, в том числе непрерывно навиваемой, и эффективных электронагревательных устройств.

Планируется дальнейшее развитие и совершенствование полносборного домостроения — увеличение мощности предприятий и расширение сети ДСК, что позволит значительно сократить трудозатраты и сроки строительства, перенести максимально возможное число трудовых процессов в заводские условия. Большое внимание будет уделено реконструкции действующих заводов. Министерам и ведомствам необходимо осуществить анализ работы своих предприятий для создания общих технологий заводов и отдельных линий, с учетом которых создать единые рекомендации для разработки проектов расширения и реконструкции, предусматривающие применение не только серийно выпускаемого оборудования, но и изготавливаемого собственными силами.

В десятой пятилетке в области заводского производства сборного железобетона расширятся исследования по совершенствованию организации производства и улучшению организации труда, направленные на повышение качества изделий и эффективности. С целью повышения требований к выполнению технологической дисциплины необходимо разработать, с учетом накопившегося большого опыта, обязательные для всех предприятий технологические нормы производства работ по изготовлению сборных железобетонных изделий.

Директор Гипростроммаша В. С. НИФОНТОВ,
начальник технического отдела Я. М. АЙЗЕНБЕРГ

УДК 624.012.45.69.002.5

Новое оборудование для автоматизации и механизации производства

В постановлении Совета Министров СССР «О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве» сформулированы задачи по обеспечению научно-технического прогресса, одной из которых является разработка и внедрение новых технологических процессов и оборудования для производства сборных железобетонных конструкций, что должно обеспечить значительное повышение производительности предприятий.

Институт Гипростроммаш разработал в 1976 г. проект головного завода КПД мощностью 176 тыс. м² общей площади в год, предназначенного для комплекс-

ного выпуска изделий блок-секций крупнопанельных жилых домов. После производственной проверки проект завода станет основой типовых проектов нового поколения заводов, по которым будет осуществляться их строительство. Технология и оборудование типового проекта будут использованы при реконструкции действующих предприятий КПД.

При проектировании технологических линий головного завода приняты следующие технологические решения. Для производства наружных стеновых панелей предусматривается конвейерная линия типа двухъярусного стана, укороченная за счет применения подогретых бетонных смесей и эффективной тепловой их обработки с уплотнением.

Для выпуска внутренних стеновых панелей предусматривается конвейерная линия типа двухъярусного стана, также укороченная за счет применения горячих бетонных смесей и двухстадийной тепловой обработки (первая стадия — в подземных щелевых, вторая — в напольных камерах). Бетонная смесь уплотняется вибропротяжкой, разработанной НИИЖБ и Гипростроммашем.

Производство железобетонных доборных изделий будет осуществляться на конвейерно-поточной линии с уплотнением на виброплощадках и столах ударного действия.

Для производства железобетонных санитарно-технических кабин типа «копак» предусматривается конвейерная

линия с двухстадийной тепловой обработкой (первая стадия — в формовочной машине, вторая — в напольных камерах).

Чтобы обеспечить разнообразие вариантов высококачественной отделки наружных стеновых панелей, применяется специальное оборудование для подачи материалов, приготовления и транспортирования декоративно-отделочных смесей, а также устройство для нанесения декоративно-окрасочных покрытий.

Принятые решения обеспечивают однотипность технологического оборудования основных производственных линий, что облегчает его изготовление, комплектацию и ремонт, а также более высокие технико-экономические показатели по сравнению с другими методами изготовления и достижение большей технологической гибкости производства.

Гипростроммаш разработал оборудование и запроектировал три предприятия объемно-блочного домостроения:

Краснодарский завод мощностью 112 тыс. м² общей площади в год для домов городского типа, уже сданный в эксплуатацию в 1974 г.;

Гулькевичский завод мощностью 50—60 тыс. м² общей площади в год для строительства домов в сельской местности, в настоящее время осваивается его проектная мощность;

Пятигорский цех мощностью 2300 спальных мест для курортного строительства.

Эти предприятия рассчитаны на выпуск объемных блоков типа «лежащий стакан» — монолитную объемную пятистенную конструкцию из керамзитобетона, без наружной стены, которую изготавливают отдельно и монтируют на специальном сборочном посту. Благодаря наличию приставной наружной стеновой панели заводы ОБД выпускают дома с различной отделкой фасадов.

Изготовление объемных блоков предусматривается на специализированной конвейерной линии, оборудование которой изготовлено и пущено в эксплуатацию. Конвейерные линии укомплектованы специализированными отделочными машинами и инвентарем, позволяющим механизировать процессы нанесения шпаклевки, окраски и сушки отделанных поверхностей.

В настоящее время Госгражданстрой принял решение ограничить строительство новых предприятий впредь до завершения работы на действующих и строящихся заводах объемно-блочного домостроения и определения наиболее прогрессивных технологических направлений.

В 1976 г. Гипростроммаш разработал также проектные предложения завода

будущего¹ по производству железобетонных конструкций для промышленного строительства и занял 2-е место при рассмотрении результатов конкурса.

Анализ производства пустотных плит перекрытий в нашей стране и за рубежом позволил определить основные принципы более совершенной технологии их производства, осуществление которых позволило повысить эффективность производства за счет увеличения производительности, полной механизации и автоматизации процессов. К ним относятся:

конвейерная технология с перемещаемыми поддонами;

общая компоновка линии по вертикально-замкнутой схеме с эффективным использованием производственной площади;

непрерывный цикл тепловой обработки в вертикальной камере, расположенной в конце линии формования, с использованием для остывания изделий возвратного пути в тоннеле под линией формования;

применение поворотных упоров на поддонах для плавного отпуска усилия натяжения и обрезки концов арматуры на отдельном посту после съема изделия;

использование машины для непрерывного формования пустотных плит на поддонах с немедленной распалубкой, обеспечивающей качество уплотнения и необходимую чистоту поверхностей, не требующей дополнительной обработки.

НИИЖБ в сотрудничестве с Гипростроммашем проводит комплекс исследований для выявления режимов работы формовочного оборудования и изменений в конструкции изделий. Изготовлен экспериментальный образец формовочной машины 22-74/1, на котором исследуются процессы формования и обработки изделия. В результате разработана конвейерная линия по производству пустотных плит перекрытий шириной 2,4 м.

Липецким филиалом ЭКБ Минтяжстроя СССР разработан проект цеха в составе конвейерной линии, арматурного производства и отделения для подачи бетонной смеси. По согласованию с Главлипецкстроем, такой цех по производству пустотных плит перекрытий будет построен на полигоне ЖБИ № 1 Липецка.

Напорные железобетонные трубы в нашей стране производят в основном методом виброгидропрессования; други-

ми методами изготавливают только 6—7% таких труб.

В настоящее время Союзводоканалпроект, НИИЖБ и Гипростроммаш разрабатывают конструкцию, технологию изготовления и оборудование для производства виброгидропрессованных труб диаметром 2000 мм.

Рядом организаций разработаны технология, оборудование и конструкция железобетонных напорных труб диаметром 500 мм, длиной 10 м с металлическим цилиндром. На трех заводах начато их опытно-промышленное производство.

В ближайшие годы заводы Минстройдормаша и других ведомств будут производить комплекты оборудования для производства напорных труб с металлическим цилиндром диаметром 300—600 мм, длиной 10 м.

Институтом строительства и архитектуры БССР совместно с НИИЖБ были исследованы железобетонные виброгидропрессованные трубы со спирально-перекрестным армированием, выпускаемые на ДСК № 2 в Минске. Есть основание положительно оценить использование нового вида армирования, особенно перспективного для труб большого диаметра. На основе этих работ Гипростроммаш разрабатывает техническую документацию на опытное оборудование для спирально-перекрестного армирования.

Гипростроммашем совместно с Московским заводом железобетонных труб создана простая и надежная конструкция виброплощадки, представляющая собой две платформы, одна из которых закреплена на фундаменте, а вторая, с резиновыми амортизаторами, установлена на ней.

В последние годы в нашей стране проводятся разработка и внедрение способа радиального прессования безнапорных труб. Формование выполняется в вертикальных формах вращающейся роликовой головкой, которая одновременно поднимается. Прессование производится роликами, их образующие расположены на внутреннем диаметре формируемой трубы. Ниже роликов находится заглаживающий цилиндр, диаметр которого равен внутреннему диаметру трубы. Бетонная смесь уплотняется между стенкой формы и катящимися роликами, заглаживающий цилиндр препятствует разрушению отформованного изделия и одновременно заглаживает его внутреннюю поверхность.

Такой способ позволяет производить бетонные и железобетонные трубы с высокими геометрическими и физическими характеристиками, отвечающие всем требованиям стандартов, а также высококачественные низконапорные трубы.

¹ Махалов Л. С., Цыганков И. И. Конкурс на проект завода по производству сборных конструкций для промышленного строительства. — «Бетон и железобетон», 1977, № 8.

Способ является одним из самых производительных, не требует большого парка стальных форм, так как обеспечивает их немедленную распалубку.

Расчет экономической эффективности внедрения трубоформовочных станков радиального прессования показал, что этот способ является наиболее экономичным и высокопроизводительным при производстве бетонных и железобетонных труб. Его недостатком является ограниченная от 2 до 3,5 м длина труб диаметром 300—1000 мм.

В СССР созданы и серийно выпускаются станки СМЖ-194 для формирования бетонных труб диаметром 300—600 мм, длиной 2,5 м; СМЖ-399 для формирования железобетонных труб диаметром 800—1200 мм, длиной 3,5 м. Эксплуатация подтвердила высокую работоспособность и производительность станков. Их технико-экономические показатели не уступают показателям аналогичных зарубежных станков.

Для формирования труб диаметром 1400—2400 мм, длиной 5 м в 1975 г. разработан проект трубоформовочного станка СМЖ-419 с комплектом технологического оборудования.

Гипростроммашем выполнены работы по созданию новых машин и линий для изготовления арматуры ненапряженных изделий, которые приняты к серийному производству на заводах Минстройдормаша. В комплексе с машинами и линиями, созданными другими организациями, эти машины и линии позволяют механизировать и автоматизировать основные переделы технологического процесса производства арматуры на заводах сборного железобетона, в том числе работы по сварке арматуры.

Ленинградским заводом «Электрик» совместно с Гипростроммашем созданы новые сварочные машины МТМ-33 и МТМ-35, которые используются на автоматических линиях для сварки арматурных сеток.

На бологовском заводе «Строммашина» к серийному производству приняты комплекты оборудования, позволяющие компоновать четыре варианта линий для сварки узких сеток. Линии 7728/1 и 7728/2А с использованием электросварочной машины МТМ-09 и предназначены для изготовления сеток шириной до 600 мм. Линии 7728/3 и 7728/4 для изготовления сеток шириной до 800 мм компонуются со сварочной машиной МТМКЗ×100-4.

Совместно с ЦНИИЭП жилища разработан механизм 7798 для изготовления арматурных сеток, в которых поперечные стержни поочередно смещены к противоположным краям. Это дает воз-

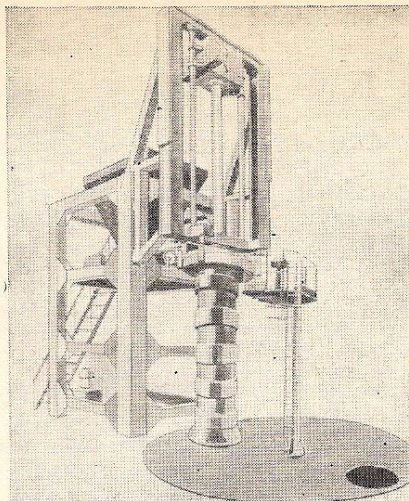


Рис. 1. Станок СМЖ-329 для формирования бетонных и железобетонных труб диаметром 800, 1000 и 1200 мм

можность экономить до 15% стали в плитах перекрытий крупнопанельных домов.

Для сварки тяжелых сеток шириной до 1200 мм с продольной арматурой до 40 мм ленинградский завод «Электрик» с участием Гипростроммаша разработал новую электросварочную машину МТМ-35. На базе этой машины создается автоматическая линия.

Для сварки и сборки арматурных каркасов плоскостных железобетонных изделий на бологовском заводе «Строммашина» освоено производство новых вертикальных установок СМЖ-286 и СМЖ-56а, а также горизонтальной установки СМЖ-54А. Завод «Электрик» разработал новые клещи КТГ-8-4, которыми будут оснащены эти установки.

Для сборки и сварки арматурных кар-

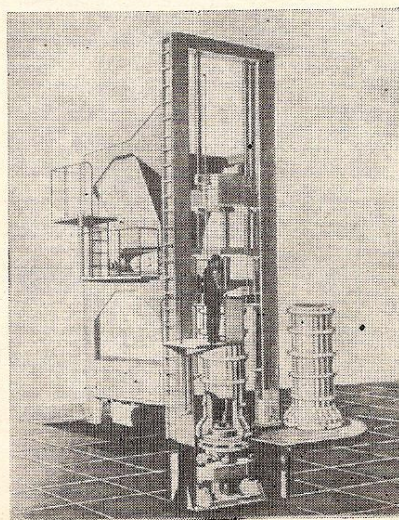


Рис. 2. Станок для изготовления бесшовных труб диаметром 300—600 мм

касов этот же завод производит установку СМЖ-331 для изделий длиной до 18 м и СМЖ-322 для изделий длиной до 9 м. Контактная сварка арматуры осуществляется клещами К-243В, изготавливаемыми каховским заводом электро-сварочного оборудования.

Для сварки арматурных каркасов железобетонных труб на челябинском заводе «Строммашина» серийно выпускается установка СМЖ-117А; Гипростроммашем создается новая установка для изготовления каркасов труб диаметром до 2400 мм.

Дистанционно-автоматическое управление, применяемое в отдельных машинах и поточно-конвейерных линиях, позволяет строго поддерживать заданный ритм в технологическом переделе, без вмешательства обслуживающего персонала соблюдать последовательность операций. Автоматическое управление позволяет свести к минимуму обслуживающий персонал. Автоматизируются такие технологические переделы, как загрузка расходных емкостей заполнителей и цемента бетоносмесительных цехов, тепловая обработка изделий в камерах периодического действия, кассетах, спецформах и т. п.

В последние годы наряду с электрической и электронной аппаратурой Гипростроммаш все шире стал внедрять пневмоавтоматику. В содружестве с Усть-Каменогорским заводом приборов, на базе универсальной системы элементов пневмо-промышленной автоматики (УСЭППА) созданы системы для автоматизации процессов тепловой обработки в камерах периодического действия (ПУСК-ЗП), кассетах и формах (ПУСК-ЗС), приготовления бетонной и растворной смесей (ЦИКЛ-БС). Все системы приняты в серийное производство. На базе этого оборудования разрабатываются и частично уже разработаны типовые проекты.

Отличительная особенность систем, построенных на пневмоаппаратуре — высокая надежность, простота эксплуатации и ремонта, безопасность, относительно малые габариты. Их поставляют с комплектующими пневмоприводами, исполнительными механизмами, элементами автоматики — воздухораспределителями, конечными выключателями, датчиками и пр.

В настоящее время в Гипростроммаше выполняется работа по использованию линейных асинхронных электродвигателей для привода транспортных линий, после завершения которой в строительную индустрию будет внедрен принципиально новый привод, отличающийся высокой надежностью и простотой эксплуатации.

К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии, близкой к разрушению

Среди задач, которые предстоит решать или уточнять в теории железобетона, видное место занимает изучение деформаций и деструктивных процессов, протекающих в стадии, близкой к разрушению. Известно, что предельное укорочение бетона при испытании образцов на центральное сжатие гораздо меньше, чем в железобетонных конструкциях или во внецентренно-сжатых образцах при изгибе, особенно, если имеется значительный эксцентриситет приложения силы. В работе [1] отмечено, что высокопрочную продольную арматуру в колоннах с косвенным армированием удается использовать до тем более высоких напряжений, чем выше процент продольного армирования. Эти и подобные им явления объясняются нисходящей ветвью диаграммы $\sigma(\epsilon)$ для бетона, однако эта ветвь еще недостаточно изучена.

В проекте «Образцового кодекса для железобетонных конструкций», разработанном Европейским комитетом по бетону, предлагается для сжатия схематическая диаграмма $\sigma(\epsilon)$ с нисходящей ветвью, причем указывается, что в зависимости от составляющих бетона и скорости деформирования вершине диаграммы соответствует абсцисса величиной от 2 до 2,5%; наибольшая деформация достигает 3,5—7%, а напряжение при этом составляет 75—25% максимального. Однако этих данных, очевидно, недостаточно для конкретных расчетов. Обычно нисходящую ветвь обнаруживают при испытании бетона на сжатие или на растяжение с постоянной скоростью деформирования (рис. 1, 2). Как видно из рис. 1, изменением значения постоянной скорости деформирования меняется и очертание диаграммы, но ничего неизвестно о том, каково очертание диаграммы при переменной скорости деформирования. Между тем в сечении стержня с возрастающей кривизной скорости деформирования разных волокон различны, меняется положение оси, на которой удлинение равно нулю, и, если она располагается в пределах сечения, то нулевой деформации отвечает напряжение, не равное нулю. Следует полагать, что закономерности

нисходящей ветви связаны с накоплением повреждений материала, требующим известного времени и протекающим тем быстрее, чем выше напряжение. Если напряжение падает, накопление повреждений замедляется и при достаточном снижении напряжения оно может практически прекратиться. При неоднородной деформации напряжения в сечении перераспределяются, но, чтобы несущая способность не была превзойдена даже при весьма длительном воздействии нагрузки, по всему сечению должны установиться напряжения, не достигающие длительной прочности материала.

Не располагая теоретическими данными для анализа подобных процессов,

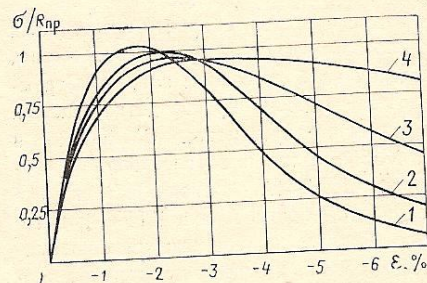


Рис. 1. Диаграммы $\sigma(\epsilon)$ для сжатия при разных скоростях нагружения, по данным работы [2]
1 — $V_{\epsilon} = 1\%/мин$; 2 — $V_{\epsilon} = 1\%/ч$; 3 — $V_{\epsilon} = 1\%/сут$; 4 — $V_{\epsilon} = 1\%/100\text{ сут}$

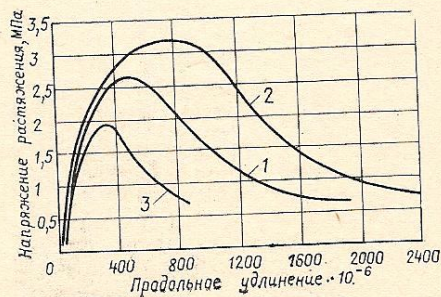


Рис. 2. Диаграммы $\sigma(\epsilon)$ для растяжения, по данным работы [3]
1 — состава 1:1:2 с $B/C=0,45$ в возрасте 65 сут; 2 — состава 1:2:4 с $B/C=0,6$ в возрасте 270 сут; 3 — состава 1:3:6 с $B/C=0,9$ в возрасте 70 сут

мы вынуждены, например, при решении вопросов о длительной прочности изгибаемых конструкций опираться на результаты экспериментов, которые из-за их трудоемкости и длительности немногочисленны. Выводы некоторых исследований [4, 5] не согласуются между собой, что заставило, впредь до более глубокого и полного изучения, принять в нормах достаточно осторожные рекомендации. Это подтверждает практическое значение разработки теории накопления повреждений, в первую очередь для одноосного сжатия и для бетонов наиболее широко применяемых видов и марок. Однако элементы конструкций в стенках балок, изгибаемых плитах, балках-стенках и т. п. испытывают двухосное напряженное состояние, а в колоннах с косвенным армированием, реакторах, их защитных оболочках, деталях железобетонного машиностроения и многих гидротехнических сооружений они интенсивно напряжены по трем осям. Прочность бетона в этих условиях, разумеется, изучали, однако имеющиеся данные были получены преимущественно при простом (пропорциональном) нагружении или произвольно выбранном его изменении. Следует полагать, что прочность может ощутимо, а в некоторых условиях даже существенно зависеть от того, через какое напряженное состояние идет материал, прежде чем исчерпается его сопротивление. Ранее отмечалось, что бетон, доведенный при сжатии в объеме до значительных деформаций, но еще способный повышать свое сопротивление, сохранял после снятия обоймы связность и не имел видимых трещин. Однако при дальнейшем испытании на одноосное сжатие оказывалось, что его прочность снижалась на несколько десятков процентов. Аналогичные результаты получены и в опытах НИИЖБ, когда образцы, подвергавшиеся испытанию на трехосное сжатие, не одинаковое по трем осям, испытывали повторно, но уже на одноосное сжатие. В этих случаях структура бетона, уже пронизанная микротрещинами, но еще способная сопротивляться возрастающей нагрузке того же характера, обнаруживала пониженное сопротивление в ином сочетании напряжений. Видимо, пока не достигнута граница ошутимого развития микротрещин, можно более или менее безнаказанно переводить материал из одного вида напряженного состояния в другое. С отмеченной опасностью снижения сопротивления надо, однако, считаться, когда произошло повреждение структуры и в тем большей степени, чем накопленные повреждения серьезней. Очевидно, мы здесь вступаем в еще более сложную и неизученную область,

которой теория железобетона должна овладеть.

Последовательность разработки этой задачи можно себе представить следующим образом. На первом этапе определяются условия прочности бетона при простом (пропорциональном) нагружении и различных сочетаниях главных напряжений. Это в значительной степени выполнено для тяжелых крупнозернистых бетонов на цементном вяжущем при обычной продолжительности лабораторных испытаний. На следующем этапе надо выявить область напряженных состояний, в пределах которой накопление повреждений настолько незначительно, что практически не влияет на условие прочности. Этап этот очень важен. Если, например, осуществляется предварительное напряжение, не выходящее за пределы упомянутой области, то при действии нагрузок, которым конструкция должна противостоять, условие прочности, найденное при простом нагружении, сохранит еще силу. Дальнейшие этапы относятся уже к исследованию накопления повреждений при разных нагружениях. Желательно к этому времени располагать достаточно проверенной теорией накопления повреждений для наиболее простого и важного вида напряженного состояния — одноосного сжатия.

Если вспомнить о разнообразии применяемых в строительстве марок и видов бетона (крупнозернистых и мелкозернистых, на плотных и пористых заполнителях, на цементном вяжущем без добавок и с добавками, влияющими на механические свойства, на полчмерных вяжущих, а также бетонополимеров), то создается представление об огромном объеме необходимых исследований рассматриваемой проблемы, поэтому надо искать более быстрое решение вопроса.

Путь, который можно рекомендовать, не легок, а для того, чтобы его проложить, потребуется немало творческих усилий и специальных экспериментальных исследований. Это разработка механики разрушения бетона, являющейся новой ветвью бетоноведения, еще только создающейся. Ее гипотезы требуют проверки, весьма возможно уточнения или даже изменения. Она, однако, учитывает структуру бетонов и со временем даст возможность перехода при помощи пересчета от одних бетонов к другим. Эксперимент тогда будет нужен для контроля результатов, найденных теоретически, а не для возобновления поисков основных зависимостей для каждого вида бетона. Объем и трудоемкость опытов сократятся, а процесс исследования ускорится. В расчетах, связанных с механикой разрушения бето-

на, надо будет, разумеется, воспользоваться мощной вычислительной техникой, не забывая о стохастическом характере величин, которыми мы оперируем в наших расчетах. Как бы тщательно ни выбирались теоретические зависимости, сколь бы ни были удачны математические методы решения возникающих задач, данные опыта неизбежно будут отклоняться от теоретических, поэтому целесообразно применение инженерных упрощений, выбираемых с учетом особенностей рассматриваемой задачи.

Примером может служить анкеровка арматуры в бетоне. Сцепление, как известно, также имеет нисходящую ветвь: при приложении усилия к арматурному стержню силы сцепления постепенно распространяются по его длине и в то время, когда на некотором расстоянии от торца образца эти силы достигают максимума, у нагруженного конца они уже снижаются. Помимо таких своеобразных факторов, как опасность раскалывания бетона, характерна последовательная работа участков стержня (выступов периодического профиля) и значительная изменчивость их поведения, поэтому чем больше длина анкеровки, тем меньше коэффициент вариации ее сопротивления. На этом основании в работе [6], а затем и в нормах запас требуемой длины анкеровки введен не умножением средних ее величин, отвечающих данным эксперимента, на постоянный множитель, а прибавлением слагаемого, независимого от исходной длины и имеющего постоянное значение при данном соотношении характеристик материала и условий опыта. Обеспеченность расчетных длин оказалась при этом практически постоянной.

До сих пор мы имели в виду силовые воздействия, изменяющиеся относительно медленно и не многократно. Из работы [7] видно, что процесс разгрузки бетона с достаточно высокого уровня напряжений сопровождается возникновением новых повреждений дополнительно к созданным при нагружении. Известно также, что после длительного сжатия снижается сопротивление бетона растяжению. Эти исследования помогают понять процесс накопления повреждений при многократно повторной нагрузке. Если величина размаха достаточна, то каждое нагружение и каждая разгрузка вносят свою лепту в повреждение бетона и арматуры. Чем больше развиваются микротрещины, тем быстрее идет дальнейшее накопление повреждений пока они не завершаются усталостным разрушением.

Иные особенности наблюдаются при быстром, например порядка десятой доли секунды, разрушении материала

или конструкции. Предел текучести арматуры (физический или условный) в той или иной мере повышается, растет также прочность бетона. Упрочняются железобетонные элементы при центральном и внецентренном сжатии, а также при изгибе [8]. Это можно объяснить недостатком времени для развития повреждений по сравнению с условиями статических испытаний. Есть, однако, одно исключение, которому необходимо еще найти объяснение: сопротивление балок без поперечной арматуры действию поперечных сил не только не растет при быстром нагружении, но оказывается существенно ниже, чем при статической нагрузке. Не всегда также можно воспользоваться динамическим упрочнением материалов и конструкций. Если воздействие, вызвавшее быструю деформацию, сохраняет свое значение и тогда, когда она достигла максимальной величины, скорость деформирования становится равной нулю и эффект динамического упрочнения пропадает.

Кроме механических конструкции подвергаются физическим воздействиям, а также влиянию адсорбционно-активных и агрессивных сред. Влияние высоких (и повышенных) температур на жаростойкие (а также и обычные) конструкции обстоятельно изучено. Это очень весомый вклад в разработку предусмотренного нормами предельного состояния разрушения конструкций под совместным воздействием нагрузок и неблагоприятных влияний среды.

Для случая адсорбционно-активных и агрессивных сред разработка расчетов по этому предельному состоянию продвинулась пока еще незначительно. Наиболее изучено воздействие адсорбционно-активной среды — воды. Учитывается влияние водонасыщения бетона на его прочность при действии статических нагрузок. Но при этом пренебрегают эффектом восстановления прочности при продолжительном воздействии воды. Выявлено, что выносливость бетона в водонасыщенном состоянии снижается. При очень же быстром однократном нагружении прочность водонасыщенных образцов выше прочности сухих [9]. Водонасыщение снижает параметрические уровни трещинообразования R_t^0 и R_t^y , в чем непосредственно сказывается адсорбционное облегчение образования микротрещин [10]. Предпринимаются попытки связать для тяжелых бетонов на цементном вяжущем все механические характеристики, используемые в нормах проектирования, с влажностным состоянием материала, при этом, однако, существенное влияние оказывают технологические факторы, в частности введение добавок. Тем более различным мо-

жет быть влияние адсорбционно-активных сред на бетоны иных видов, например на бетоны на пористых заполнителях.

Влияние среды на скорость накопления повреждений вероятно может быть отражено через параметры, связывающие ее с уровнем действующих напряжений и значением прочности. Однако при рассмотрении длительных процессов помимо факторов, снижающих прочность, надо было бы во многих случаях учитывать продолжающееся структурообразование, которое одни среды (особенно водная) могут интенсифицировать, другие — тормозить.

Для того чтобы научиться учитывать изменение свойств конструкций составляющих их материалов, а также сцепления между ними под влиянием силовых воздействий и среды, теория железобетона должна пройти длинный и трудный путь. Но результаты предстоящей работы могут использоваться для практических целей по мере их получения, поэтому представляется своевременным привлечь внимание исследователей к проблемам, затронутым в настоящей статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистяков Е. А., Бакиров К. К. Высокопрочная арматура в сжатых элементах с косвенным армированием. — «Бетон и железобетон», 1976, № 8.
2. Рюш Х. Исследование изгибаемых элементов с учетом упругопластических деформаций бетона. — В кн.: «Материалы международного совещания по расчету строительных конструкций». М., Госстройиздат, 1961.
3. Evans R. H., Marate M. S. Microcracking and stress-strain curves for concrete in Tension. *Materials et constructions, essais et recherches*, Janvier—fevrier, 1968, №1.
4. Зедгендзев В. А., Половец В. И. О длительной несущей способности изгибаемых элементов. — «Бетон и железобетон», 1977, № 4.
5. Смолянинов Ю. М. Исследование прочности и деформаций железобетонных балок при разных скоростях нагружения. — «Бетон и железобетон», 1975, № 11.
6. Мулин Н. М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1974.
7. Кузовчикова Е. А., Яшин А. В. Исследование влияния малоцикловых сжимающих воздействий на деформативность, прочность и структурные изменения бетона. — «Известия вузов. Строительство и архитектура», 1976, № 10.
8. Новое о прочности железобетона. Коллектив авторов под редакцией К. В. Михайлова. М., Стройиздат, 1977.
9. Баженов Ю. М. Влияние влажности на прочность бетона при различной скорости нагружения. — «Бетон и железобетон», 1966, № 12.
10. Булгакова М. Г. Влияние адсорбционно-активных сред на прочность и деформации бетона при сжатии. — В сб.: Повышение стойкости бетона и железобетона при воздействию агрессивных сред. М., Стройиздат, 1975.

Доктора техн. наук Г. И. ГОРЧАКОВ (МИСИ),
В. М. МОСКВИН (НИИЖБ), С. В. ШЕСТОПЕРОВ (МАДИ)

УДК 691.327:666.9.019.3

Комплексная разработка проблемы долговечности бетона

Целью комплексной разработки проблемы долговечности является получение бетонов с гарантией долговечности конструкции на заданные сроки эксплуатации. Практическое решение указанной задачи возможно при учете климатических, физико-механических и химических факторов.

Разработка проблемы долговечности ведется прежде всего в направлении изучения причин, вызывающих разрушение при действии замораживания. Исследовательская работа многих организаций пока что сосредоточена на получении прямых данных о морозостойкости отдельных составов бетона. При достаточно полных исходных данных о материалах, составах бетона, условиях его твердения, несомненно, можно собрать дополнительную информацию о долговечности бетона. Как и ранее, в приемах обеспечения долговечности бетонов надо выделять роль обязательного введения в них комплексных гидрофильно-гидрофобных добавок, подчеркивая значение кремнийорганических соединений.

Особое место в проблеме получения долговечных конструкций занимает сборный железобетон, объем производства которого к концу десятой пятилетки должен составить примерно 45% общего объема бетона и железобетона. Его долговечность в значительной степени зависит от условий и особенностей ускоренного твердения на различных цементях.

Для морозостойких бетонов должны выбираться такие цементы, при использовании которых не будет деструкции цементного камня в бетоне. По разработкам МАДИ, на первом месте по этому показателю стоит тонкомолотый шлакопортландцемент с высоким (примерно 70%) содержанием основного гранулированного шлака. Такой цемент при пропаривании образует через 6 и 24 ч в 1,5 раза больший контракционный объем по сравнению с контракционным объемом исходного портландцемента.

Воздух, мигрирующий в структуру цементного камня, создает микроамортизаторы в виде условно-замкнутых воздушных пор, что имеет решающее

значение для получения бетонов с высокой долговечностью. В указанном шлакопортландцементе активную роль играет известь, выделяющаяся при гидратации минерала C_3S . Ее роль сводится не только к активации шлака, но и к образованию дополнительного количества низкоосновных силикатов, сопровождающемуся эффектом контракции. На повышение морозостойкости шлакопортландцементов влияет также сведение к минимуму содержания в цементе медленно гидратирующегося минерала — белита и трехкальцевого алюмината с неморозостойкой структурой и другие факторы.

По данным МАДИ, желательно применять также цемент с зерновым составом, представленным более узкой кривой распределения частиц по размерам зерен, что в свою очередь, связано с распределением воды в цементном тесте. Опыты показали, что значение водоцементного фактора (по водоудерживающей характеристике цемента) для крупных зерен с размером больше 30—40 мкм составляет 0,22—0,25; V/C цементного теста с зернами цемента менее 30—40 мкм при тех же условиях оценки находится в пределах 0,9—1,2. Следовательно, приближение значений V/C в цементном тесте к заданному значению V/C при приготовлении бетонной смеси тем совершеннее, чем меньше диапазон в размерах зерен цемента.

Теория долговечности рассматривает бетон как единое целое, со структурой и свойствами, обусловленными качеством, соотношением и взаимодействием цементирующего материала и заполнителя, который является важнейшим структурообразующим фактором. В период формирования структуры вода распределяется между цементирующим материалом и заполнителем, причем объем воды заполнителя примерно равен объему контактного слоя между заполнителем и цементным камнем, что указывает на ее участие в процессе сращивания цементного теста и камневидного заполнителя. Контактный слой более слабый, чем соединяемые им компоненты структуры, оказывает противоречивое влия-

ние на стойкость бетона, что подтверждается исследованиями МИСИ. Зависимость показателя стойкости (циклы морозостойкости или теплостойкости) от объемной концентрации цементного камня (при сохранении постоянства его истинного водоцементного отношения) имеет экстремальный характер с максимумом стойкости при концентрациях 0,45—0,55. Компонентный состав бетона, который можно количественно оценить объемной концентрацией цементного камня в конце периода формирования структуры, наряду с V/C также необходимо использовать для прогноза долговечности бетона. Структурный подход к оценке свойств и долговечности касается не только обычных и легких бетонов на пористых заполнителях, но и ячеистых, он успешно реализуется на кафедре строительных материалов МИСИ при разработке составов, технологии и изучении свойств бетонов.

Повышение качества и эффективности строительства неотделимо от разработки научных основ прогноза и повышения долговечности материалов и конструкций. Прогноз долговечности бетона затрудняется множественностью факторов, обусловленных качеством материалов, и технологией. Это затруднение можно преодолеть, если зафиксировать определенный уровень требований к исходным материалам и технологии, выделив в качестве варьируемых величин факторы, определяющие структуру бетона: концентрацию и V/C цементного камня, а также степень гидратации цемента как величину, контролируемую технологию и пористость бетона. Имеются согласующиеся рекомендации и нормированные требования к исходным материалам (вяжущему, заполнителям), в частности для бетонов различных марок по морозостойкости.

Обычно дифференциальную пористость цементного камня характеризуют кривой распределения пор по размерам. Но с точки зрения морозостойкости эта характеристика является недостаточной. Она существенно дополняется дилатометрической кривой в координатах «относительная деформация — температура» водонасыщенного бетона, замораживание которого можно проводить вплоть до минимальной температуры эксплуатации (например, для центральной Якутии до -65°C). При этом дилатометрическая кривая выявляет поры, заполняемые замерзающей водой, и дает относительное приведенное удлинение в качестве признака морозостойкости бетона. Еще более полную информацию о морозостойкости дает новый прибор дилатометр — калориметр, который позволяет при каждой данной температуре опре-

делять количество воды, перешедшей в лед в порах бетона, и измерить его деформацию в процессе замораживания и оттаивания. В указанном смысле дилатометрическую кривую можно рассматривать как характеристику морозостойкости структуры бетона.

В результате обширных дилатометрических исследований, проведенных МИСИ и ВНИИФТРИ, получены справочные данные о температурных деформациях сухих и водонасыщенных заполнителей, цементного камня и бетона. Изучены дилатометрические свойства всех основных видов плотных и пористых заполнителей в широком интервале температур. Доказано, что эти свойства формируются по закону аддитивности и, следовательно, подбирая компоненты структуры с учетом температурного расширения, можно избежать внутреннего растрескивания при колебаниях температуры.

Большим резервом повышения долговечности бетона является применение химических добавок. Представляют интерес результаты испытаний образцов бетона с добавками после 12—15-летней эксплуатации. Характерны результаты испытания бетонов на гидрофобном цементе после 15-летней эксплуатации в дорожных покрытиях на магистралях Москвы. В натурных условиях они перенесли 1500-кратное замораживание-оттаивание. На них действовали хлористые соли, применявшиеся для очистки дорог ото льда, а также пульсирующие нагрузки от проходящего транспорта. По сравнению с обычными бетонами, находившимися в одинаковых эксплуатационных условиях, гидрофобизированные имели меньшую естественную влажность, большую прочность и показали пониженное капиллярное впитывание и водопоглощение.

В соответствии с разработками кафедр строительных материалов МИСИ и Росгипрооргсельстроя широкое развитие получили в животноводческих помещениях теплые полы из керамзитобетона с добавкой битумной эмульсии. Рязаньоблсельстрой, Горьковоблсельстрой, Кировсельстрой и другие тресты Минсельстроя РСФСР отмечают, что полы находятся в хорошем состоянии, хотя эксплуатируются в тяжелых условиях.

Коррозия в агрессивных средах является одним из основных факторов возникновения и развития деструктивных процессов в бетоне и на поверхности стальной арматуры железобетонных конструкций. Поскольку размер ущерба от коррозии весьма велик, естественно, вопросом борьбы с ней уделяется все большее внимание.

В настоящее время вопросами коррозии железобетона занимаются свыше 50 организаций, общая координация возложена на Центральную лабораторию коррозии НИИЖБ. На нее же возложены функции координирующей организации по аналогичной тематике работ, выполняемых в странах СЭВ. На основании выполненных в СССР работ после VII конференции по бетону и железобетону (1972 г.) по теории коррозии и по практике борьбы с нею разработаны основополагающие нормативные документы, в их числе СНиП II-28-73, ряд ГОСТов, руководств, инструкций, где изложены правила выбора и осуществления противокоррозионных работ.

Следует отметить, выполненные в ЦЛК НИИЖБ совместно с другими исследовательскими организациями работы по развитию теории коррозии бетона и арматуры. В результате исследований сущности и скорости коррозии цементного камня и бетона была выявлена роль структуры и толщины слоя продуктов коррозии и диффузионного переноса в этом слое на скорость развития коррозии. Установлено, что изменение структуры слоя может на несколько порядков изменить скорость коррозии даже в сильноагрессивной кислой среде. На основании этих данных была разработана классификация степени агрессивности растворов различных кислот и даны рекомендации по мерам повышения стойкости бетона.

В частности, разработаны рекомендации по обеспечению коррозионной стойкости железобетонных конструкций в болотных водах, при засоленности грунтовых вод со значительным количеством сульфатов, в условиях промышленных агрессивных сред и в сложном сочетании напряженного состояния конструкций, действия мороза и агрессивных сред. Коррозионная стойкость бетона в значительной степени повышается при введении в состав бетона добавок комплексного действия.

За рассматриваемый пятилетний период были также проведены работы по изучению условий возникновения коррозии арматуры в различных бетонах и различной парогазовой среде. Основным направлением работ явился поиск количественной характеристики защитных свойств бетона, и в первую очередь на портландцементе. Установлено, что такой характеристикой может являться эффективный коэффициент диффузии нейтрализующего газа (например, углекислого газа). В настоящее время утвержден соответствующий стандарт, регламентирующий использование этого метода.

Одним из актуальных является вопрос об условиях хрупкого разрушения высокопрочной стальной арматуры. Установлены условия и границы ее допустимого применения, когда возможность хрупкого разрушения в условиях напряженного состояния и действия агрессивной парогазовой среды представляет наибольшую опасность.

В результате исследовательских и опытных производственных работ изысканы эффективные средства защиты железобетонных конструкций в средне- и сильноагрессивных средах. Наиболее эффективные лакокрасочные покрытия были получены на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ). Они отличаются малой проницаемостью, химической стойкостью и трещиностойкостью. Защитные свойства таких покрытий по отношению к железобетону сохраняются даже тогда, когда в конструкции возникают трещины. Неэластичные лакокрасочные покрытия теряют свои защитные свойства при появлении трещин, так как они не в состоянии ее перекрыть. В настоящее время начато промышленное производство лаков и эмалей на основе ХСПЭ.

Эффективна защита железобетонных конструкций в сильноагрессивных средах с помощью полиэтиленовой пленки. Полиэтилен обладает высокой химической стойкостью. В настоящее время в ЦЛК НИИЖБ разработан простой и доступный способ приклейки его к защищаемой поверхности. Предварительная обработка в коронном разряде дает возможность клеить пленку, используя недефицитные клеи. Обработка пленки с помощью специально созданной высокопроизводительной установки не представляет трудности.

Следует отметить также возможность использования пропитки бетона полимерными материалами в противокоррозионной технике. Большим недостатком этого метода защиты железобетона являлась пропитка в автоклавах, что чрезвычайно усложняло и удорожало процесс и ограничивало возможность применения метода противокоррозионной защиты. В результате проведенных в ЦЛК НИИЖБ исследований разработана методика пропитки бетона без применения автоклавов и высокотемпературного нагрева. Коррозионная стойкость даже частично пропитанного бетона в 3—5 и более раз выше стойкости непропитанного.

Таковы основные направления и возможности противокоррозионной защиты, пути технически и экономически эффективного решения проблемы обеспечения долговечности железобетонных конструкций в агрессивных средах.

Д-р техн. наук К. В. МИХАЙЛОВ, канд. техн. наук Н. М. МУЛИН (НИИЖБ)

УДК 691.87:691.714

Проблемы развития арматурных сталей и арматурных изделий

Объем применения арматурных сталей для изготовления железобетонных конструкций в 1976 г. составил 12 млн. т, из них 78% металла имели расчетные характеристики выше, чем у стали марки Ст3. Коренное изменение структуры потребления арматурных сталей, происшедшее за последние 10—15 лет, сопровождалось резким увеличением прочностных характеристик. Средневзвешенный предел текучести всей арматурной стали достиг в 1975 г. 3966 кгс/см², т. е. превысил предел текучести стали марки Ст3 на 65% (см. рисунок).

Характерно, что инициатива в разработке новых видов арматуры традиционно принадлежит строителям, которые привлекли к созданию и освоению производства отдельных видов арматуры ведущие научно-исследовательские институты черной металлургии, а также металлургические и метизные заводы. Совместная работа фактически совершенно различных по профилю организаций позволила в короткий срок обеспечить строительство новыми видами эффективной арматурной стали, пересмотреть проектную документацию и перестроить строительную индустрию на применение такой арматуры. Повышение прочностных характеристик арматуры создало условия для систематического роста экономии стали в масштабах всей страны. Экономия, приведенная к стали марки Ст3, составила 4,6 млн. т в 1975 г., а к концу текущей пятилетки должна возрасти до 5,6 млн. т.

Эти достижения оказались возможными благодаря разработке ряда новых видов арматурных сталей, по технологическим характеристикам не только не уступающих лучшим зарубежным образцам, но в ряде случаев значительно их превосходящих.

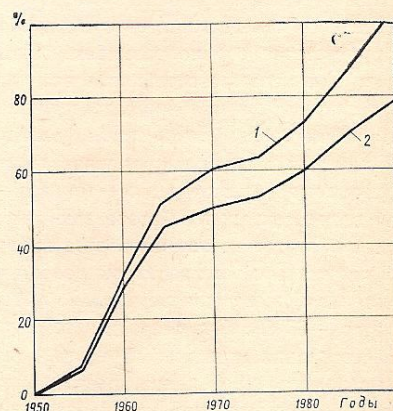
В частности, впервые в мировой практике организовано термическое упрочнение арматуры в потоке непрерывных мелкосортных станов, создана свариваемая арматура с гарантируемым пределом текучести 8000 кгс/см², разработана высокопрочная термоупрочненная арма-

тура повышенной коррозионной стойкости и низколегированная арматура для конструкций, работающих при низких температурах — до —164°C.

В ближайшее десятилетие необходимо продолжить создание новых и расширить применение существующих наиболее эффективных видов арматурных сталей, чтобы к 1990 г. средневзвешенный предел текучести в 2 раза превосходил предел текучести арматуры класса А-I.

Предназначенное развитие преднапряженных конструкций должно обеспечиваться поставкой наиболее высокопрочных и разнообразных видов напрягаемой арматуры.

Поставки высокопрочной стержневой арматуры — горячекатаной классов А-V и А-VI и термически упрочненной классов Ат-V и Ат-VI — планируется увеличить в 1980 г. на 81% по сравнению с уровнем 1975 г. Для этого в первую очередь необходимо освоить массовое производство такой арматуры диаметром 18—32 мм, что позволит резко поднять средневзвешенный предел текучести напрягаемой арматуры. Технические возможности для этого имеются. По той же причине следует резко в 3—4 раза увеличить выпуск свариваемой стержневой



Увеличение средневзвешенного предела текучести (физического или условного) арматурной стали по сравнению с пределом текучести стали марки Ст3
1 — арматурной стали всех видов; 2 — стержневой арматурной стали

арматуры, для чего на металлургических заводах должны быть установлены специальные отпускные печи и освоено производство стали прочностью не ниже 12000 кгс/см².

Наибольшая относительная экономия стали достигается при использовании высокопрочной проволочной арматуры. Однако планируемые темпы роста ее выпуска — 38% за пятилетие отстают от требуемых. Значительное увеличение выпуска специальных конструкций (напорных труб, шпал и др.) будет обеспечено полностью соответствующими видами проволочной арматуры. Но для строительных конструкций прирост поставок будет низок, поэтому следует наряду с увеличением соответствующих мощностей метизной промышленности усилить работы по повышению качества такой арматуры. Уже разработан научно обоснованный сортимент арматурных канатов. Общий выпуск канатов может быть увеличен в текущей пятилетке на 60—70%, в том числе спиральных 19-проволочных и 7-проволочных повышенной прочности. Ведутся интересные разработки высокопрочной арматурной проволоки, подвергнутой термомеханической обработке (стабилизации), с повышенными характеристиками и улучшенным профилем, в том числе диаметром 6—8 мм.

В настоящее время напрягаемая стеклопластиковая арматура может быть эффективно использована для создания несущих электроизолирующих конструкций (безызоляторных траверс опор ЛЭП, изолирующих колонн линий электропередачи) и конструкций из специальных бетонов с высоким сопротивлением воздействию агрессивной среды. Конструкции с напрягаемой стеклопластиковой арматурой успешно заменяют дефицитные и дорогостоящие материалы, благодаря чему становятся экономически целесообразными.

Ненапрягаемая арматура по-прежнему является основной (около 90%) арматурой строительных конструкций, поэтому даже относительно небольшая ее экономия позволяет сберечь значительную часть металла.

Впервые в мировой практике разработан и введен в действие ГОСТ 5.1459—72, который предусматривает поставку арматуры класса А-III, марки 35ГС с механическими характеристиками и площадью поперечного сечения с заданной достоверной вероятностью благодаря статистическому регулированию технологии производства. Ее расчетное сопротивление на 6% выше, чем у стали той же марки по ГОСТ 5781—75. Большинство металлургических заводов пере-

шло на выпуск такой арматуры, которая аттестована на Государственный Знак качества. В 1977 г. намечается закончить аттестацию арматуры класса А-III, диаметром 10—40 мм из стали марки 35ГС на всех металлургических заводах, что позволит учитывать повышенное расчетное сопротивление при расчете новых и перепроектировании существующих конструкций. Эта экономия стали к 1980 г. составит около 240 тыс. т.

В прошедшей пятилетке впервые началось и исключительно интенсивно развивалось производство обыкновенной арматурной проволоки периодического профиля класса Вр-I диаметром 3—5 мм. Ее выпуск в 1975 г. достиг 500 тыс. т, а к 1980 г. удвоится, экономия будет равна 60 тыс. т проволоки в год. Целесообразно разработать и организовать массовое производство канатки периодического профиля диаметром 5 мм с аналогичными прочностными характеристиками, что позволит избежать дефицита в поставках арматуры малых диаметров и получить дополнительный экономический эффект. Следует начать разработку и освоение производства бунтовой арматуры диаметром 3—6 мм средней прочности (от 6000 до 10000 кгс/см²), которая может использоваться в ряде конструкций даже без предварительного напряжения или при частичном напряжении.

Бурное развитие строительства в северных и восточных районах нашей страны обусловило необходимость создания арматурных сталей, сохраняющих свои эксплуатационные свойства при низких температурах. Вначале была создана и выпускалась только на Макеевском металлургическом заводе сталь класса Ас-II, марки 10ГТ. Начиная с 1975 г. ее выпуск освоен на Западно-Сибирском металлургическом заводе, что позволяет полностью удовлетворить нужды строителей. Необходимо в ближайшее время разработать аналогичную арматуру класса Ас-III.

Новые нормы проектирования железобетонных конструкций (СНиП II-21-75) предусматривают повышение расчетного сопротивления арматуры сжатия до 4000 кгс/см², а при определенных условиях и до 4500—5000 кгс/см². Исследования уже сейчас показывают возможности использования и более высокопрочной арматуры на сжатие при гарантии соответствующих предельных деформаций бетона, что достигается в основном косвенным армированием. По нашему мнению, в настоящее время целесообразно разработать специальную термически обработанную недорогую

свариваемую арматуру класса А-IV, специально предназначенную для сжатых элементов железобетонных конструкций.

Начаты работы по созданию стержневой арматуры с полностью винтовым профилем, который позволил бы соединить стержни на муфтах. Разрабатывается способ получения муфт методом горячей прокатки. Такая арматура, в первую очередь средних диаметров, могла бы быть эффективно использована как при возведении ряда монолитных сооружений (труб, силосов и т. п.), так и при необходимости соединения сборных элементов на монтаже.

В ближайшее десятилетие необходимо значительно ускорить работы по усовершенствованию и унификации сварных арматурных изделий железобетонных конструкций с целью реализации дополнительной экономии металла и коренного снижения трудоемкости арматурных работ. В первую очередь следует пересмотреть и создать новые ГОСТы на сварные сетки, которые предназначались бы для армирования наиболее массовых сборных железобетонных изделий, а также монолитных конструкций. Назрела необходимость разработки унифицированных сортиментов (номенклатуры) безраскосных плоских арматурных каркасов.

Однако наиболее сложной задачей является усовершенствование пространственных каркасов. НИИЖБ и ИЭС им. Патона начаты совместные работы по созданию принципиально новых конструктивных решений пространственных каркасов колонн с использованием новых методов сварки, результаты которых коренным образом могут изменить технологию изготовления пространственных каркасов и позволят при этом сберечь металл. Целесообразно также возродить и усовершенствовать несущие арматурные каркасы. Для ряда конструкций успешно может быть применена и «жесткая» арматура из прокатных профилей, изготавливаемых из низколегированных сталей повышенных классов прочности. Этому способствует выпуск НИИЖБ соответствующего Руководства.

Сборные и монолитные конструкции начинают уже изготавливаться с внешним армированием, которое рационально в ряде случаев. Оно может состоять из профильного фасонного проката, соединенного между собой, стержневой арматуры или листов, надежно заанкеренных в бетоне элементов. Видимо, для этой цели придется осваивать прокат специальных профилей из низколегированных сталей, а также листовых сталей с периодическим профилем.

Особо важным является снижение расхода металла на закладные детали для жилищного и промышленного строительства. Это может быть достигнуто, во-первых, путем перехода на экономичные соединения сборных элементов, при которых стержни арматуры стыкуются ванной сваркой, а во-вторых, коренным изменением конструктивных решений

самих закладных деталей. Применение деталей, штампованных из листа, использование для их изготовления специальных прокатных и гнутых профилей из низколегируемых сталей, а также более современных методов автоматической сварки позволит повысить качество сварных соединений и сократить толщину пластинок. Следует усилить разработку способов монтажа сборных

элементов без монтажных петель, а также улучшать их конструкцию.

Важно продолжить изыскания эффективных способов защиты арматуры и закладных деталей от коррозии. Целесообразно организовать массовый выпуск высокопрочной арматуры, стойкой к коррозионному растрескиванию, а также арматуры, имеющей надежное антикоррозионное покрытие.

Начальник главного технического управления Минпромстроя СССР Л. Н. ГАНЖА

УДК 624.012:691.327:666.973.2.45

Производство и применение конструкций из бетонов на пористых заполнителях

Решениями XXV съезда КПСС предусмотрено значительное повышение в десятой пятилетке научно-технического уровня строительного производства. Большая роль в выполнении этой задачи принадлежит индустриальным конструкциям из легких бетонов. За последние годы Минпромстрой СССР накопил значительный опыт производства и применения в промышленном и гражданском строительстве легковесных конструкций и изделий на основе пористых заполнителей. По выпуску легковесных конструкций министерство занимает ведущее положение. В 1976 г. его предприятиями изготовлено 3,96 млн. м³ легковесных конструкций, что составляет 22,6% общего объема сборного железобетона. В 1977 г. предусмотрено увеличить их производство до 4,4 млн м³, т. е. довести до 23,3%.

Особое внимание уделяется развитию производственной базы для изготовления легковесных несущих конструкций, выпуск которых в 1976 г. составил примерно 800 тыс. м³. Основной номенклатурой изделий из конструктивных легких бетонов марок М 150—300 являются элементы покрытий и перекрытий промышленных и жилых зданий, объемные сантехкабины, внутренние стены, перегородки и др.

На стройках Белоруссии широко применяются конструкции из легких бетонов на основе аглопоритового щебня. В 1976 г. изготовлено свыше 100 тыс. м³ оболочек, панелей перекрытий КПД, деталей объемно-блочного домостроения и других изделий из таких бетонов.

В Минпромстрое АрмССР для легких бетонов используют естественные по-

ристые заполнители (литонидная пемза, вулканический шлак и туф). Ежегодный выпуск конструкций и изделий на их основе (панели перекрытий, вентиляционные блоки и др.) достигает 380—460 тыс. м³.

В Главархангельскстрое и Главсевзапстрое за годы девятой пятилетки было освоено производство местного пористого заполнителя — шунгизита и наружных стеновых панелей из шунгизитобетона с объемной массой не более 1000 кг/м³. В 1976 г. выпущено 123 тыс. м³ шунгизита и 106 тыс. м³ изделий из него. Это позволило отказаться от привозного керамзита и значительно снизить себестоимость конструкций. Технология приготовления шунгизитобетона практически не отличается от принятой для керамзитобетона. С целью снижения объемной массы стеновых панелей на Архангельском ДСК освоено изготовление шунгизитогазобетона, в состав которого добавлена алюминиевая пудра ПАК-3 и 5%-ный раствор моющего средства «Каштан».

Значительных успехов добились предприятия Главархангельскстроя по освоению выпуска несущих конструкций из шунгизитобетона марки М 200 и выше. За основу были приняты типовые чертежи многпустотного настила и внутренних стеновых панелей из керамзитобетона. Проведенные совместно с НИИЖБ испытания этих изделий дали положительные результаты. В 1976 г. на Первомайском и Кузнецевском заводах ЖБИ выпущено около 40 тыс. м³ таких конструкций. В Архангельске построено 24-этажное каркасно-панельное административное здание, где впервые

в стране применены ограждающие объемные элементы из шунгизитобетона. Одной из ближайших задач является экспериментальное строительство жилых зданий с комплексным применением шунгизитобетонных несущих и ограждающих конструкций.

В Главбашстрое при участии НИИпромстроя (г. Уфа) в 1976 г. изготовлена из керамзитобетона опытная партия решетчатых балок покрытия пролетом 18 м и комплексных плит размером 3×12 м. В 1975 г. сдано в эксплуатацию экспериментальное здание административно-бытового комбината серии ИИ-04, где все конструкции, кроме фундаментов и стеновых панелей, выполнены с применением трепельного гравия.

В управлении строительства Орелстрой проводятся совместно с НИИЖБ экспериментальные работы по применению трепельного гравия для производства несущих конструкций. В результате установлено, что бетоны на основе трепельного гравия имеют высокие показатели по морозостойкости, водонепроницаемости и другим характеристикам. В том же году построены полносборное керамзитобетонное здание НИИпромстроя и здание котельной для Полянского совхоза. В 1976 г. на заводе «Орелстройиндустрия» изготовлено из такого бетона 7,3 тыс. м³ сборного железобетона марок М 200—300, в том числе пустотные плиты, элементы каркасов серии ИИ-04, лестничные марши, сваи и элементы резервуаров. К концу пятилетки выпуск легковесных конструкций для промышленного строительства намечено довести до 80 тыс. м³.

Одним из главных направлений повышения эффективности ограждающих легкобетонных конструкций является дальнейшее снижение их массы. Эту проблему Минпромстрой СССР решает путем повсеместного применения поризации легкого бетона введением в смесь воздухововлекающих, газо- и пенообразующих добавок и использования в качестве мелкого заполнителя вспученного перлитового песка. Предприятия министерства с участием НИИкерамзита и ВНИИСТРОМа работают над снижением объемной насыпной массы керамзитового гравия. Для этой цели на ряде предприятий в шихту вводятся различные неорганические и органические добавки. ВНИИСТРОМом разработана конструкция печи для обжига кускового и гранулированного материала в кипящем слое твердого теплоносителя. Этот новый тепловой агрегат обеспечивает получение различных пористых заполнителей, а также прочного керамического гравия. В ближайшее время после реконструкции на Рязанском керамзитовом заводе будет введена печь, позволяющая использовать слабоспучивающийся суглинок Мордасовского месторождения. Такие печи дадут возможность применять сырье с большим содержанием карбонатов и с невспучивающимися примесями (например, шунгизит, береговский перлит и др.) благодаря созданию необходимой для обжига газовой среды, а также разделению в процессе обжига обрабатываемого материала по объемной массе.

Минпромстрой СССР уделяет большое внимание строительству промышленных и жилищно-гражданских зданий полностью из легкобетонных конструкций. Значительную работу в этом направлении выполняют организации министерства совместно с НИИкерамзитом, НИИЖБ, ЦНИИпромзданий, ЦНИИЭП жилища и проектными институтами министерства. Впервые в отечественной практике в 1971—1974 гг. такие здания построены в Куйбышеве, Новокуйбышевске, Невинномысском и Краснодаре. За разработку проекта и строительство крупнопанельных 9-этажных жилых домов с комплексным применением керамзитобетона в Новокуйбышевске и за создание экспериментальных керамзитобетонных несущих и ограждающих конструкций, их внедрение в проектирование и строительство на примере базы механизации в Куйбышеве в 1976 г. коллективы проектного института и строительных трестов Главсредневожжскстроя были удостоены премий Совета Министров СССР. Опыт показал, что комплексное использование легкобетонных конструкций снижает массу зданий

на 34%, стоимость на 7,1, расход металла на 16 и цемента на 7%.

В 1974 г. введены в действие два завода по выпуску несущих и ограждающих конструкций из керамзитобетона для крупнопанельных жилых домов перспективных серий в Новокуйбышевске — III-99 и в Элисте — I-КЛ. Суммарная мощность их составляет 95 тыс. м² общей площади в год. В Краснодаре действует завод, выпускающий изделия объемно-блочного домостроения, мощностью 112 тыс. м² жилой площади в год.

Серьезное значение имеет развитие производства эффективных материалов и изделий на основе вспученного перлита. Его используют при изготовлении перлитобетонных и перлитокерамзитобетонных стеновых панелей (в Одессе, Львове, Иркутске, Улан-Удэ) и для битумперлита, применяемого для теплоизоляции трубопроводов и кровель (в Тернополе, Калуге, Львове, Чернигове и других городах). За последние годы предприятиями Минпромстроя СССР совместно с научно-исследовательскими институтами созданы и внедряются новые теплоизоляционные материалы и изделия на основе легкого перлитового песка и различных минеральных и органических связующих.

НИИСМ (Киев) разработал технологию изготовления нового эффективного материала — обжигового легковеса, который обладает рядом ценных качеств: не горит, не вызывает коррозии металла, водо- и огнестоек, сохраняет постоянство объема и массы. Этим же институтом предложен способ применения обжигового легковеса для изоляции кровель и разработан проект цеха годовой производительностью 35 тыс. м³, который будет построен в десятой пятилетке в Виннице. Эффективный утеплитель перлитопластобетон получен во ВНИИЭСМ. Им же разработана технология производства плитного перлитопластобетона для изоляции кровель промышленных и гражданских зданий. В Минпромстрое СССР запроектирован и намечен к строительству в Улан-Удэ цех перлитопластобетона мощностью 50 тыс. м³/г.

Сравнительно высокий уровень применения конструкций и изделий из легких бетонов является следствием значительного развития производства различных видов пористых заполнителей. Министерство имеет 48 предприятий по выпуску искусственных пористых заполнителей, на которых в 1976 г. изготовлено 3,2 млн. м³ керамзитового гравия, 243 тыс. м³ вспученного перлита,

101 тыс. м³ шунгизита, 13 тыс. м³ вермикулита. Около 2,5 млн. м³ природных пористых заполнителей применено Минпромстроем, АрмССР.

Минпромстрой СССР намечает дальнейшее развитие производства пористых заполнителей. В 1980 г. выпуск вспученного перлита возрастет в 4 раза, керамзита в 1,3 раза по сравнению с уровнем 1975 г., а общий выпуск пористых заполнителей достигнет 8300 тыс. м³, в том числе: керамзита 4645, перлита 1000, вермикулита 15, шунгизита 140 и природных заполнителей 2500 тыс. м³. В настоящее время в системе министерства отсутствуют предприятия по выпуску керамзитового песка. В Куйбышеве применяют такой песок, поставляемый Смышляевским заводом Минпромстройматериалов. На некоторых предприятиях используют песок, полученный дроблением керамзитового гравия мелкими фракциями. Гипростром на основании опыта Смышляевского завода и опытно-промышленной установки ВНИИСТРОМа разработал типовый проект цеха по производству керамзитового песка в печах кипящего слоя производительностью 50 тыс. м³/г. Составляется проектная документация и намечено строительство цеха керамзитового песка на Энемском заводе Главкраснодарпромстроя.

Объем производства и применения конструкций из легких бетонов в Минпромстрое СССР намечено довести в 1980 г. до 6 млн. м³, при этом их удельный вес в общем выпуске сборного железобетона составит 29,3%. В связи с этим перед министерством стоят задачи, требующие безотлагательного решения, основные из них:

создание цехов и технологических линий, выпускающих легкобетонные конструкции;

строительство цехов по производству керамзитового гравия повышенной прочности (марок М 200—350);

совершенствование технологии на предприятиях, выпускающих пористые заполнители, и повышение эффективности использования их производственных мощностей;

повышение квалификации инженерно-технических работников на этих предприятиях;

разработка технико-экономических обоснований применения несущих легкобетонных конструкций в Минпромстрое УССР, АзССР, Главзападуралстрое, некоторых других районах, расположенных вблизи месторождений естественных пористых заполнителей.

Часть затронутых вопросов министерство решает своими силами, другие же

нашли отражение в долгосрочных договорах о сотрудничестве на десятиую пятилетку, которые заключены с научно-исследовательскими институтами Госстроя СССР.

Значительные трудности представляет развитие и совершенствование производства пористых заполнителей. Это касается своевременного обеспечения пред-

приятий технологическим оборудованием. Отсутствие комплексной поставки снижает качество и удорожает оборудование. Минстройдормашу СССР необходимо обеспечить комплексную поставку оборудования в объемах, обеспечивающих замену износившегося, с учетом прироста мощностей предприятий пористых заполнителей.

Для ускорения массового внедрения легкобетонных конструкций нужно, чтобы научные исследования, разработка техдокументации и технических условий на новые изделия и материалы опережали практику. Своевременное решение этих вопросов позволит повысить эффективность производства и применения конструкций из легких бетонов в организациях министерства.

Конструкции

Д-р техн. наук, проф. А. П. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук
Н. Г. МАТКОВ, инж. М. М. МИРМУМИНОВ (НИИЖБ)

УДК 624.075.23:69.057.43:620.137

Местное сжатие в стыках колонн каркаса многоэтажных зданий

С развитием сборных железобетонных конструкций значение расчета на местное сжатие (смятие) резко возросло, так как во многих стыках элементов нагрузки передаются с резкой концентрацией напряжений по площадкам опирания. Однако регламентированный СНиП II-21-75 метод расчета не охватывает ряда случаев передачи нагрузки в стыках. Поэтому были исследованы стыки колонн двух типов. Первый — жесткий осуществляется путем сварки выпусков продольной арматуры и замоноличивания бетоном. Выпуски располагаются в угловых подрезках бетона, в связи с чем сечение колонны в зоне стыка имеет крестообразную форму. Второй стык — условно-шарнирный без соединения продольной арматуры. Шов между плоскими торцами элементов колонн заполняется раствором. В обоих стыках торцы колонн опираются друг на друга в процессе монтажа через центрирующую площадку с последующим замоноличиванием. Концы колонн усиливают поперечным армированием в виде сварных сеток.

Было испытано 40 колонн сечением 40×40 см, длиной 120 см (две серии). У образцов первой серии было квадратное сечение, а у второй, кроме того, по концам крестообразное сечение (с угловыми подрезками бетона 10×10 см). Использовали бетон марок М 300 и М 600.

Продольная арматура состояла из четырех стержней диаметром 16 мм (первая серия) и 32 мм (вторая серия) из стали класса А-III. Для стержней сеток поперечного армирования применяли сталь диаметрами 6 и 10 мм. В качестве поперечной арматуры устанавливали

сварные сетки, располагавшиеся по всей высоте образца, а также в сочетании с обычными хомутами (рис. 1).

При испытании колонн в прессе нагрузку передавали через центрирующие прокладки размерами 10×10 и 15×15 см. Первые трещины появлялись по торцам и развивались от углов прокладки к углам торца колонны. С увеличением нагрузки образовались трещины по боковым граням колонн в верхней зоне, где происходила концентрация напряжений. Дальнейшее повышение нагрузки вызывало заметное вдавливание центрирующей прокладки и раскрытие трещин как по торцам, так и по боковым граням колонн. Разрушение характери-

зовалось раскалыванием бетона по концам колонн и резким вдавливанием прокладки, передающей нагрузку.

Величины опытных ($N_p^{оп}$) и теоретических (N_p^T) разрушающих нагрузок, а также нагрузок, соответствующих появлению первых трещин ($N_{тр}^{оп}$), приведены в таблице. Характер развития трещин и разрушения образцов указывает на явление распора при местном сжатии колонны по торцу.

Наличие поперечных сварных сеток значительно повысило прочность и трещиностойкость колонн. Трещины развивались медленнее, их было значительно больше. В стадии, близкой к разрушению, появлялись поперечные трещины вдоль сеток, что объясняется изгибом их вследствие смятия центрирующей прокладки. Разрушение наступало при достижении стержнями сеток текучести или вследствие нарушения их анкеровки из-за смятия или выкалывания бетона.

С увеличением процента косвенного армирования существенно повышалась прочность на смятие. Однако величины разрушающих нагрузок возрастают медленнее роста процента армирования. Так, при повышении процента армирования с 2 до 4,4 несущая способность увеличилась в среднем только в 1,4 раза. При большем насыщении косвенной арматурой эффективность ее использования снижалась вследствие ухудшения условий анкеровки стержней сеток. С увеличением прочности бетона значительно возрастала несущая способность колонн при испытании их на смятие по торцам. При большей прочности бетона анкеровка поперечных сеток улучшается, соответственно повышается эффективность

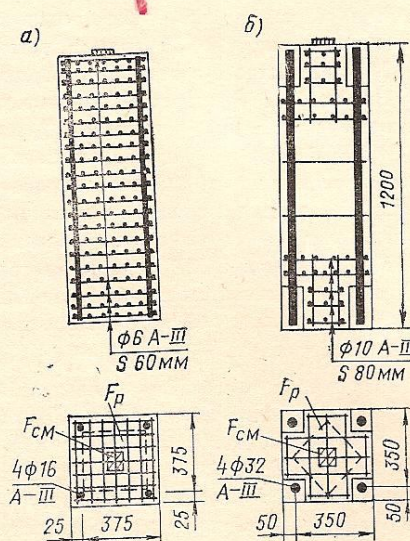


Рис. 1. Схема армирования опытных образцов
а — квадратного сечения; б — крестообразного сечения

их работы как обоймы, удерживающей бетон от раскалывания. При увеличении марки бетона по прочности на сжатие с М 300 до М 600 несущая способность повысилась в 1,6 раза.

Проведенные исследования позволили построить графики зависимости деформаций смятия бетона от нагрузки по показаниям индикаторов, измеряющих величину вдавливания центрирующей прокладки в бетон (рис. 2). К моменту исчерпания несущей способности сжатых элементов максимальная величина деформаций смятия достигала 4—6 мм. Возможная осадка колонны в стыке за счет смятия бетона под центрирующей прокладкой при монтаже до заполнения шва раствором достаточно мала — не более 2 мм. Отмеченные осадки не существенны для точности монтажа каркаса и распределения усилий в его элементах.

Деформации бетона под прокладкой, передающей нагрузку на торцы колонн, измеряли внутренними тензорезисторами с базой 120 мм (рис. 3). Датчики, находящиеся под центрирующей прокладкой, зафиксировали большие деформации сжатия, а расположенные за пределами прокладки практически не включались в работу поскольку деформации бетона здесь были весьма значительны. Тензорезисторы, находящиеся под центрирующей прокладкой, показывали большие деформации. С удалением от места приложения нагрузки деформации уменьшались. К моменту разрушения во многих стержнях сеток напряжения соответствовали пределу текучести стали.

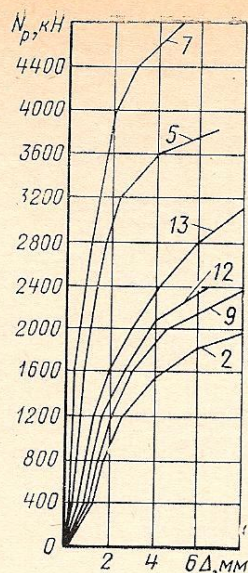


Рис. 2. Графики деформаций смятия бетона при центральном приложении нагрузки для различных образцов сечения (номера образцов см. по таблице).

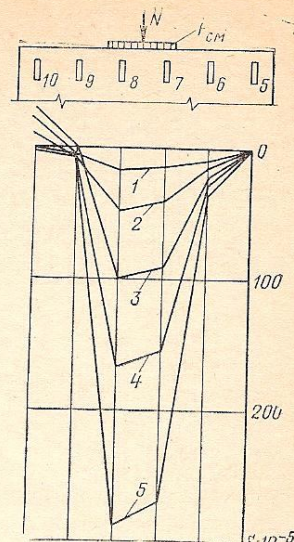


Рис. 3. Эпюры деформации бетона при местном сжатии по показаниям внутренних тензорезисторов при нагрузках: 1 — 800; 2 — 1600; 3 — 2400; 4 — 3200; 5 — 4000 кН

При эксцентричном приложении нагрузки наблюдалась соответствующая перегрузка центрирующей прокладки со стороны эксцентриситета и более интенсивная работа стержней сеток с этой стороны колонны, что снижало несущую способность. Поскольку на практике всегда существует небольшой эксцентриситет передачи монтажной нагрузки, в стыках колонн необходимо учитывать этот фактор.

Для расчета использовали формулы СНиП, предусматривающие определение прочности на местное сжатие элементов с косвенным армированием в виде сварных поперечных сеток и с обычными хомутами. В связи с тем, что в нор-

мах нет данных для подсчета расчетной площади сечения F_p при местном сжатии применительно к расчету сжатых стыков колонн авторы предлагают методику ее определения в зависимости от формы торцов колонн. Для торцов прямоугольной формы F_p рекомендуется принимать с размерами сторон, не превышающими тройной стороны центрирующей прокладки и не более площади бетона, заключенной внутри контура сеток (см. рис. 1, а). Для торцов крестовидной формы эту величину допускается принимать размещенной по торцу колонны с поворотом осей (см. рис. 1, б). При местном сжатии колонн по торцам разрушение характеризуется раскалыванием бетона, т. е. его можно считать хрупким. При расчете таких конструкций отношение разрушающей нагрузки к расчетной должно быть равно 1,6. Приведенные отношения опытных разрушающих нагрузок к расчетным, подсчитанным с уточнением F_p , оказались не ниже 1,65, т. е. расчет достаточно надежен по прочности (рис. 4). Недостатком этой методики является отсутствие гибкости оценки переменных параметров в диапазоне их изменения, типичных для работы бетона на смятие в стыках колонн. Это приводит в ряде случаев к недооценке несущей способности стыка.

В связи с этим была рассмотрена работа конца колонны, характеризующаяся распором «клина». Считаем, что бетон в зоне «клина», имеющий вертикальные трещины, не работает на растяжение от распора. Однако он обеспечивает анкеровку сеток и позволяет им воспринимать распор при высоких напряжениях в стержнях. При этом прочность колонны на смятие оценивали, полагая, что в работе участвуют только стержни сеток, воспринимающие распор клина.

Номера колонн	M_k , %	F_{cm} , см ²	$N_{p,op}$, кН	$N_{tr,op}$, кН	N_{tr}^T , кН	$N_{p,op}/N_{tr}^T$	$N_{расч}$, кН	$N_{p,op}/N_{расч}$	$N_{tr,op}/N_{расч}$
7	4,4	225	6250	4000	5010*/5650	1,25*/1,11	2960*/3150	2,11*/1,98	1,35*/1,27
5	4,4	100	3600	2600	2370/3750	1,52/0,96	1460/2100	2,53/1,71	1,78/1,24
13	2	225	4000	2400	3910/4160	1,02/0,96	2380/2130	1,68/1,87	1,01/1,13
12	2	100	2700	1800	1950/2750	1,38/0,98	1180/1430	2,29/1,88	1,52/1,26
19	2	100	2200	1400	1190/2150	1,85/1,02	770/1080	2,86/2,04	1,88/1,71
2	4,4	100	2800	1800	1430/2950	1,96/0,95	930/1640	3,01/1,71	1,93/1,1
15	2,9	100	1600	1400	1220/1700	1,31/0,94	780/980	2,05/1,63	1,79/1,43
22	2,9	100	2700	1600	2020/2590	1,34/1,04	980/1430	2,75/1,89	1,63/1,12
19	2,9	225	2900	1200	2290/2600	1,27/1,11	1630/1430	1,78/2,03	0,74/0,84
25	2,9	225	4000	1800	4090/3900	0,98/1,02	2310/2170	1,73/1,84	0,78/0,83

* Над чертой приведены расчетные значения по СНиП II-21-75; под чертой — по методике «Клины».

Примечание. Марка бетона колонн № 5, 7, 12, 13, 22, 25—600, колонн № 2, 9, 15, 19—300.

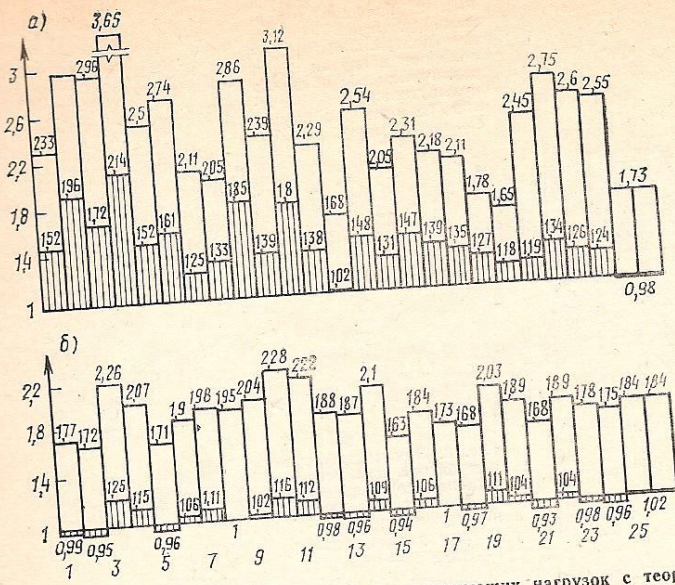


Рис. 4. Графики сравнения опытных разрушающих нагрузок с теоретическими разрушающими и расчетными по методике
 а — СНиП II-21-75; б — «клина», образцы 1—4, 8—11, 15, 18—20 выполнены из бетона марки М 300; 5—7, 12—14, 21, 24—26 — М 600; 1, 3, 7 (μ=4,4%); 8, 10, 13 (μ=2%); 19, 20, 25, 26 (μ=2,9%) — при $F_{см} = 225 \text{ см}^2$; 2, 4, 5, 6 (μ=4,4%); 9, 11, 12, 14 (μ=2%); 15, 18, 21, 24 (μ=2,9%) — при $F_{см} = 100 \text{ см}^2$
 □, ▨ — соответственно отношение опытной разрушающей нагрузки к расчетной и теоретической

Для построения соответствующей расчетной формулы требуется установить зону, на которой должны быть установлены сетки, т. е. высоту «клина» h и степень использования стержней сеток на растяжение. Величину h определяли в зависимости от размеров сторон центрирующей прокладки a_n и угла наклона «клина» φ :

$$h = 0,5 a_n \operatorname{tg} \varphi,$$

причем $\operatorname{tg} \varphi = 4,5$ в соответствии с исследованиями трехосного сжатия бетона.

Поперечное армирование удобно выразить относительной величиной

$$F_c = \frac{f_c n}{s},$$

где f_c — площадь одного стержня;
 n — число стержней одной сетки в двух направлениях;
 s — шаг сеток.

Тогда распор, который могут воспринять сетки в предельном состоянии:

$$H = \omega h \sigma_T F_c,$$

где ω — коэффициент условной полноты эпюры, учитывающий степень использования сеток.

Сетки лучше используются при большей прочности бетона и малых процентах армирования. С повышением процента армирования и понижением марки бетона нарушение сцепления может наступать раньше достижения стержнями сеток предела прочности на растяжение. Кроме того, по высоте «клина» сетки работают неравномерно. Наиболее ин-

тенсивно они растягиваются в верхней части. Численные значения коэффициента ω определили путем обработки результатов испытаний. На рис. 5 дан график значений ω для колонн, имеющих прямоугольные и крестовидные сечения. Зная распор H , можно получить величину разрушающей нагрузки:

$$N_p^* = \mu \operatorname{tg} \varphi H = \mu \operatorname{tg} \varphi \omega h \sigma_T F_c,$$

где $\mu = 1$ при центральном приложении нагрузки; $\mu = 0,75$ — при внецентренном.

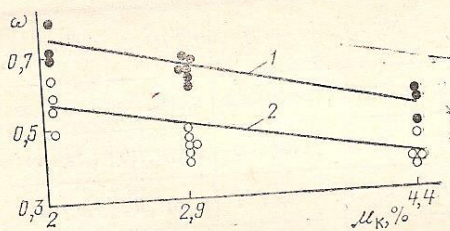


Рис. 5. Зависимость полноты эпюры ω от процента косвенного армирования μ_k для бетона марок М 600 (1) и М 300 (2)

Методика расчета, использующая модель напряженного состояния при смятии, характеризующуюся работой «клина», дает достаточно хорошее приближение к действительным условиям. При определении расчетной нагрузки по этой методике в приведенных формулах напряжение стержней сеток должно быть принято равным расчетному сопротивлению арматуры данного класса R_a . Однако необходимо иметь в виду, что при

этом отношении разрушающей нагрузки к расчетной может оказаться недопустимо низким для данных условий напряженного состояния. Эта величина будет соответствовать отношению $\frac{\sigma_T}{R_a}$.

Так, для стали класса А-III при пределе текучести, равном браковочному минимуму, отношение $\frac{\sigma_T}{R_a} = 1,18$. Поэтому в

формулу для определения расчетной нагрузки необходимо ввести коэффициент условий работы $m = 0,7$, чтобы отношения разрушающих нагрузок к расчетным были порядка 1,6. Тогда формула для определения расчетной нагрузки при смятии по методике «клина» запишется в виде

$$N_{расч} = 0,7 \mu \omega h \operatorname{tg} \varphi R_a F_c.$$

Отношения опытных разрушающих нагрузок к расчетным, полученным по этой формуле, изменяются в пределах от 1,63 до 2,23, что говорит о надежности данной методики. Наличие перегрузки бетона под центрирующей прокладкой от монтажных нагрузок не влияет на конечную прочность замоноличенного стыка вследствие перераспределения напряжений. Первые трещины по торцам появились при нагрузках, в большинстве случаев превышающих расчетные. После замоноличивания стыка эти трещины с увеличением нагрузки не развиваются, так как усилия будут передаваться по всей поверхности торцов.

Трещины по боковым граням стыка при загрузке по центрирующей площадке без замоноличивания шва появлялись во всех случаях под нагрузкой, значительно превышающей расчетную. Таким образом, эти формулы дают величины расчетных нагрузок, при которых не могут возникать трещины на боковых поверхностях колонн.

Выводы

Проведенные исследования показали, что в стыках сборных колонн в процессе монтажа до замоноличивания швов через центрирующие прокладки могут быть переданы большие нагрузки. Это упрощает сборку элементов каркаса многоэтажных зданий.

Расчет стыков при местном сжатии (смятии) по формулам СНиП с определением расчетной площади сечения колонны, согласно приведенным рекомендациям, дает надежные результаты как с точки зрения прочности, так и трещиностойкости.

Расчет колонн на местное сжатие с использованием модели, характеризующейся распором «клина», лучше отражает действительные условия работы. В ряде случаев этот метод позволяет полнее использовать несущую способность стыков на монтажные нагрузки.

Заводское производство

Д-р техн. наук Л. А. МАЛИНИНА (НИИЖБ), инж. А. Ф. РУДОЙ
(Главмосблстройматериалы)

УДК 691.327:666.97.035.51

Тепловая обработка изделий в пакетах при избыточном давлении

Для предупреждения развития деструктивных процессов в твердеющем бетоне при пропаривании применяют предварительное выдерживание, медленный подъем температуры, прогрев изделий в закрытых формах и др. Однако эти способы удлиняют общий цикл тепловой обработки бетона или требуют применения дорогостоящих металлических форм.

Исследованиями НИИЖБ доказана эффективность тепловой обработки бетона в паровоздушной среде с избыточным давлением 0,8—1 ати, позволяющей сократить длительность обработки на 2—4 ч. Этот способ не нашел практического применения из-за трудностей создания напорных пропарочных камер, рассчитанных на такое давление. Известен также более простой способ тепловой обработки при атмосферном давлении с переменной относительной влажностью среды, пониженной в период подъема температуры, и в насыщенной паровой среде при изотермическом прогреве. Совмещение этих способов, каждый из которых снижает степень развития деструктивных процессов в бетоне, в одной тепловой установке обеспечивает наиболее плотную структуру бетонов при сокращении длительности твердения.

Такой тепловой установкой являются специальные термоформы, перемещаемые по мере формирования в вертикальном направлении и укладываемые в пакеты по 7—8 шт. по высоте. Термоформы герметизируются между собой с помощью прокладки из термостойкой резины (рис. 1).

Термоформа представляет собой силовой поддон с паровой рубашкой. В нижней части поддон полый на глубину, зависящую от толщины пропариваемого изделия, что позволяет при установке в пакеты форм-поддонов накрывать поступающее снизу свежесформованное изделие. При этом в пакетах для каждого изделия создается индивидуальная малонапорная пропарочная камера. По такой технологии Люберецкий завод крупных железобе-

тонных панелей выпустил опытные партии многоспустотных плит перекрытий размером 6000×2400×220 мм из жестких бетонных смесей с немедленной распалубкой после формирования и заканчивает перевод завода на такой способ тепловой обработки.

При тепловой обработке в пакете под поддоном создаются оптимальные параметры греющей среды для каждого изделия: избыточное давление среды с момента прогрева бетона и возрастающая относительная влажность среды.

Избыточное давление среды создается за счет расширения при нагреве паровоздушной смеси в замкнутом объеме, а также в результате испарения влаги из бетона и может достигать различной величины в зависимости от числа вышележащих изделий в пакете. Для поддержания оптимального избыточного давления среды в термоформе предусмотрен специальный регулирующий клапан. Давление под поддоном обеспечивается сжимающими усилиями вышележащих поддонов с изделиями массой более 80 т и может достигать 0,7 ати.

В начале прогрева относительная влажность среды над изделием определяется относительной влажностью окружающей среды в цехе (обычно 45—60%) и увеличивается до 90—95% за

счет испарения влаги из бетона. Количество испаряющейся влаги зависит от соотношения между объемом бетона изделия и свободным пространством под поддоном.

При тепловой обработке изделий в пакетах осуществляется двусторонний подвод тепла — кондуктивный со стороны прилегания к поверхности поддона и конвективный со стороны открытой поверхности бетона.

Теплоносителем при конвективном прогреве является паровоздушная среда с возрастающей относительной влажностью, температура которой повышается от стенок паровой рубашки вышележащего поддона. Так как прогрев паровоздушной среды в пакете опережает прогрев бетона изделия, это приводит к возникновению избыточного давления в среде раньше, чем в бетоне. Это уравнивает возникающее в бетоне внутреннее избыточное давление, парализуя его отрицательное действие. Относительная влажность паровоздушной среды также способствует уменьшению деструктивных процессов в бетоне, возникающих при подъеме температуры, и снижению оптимального избыточного давления паровоздушной среды. Последующее выдерживание изделия в среде, близкой к насыщенной, повышает температуру бетона до заданной, устраняет дальнейшее обезвоживание бетона и создает благоприятные условия для гидратации цемента.

Для определения оптимального избыточного давления насыщенной паровой среды при тепловой обработке проводились исследования на тяжелом бетоне состава 1:2,27:3,55 с $B/C=0,5$ при расходе цемента 330 кг/м³ и на бетоне состава 1:2,55:3,98 с $B/C=0,4$ при расходе цемента 300 кг/м³ и добавкой СДБ в количестве 0,2% массы цемента. Опыты проводили на воскресенском шлакопортландцементе, пикалевском и михайловском портландцементе марки М 400. Жесткость бетонных смесей 35—40 с. После формирования образцы распалубивали и на поддоне помещали в камеру, в которой они подвергались

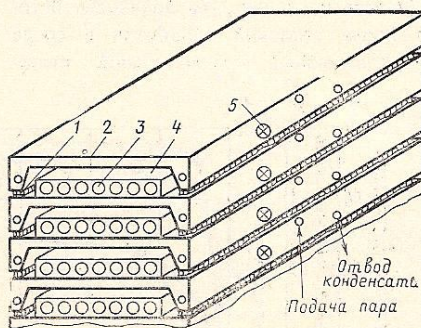


Рис. 1. Общий вид пакета термоформ в сечении

1 — герметизирующая прокладка; 2 — термоформа с паровой рубашкой; 3 — пропариваемое изделие; 4 — паровоздушное пространство над изделием; 5 — клапан, регулирующий давление паровоздушной среды над изделием

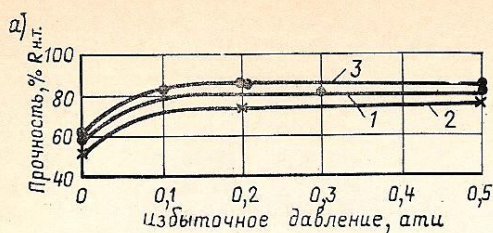
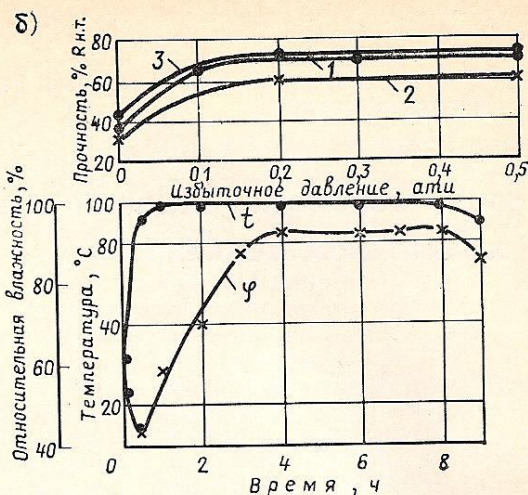


Рис. 2. Зависимость прочности бетона на различных цементах через 4 ч после тепловой обработки от избыточного давления паровоздушной среды с возрастающей относительной влажностью а — бетон без добавок; б — то же, с добавкой 0,2% СДБ; 1 — на воскресенском шлакопортландцементе; 2 — на михайловском портландцементе; 3 — на пикалевском портландцементе



тепловой обработке при атмосферном и избыточном давлении, равном 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7 и 0,9 ати. Режим тепловой обработки был принят 0,5+1+7+1 ч при 95—100°C и соответствовал режиму Люберецкого завода крупных железобетонных панелей.

Из рис. 2 видно, что тепловая обработка бетонов в среде с избыточным давлением 0,1—0,3 ати и возрастающей влажностью паровоздушной среды повышает прочность после тепловой обработки бетонов без добавки на 20—25%, а для бетонов с добавкой СДБ — на 30—33% по сравнению с прочностью образцов, твердевших при атмосферном давлении. Дальнейшее увеличение избыточного давления паровоздушной среды даже при форсированном подъеме температуры не дает существенного прироста прочности бетона и поэтому нецелесообразно. Некоторое увеличение оптимального избыточного давления среды для бетона с добавкой свидетельствует о замедлении процессов гидратации цемента, об увеличении количества вовлеченного в бетон воздуха и уменьшения радиуса воздушных пузырьков. Проведенные исследования показали, что оптимальное избыточное давление меньше расчетного.

Несмотря на то, что положительная роль избыточного давления среды при тепловой обработке изделий была установлена более 10 лет назад, этот способ до сих пор не был реализован в основном из-за значительного усложнения тепловых установок периодического и особенно непрерывного действия. Кроме того, тепловая обработка в среде с избыточным давлением наиболее эффективна для свежесформованных изделий с большими открытыми поверхностями, т. е. при конвейерном производстве с использованием теплового агре-

гата непрерывного действия, создать который наиболее трудно.

Удачным сочетанием технологии производства и этого способа тепловой обработки является производство изделий в перемещающихся снизу вверх пакетах. Однако тепловая обработка изделий в пакетах не позволяет поддерживать избыточное давление паровоздушной среды под термоформой в течение полного цикла, так как пакеты находятся в движении. При подъеме поддона снизу вверх нагрузка на него уменьшается и происходит постепенная разгерметизация верхних поддонов пакета. В связи с этим исследовали влияние продолжительности действия избыточного давления паровоздушной среды при тепловой обработке на свойства бетона в стадии его разогрева и в начале изотермического прогрева непосредственно в пакетах по режиму, представленному на рис. 3. Исследованы бетоны различного состава, в том числе с добавкой СДБ, избыточное давление было принято 0,2—0,3 ати.

Опыты показали, что прочность бетона после тепловой обработки в среде с возрастающей относительной влаж-

ностью и избыточным давлением под-держиваемым в течение 4,5—5 ч, и после тепловой обработки для бетона без добавок на 20%, а с добавкой СДБ на 31% выше прочности бетона, пропариваемого в среде с атмосферным давлением.

Избыточное давление среды при тепловой обработке наиболее эффективно влияет на повышение прочности бетона только при его начальном разогреве в течение первых 3,5—5 ч. Выдерживание бетона в среде с избыточным давлением на протяжении всего цикла тепловой обработки нецелесообразно. Тепловая обработка бетонов в пакетах в среде с избыточным давлением и возрастающей относительной влажностью способствует механическому всестороннему обжатия изделия, ограничивая тепловое расширение бетона, и влияет на его тепло- и массообмен со средой. Наличие избыточного давления среды ускоряет полный прогрев образца не менее чем на 0,5 ч, количество испаряемой влаги из бетона уменьшается, в результате этого повышается степень гидратации цемента, улучшаются мак-

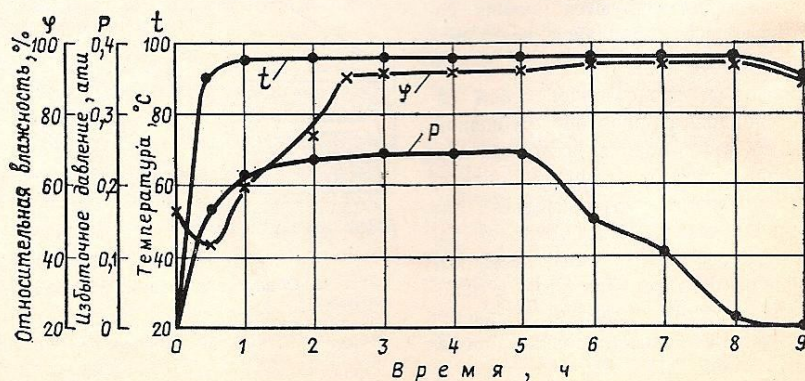


Рис. 3. Изменение параметров паровоздушной среды в пакете под поддоном (термоформой) при тепловой обработке железобетонных изделий

рострукция бетона и его физико-механические свойства.

Оценка изменения плотности бетонов после тепловой обработки при оптимальном избыточном давлении (0,1—0,3 ати) при помощи прохождения ультразвука через толщу образца размером $10 \times 10 \times 10$ см показала, что коэффициент изотропности (отношение средней скорости прохождения ультразвука через образец в вертикальном направлении к средней скорости в горизонтальном направлении) бетонов практически равен коэффициенту изотропности бетона, твердеющего 28 сут в нормальных условиях.

Таким образом, применение вышеописанного способа в условиях данно-

го завода позволяет сократить общий цикл тепловой обработки на 1,5 ч и одновременно уменьшить расход цемента на 1 м^3 изделия около 10%.

Выводы

Оптимальными условиями тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий в пакетах без предварительной выдержки является паровоздушная среда с повышающимся в ней избыточным давлением с начала тепловой обработки и возрастающей относительной влажностью в период подъема температуры.

Оптимальное избыточное давление паровоздушной среды, достаточное для предотвращения возникающих при тепловой обработке деструктивных процес-

сов, зависит от скорости подъема температуры и состава бетона. Для тяжелых бетонов без добавок оптимальное избыточное давление 0,1—0,2 ати, а для бетонов с добавками типа СДБ, замедляющими темп начального твердения бетона и вовлекающих дополнительное количество воздуха, 0,2—0,3 ати.

Избыточное давление паровоздушной среды, положительно влияющее на формирование капиллярно-пористой структуры бетона при тепловой обработке, необходимо только на период полного разогрева бетона, т. е. на 3—5 ч после начала тепловой обработки. Наличие его при изотермическом прогреве не влияет на свойства бетона.

Бетоны

Кандидаты техн. наук В. М. МЕДВЕДЕВ (НИИЖБ), В. Ф. ПЯСЕЦКИЙ (ЦНИИОМТП), А. Е. АФАНАСЬЕВ, д-р техн. наук, проф. Н. И. ГАМАЮНОВ, инж. Л. М. ЛАПТЕВ (Калининский политехнический ин-т)

УДК 691.327:539.4:556.332.4

Оценка водонепроницаемости песчаного бетона по его пористости

При изучении гидротехнических бетонов много внимания уделялось проблеме корреляционной связи между их водонепроницаемостью и пористостью. Многие авторы пытались решить эту проблему различными методами. Так, в работе [1] сделан вывод, что в структурах, подобных цементному камню, прямой связи между пористостью и проницаемостью не наблюдается. Противоположное мнение по этому поводу высказывается в работе [2] — автор предложил определять объем сквозных пор, связав его с проницаемостью степенной зависимостью

$$K = f(V_{\text{скв}}^n), \quad (1)$$

где K — проницаемость;

$V_{\text{скв}}$ — сквозная пористость;

n — показатель степени, $n \geq 2$.

Однако эта гипотеза не учитывает многообразия связей отдельных видов пор. Например, самые крупные поры размером более $1 \cdot 10^{-2}$ мм практически не оказывают влияния на фильтрацию, так как количество и концентрация их в бетоне весьма незначительны, а современные способы уплотнения бетонных смесей исключают скопление таких пор в сквозные каналы [3]. Не способствуют

фильтрации и самые мелкие поры, близкие по размерам к молекулам фильтруемого флюида. Некоторое влияние на фильтрацию оказывает диффузионный обмен между жидкостями сообщающихся пор и тупиковых или застойных зон поровой системы. Поэтому система пор, по которой в конкретных условиях и происходит фильтрация, которая отличается от сквозной и общей пористости, получила название активной пористости и может быть представлена зависимостью

$$m = \frac{V_p - V_n}{V_q}, \quad (2)$$

где m — активная пористость;

V_p — объем пор в материале;

V_n — объем, занимаемый порами, не участвующими в фильтрации;

V_q — объем образца.

Для исследования активной пористости наиболее эффективен метод фильтрации жидкости с радиоактивной несорбирующейся меткой, вводимой в исчезающе малых концентрациях [4]. Песчаный бетон, используемый для опытов, относится к системе, содержащей непористые жесткие частицы, что позволяет применять более простую одноинди-

каторную методику. При этом жидкость, содержащая радиоактивный изотоп, внедряется в систему пор материала, заполненную намеченной жидкостью, и вытесняет последнюю. Под давлением радиоактивной жидкости из образца прежде всего выделяется фильтрат, заполнявший ранее поры материала. Появление активной метки в фильтрате свидетельствует о том, что меченая жидкость прошла толщу образца по самым крупным сообщающимся порам за время $t_{\text{мин}}$. В дальнейшем активность фильтрата нарастает, что свидетельствует о проникновении меченой жидкости во все более мелкие поры и по мере заполнения меченым раствором всех водопроводящих путей в бетоне становится равной, исходной. Это время, обозначаемое $t_{\text{макс}}$, характеризует самые мелкие из сообщающихся пор.

Образцы мелкозернистого бетона изготавливали на портландцементе марки М 500 Вольского завода и подмосковном мелком песке с $M_{\text{кр}} = 1,8$ после отсева крупных фракций на сите с отверстиями 2 мм. Водонепроницаемость изучаемых составов определяли на 6—12 образцах размером $10 \times 10 \times 4$ см по методике [3]. Так были подобраны и испытаны соста-

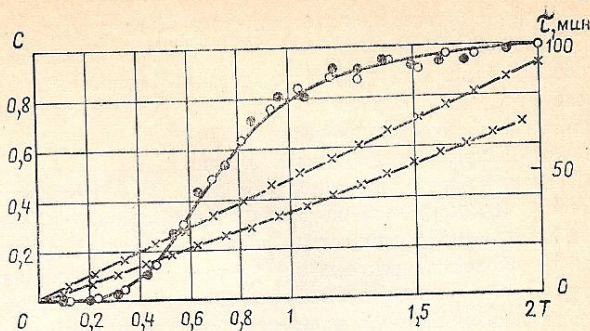
вы мелкозернистых бетонов, имевшие водонепроницаемость от 1 до 15 ати. Из этих составов изготавливали по 12—15 образцов-цилиндров диаметром 5 см и высотой 1 см для изучения активной пористости. Перед опытами их тщательно насыщали спиртом. Для этого вначале водную фазу в порах замещали спиртом путем его фильтрации сквозь образцы, затем освобождались от газовой фазы, насыщая их спиртом под вакуумом. Объем и массу образцов фиксировали. По окончании фильтрационных испытаний определяли объем пор, занимаемых спиртом, высушивая образцы до постоянной массы.

Образец вставляли в резиновое кольцо, смазанное с внутренней и внешней сторон вакуумной смазкой, и помещали в сконструированный авторами разъемный цилиндрический оголовок фильтрационной установки (рис. 1). Оголовок состоял из верхнего опорного фланца, соединенного с камерой для фильтруемой «меченой» среды, нижнего фланца, выполненного в виде воронки и предназначенного для сбора профильтровавшейся сквозь образец жидкости и соединительной муфты с резьбой. Образец в резиновом кольце помещали между фланцами и зажимами с помощью муфты, что исключало краевую фильтрацию в обход образца.

Цилиндрический резервуар над образцом заполняли меченой фильтрующейся жидкостью известной активности N_0 . На опорную площадку поршня помещали груз для создания постоянного градиента напора и включали секундомер для регистрации скорости фильтрации. Фильтрат на выходе из прибора собирали в мерную бюретку для измерения радиоактивности.

В последующих расчетах использовали отношение нарастающей в ходе испы-

Рис. 2. Радиоиндикаторные кривые и скорости накопления фильтрата для двух наиболее отличающихся по структуре образцов-близнецов из бетона водонепроницаемостью 15 ати



тания активности фильтрата N_t к исходной активности N_0 , обозначаемое C и отношение объема фильтрата V_0 , взятого для каждой последующей порции нарастающим итогом к объему дисперсионной среды образца V_n , обозначаемое — T . В системе координат C — T построили радиоиндикаторные кривые для исследованных составов мелкозернистых бетонов. Здесь же привели зависимость $T=f(\tau)$ между объемом фильтрата и временем опыта, характеризующую скорость накопления фильтрата (рис. 2).

На графике отмечены изучаемые зависимости для двух образцов-близнецов, степень водонепроницаемости которых одинакова, а структура и характер распределения фильтрующих пор по размерам имеют максимальное различие внутри серии испытанных образцов. Радиоиндикаторные кривые расположены весьма близко друг от друга, и выделить их индивидуальность невозможно. Но при этом момент появления в фильтрате активной метки $t_{мин}$ различен, отличаются и значения $t_{макс}$. Скорости накопления фильтрата, представленные в виде двух линейных зависимостей $T=f(\tau)$, также отличаются для указанных образцов.

Эти графики используются для расче-

та и построения кривых распределения фильтрующих пор по размерам. Для этого рассчитывают эффективные диаметры пор D по формуле [5]:

$$D = 23,3 \sqrt{\frac{h \eta}{\tau \frac{P}{h}}}, \quad (3)$$

где h — высота образца, см;

τ — время прохождения метки через поры данного размера, мин;

P — внешнее давление на меченую фильтрующуюся жидкость, см вод. ст.;

η — вязкость жидкости, сП.

Сначала находили максимальный и минимальный размеры пор, определяющих фильтрацию в данных условиях. Затем все промежуточные поры разбивали на примерно равные интервалы и находили соответствующие им интервалы времени путем решения уравнения (3) относительно τ .

По полученным значениям времени из рис. 2 определяли значения C , а по ним рассчитывали изменение удельной активности ΔN в пределах установленных ранее интервалов размеров пор. $\Sigma \Delta N$ по интервалам должна быть близкой к исходной активности меченой жидкости. Далее определяли количество фильтрата ΔQ в процентном отношении, с учетом того, что изменение удельной активности ΔN за интервал времени Δt пропорционально расходу меченой жидкости, прошедшей через поры данного интервала размеров:

$$\Delta Q = \frac{\Delta N \cdot 100}{\Sigma \Delta N}. \quad (4)$$

Затем от распределения по расходу фильтрующейся жидкости переходили к распределению по объему водопроводящих пор:

$$\Delta V = \Delta Q \tau_{ср}, \quad (5)$$

где $\tau_{ср}$ — среднее значение времени для каждого интервала Δt .

Далее рассчитывали относительные величины $\Delta V / \Delta D$ и строили кривые распределения объема фильтрующих пор по размерам (рис. 3). Однако при рассмотрении зависимости водонепроницаемости бетона от структуры порового пространства пользоваться этой системой распре-

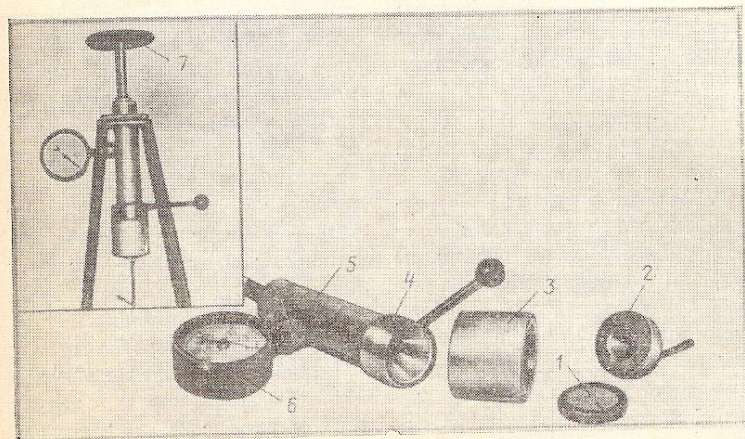


Рис. 1. Схема фильтрационной установки

1 — нижний опорный фланец; 2 — образец в резиновом кольце; 3 — соединительная муфта; 4 — верхний опорный фланец; 5 — цилиндрический резервуар для заливки жидкости с радиоактивной меткой; 6 — контрольный манометр; 7 — поршень с опорной площадкой для установки груза

деления фильтрующих пор по размерам неудобно. Поэтому для каждого образца определили средний диаметр

$$d_{\text{ср}} = \frac{\sum \Delta D_{\text{ср}} \cdot \Delta Q}{\sum \Delta Q}, \quad (6)$$

где $\sum \Delta D_{\text{ср}}$ — средний диаметр пор для каждого интервала, мк.

Зависимость водонепроницаемости мелкозернистого бетона от среднего диаметра пор, рассчитанного по кривым распределения фильтрующих пор, представлена на рис. 4. Из графика видно, что колебания средних диаметров пор создают некоторую площадь, идущую расширяющейся полосой от низких давлений к высоким и характеризующую бетоны конкретной водонепроницаемос-

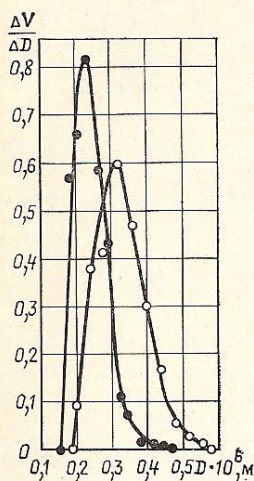


Рис. 3. Распределение объема фильтрующих пор по размерам для двух образцов

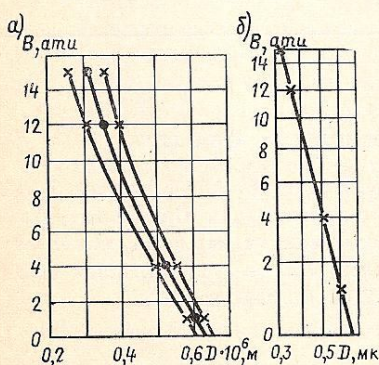


Рис. 4. Зависимость водонепроницаемости мелкозернистого бетона от среднего диаметра фильтрующих пор а — в прямоугольных координатах с равномерной шкалой; б — в координатах с функциональными шкалами $\sqrt{D^2}$ и $\sqrt{B^2}$

ти. Для получения аналитического выражения найденной закономерности по средним значениям диаметров пор построили среднюю функциональную зависимость. Используя методику «спрямления» кривых путем построения графика в координатах с неравномерными функциональными шкалами, удалось преобразовать криволинейную зависимость в прямую в отрезках

$$\frac{X}{a} + \frac{Y}{b} = 1. \quad (7)$$

Полагая, что $X = \sqrt[3]{D^2}$, а $Y = \sqrt[3]{B^2}$, произвели подстановку значений и решили уравнение относительно степени водонепроницаемости бетонного образца B :

$$B = \left[b \left(1 - \frac{D^{2/3}}{a} \right) \right]^{3/2}, \quad (8)$$

где B — водонепроницаемость бетона; D — средний диаметр пор, рассчитанный по кривым распределения активной пористости; a, b — коэффициенты пропорциональности.

Необходимо отметить, что полученные результаты применимы только для исследованных видов бетона. Сюда следует отнести мелкозернистые бетоны, а также растворную часть обычных бетонов. Бетоны с крупным заполнителем имеют несколько иные структурные характеристики, и проверка зависимости (8) для них требует дополнительного изучения.

Однако в целом определение зависимости между размерами фильтрующих пор и водонепроницаемостью привела к положительному решению этого вопроса. Результаты экспериментов показали несостоятельность утверждений некоторых исследователей, доказывавших отсутствие связи между пористостью и проницаемостью. Выбор же активной пористости в качестве характеристики водопроводящих пор позволил рассмотреть эту проблему с новых позиций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Wiggs P. The structure and properties of porous materials, London, 1958.
- 2 Иванов Ф. М. Коррозионные процессы и стойкость бетона в агрессивных средах. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук. М., 1968 (НИИЖБ).
- 3 Бовин Г. П. Возведение водонепроницаемых сооружений из бетона и железобетона. М., Стройиздат, 1969.
- 4 Лашнев В. И. Исследование пористой структуры дисперсных материалов радиониктаторным методом. Автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук. Калинин, 1969 (Калининский политехнический ин-т).
- 5 Чураев Н. В. Методы исследования водных свойств и структуры торфа с помощью радиоактивных изотопов. В кн.: Новые физические методы исследований торфа. М.—Л., Госэнергоиздат, 1960.

Долговечность

Инж. В. А. БЕЛОВИЦКИЙ

УДК 691.327:620.193.2

Коррозионные испытания бетонов, модифицированных кремнийорганическими соединениями

На многих промышленных предприятиях из железобетона выполняются емкости, отстойники и другие сооружения для технологических растворов, содержащих в основном хлористые соли (иногда вместе с солями магния). Для разработки составов бетона, наиболее стойких к действию концентрированных растворов хлористых солей и проверки их фактической долговечности, были испытаны бетонные образцы и железобетонные элементы в условиях действия рассолов оз. Сиваш, содержащих NaCl , MgCl_2 , MgSO_4 , MgBr_2 , KCl , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Хлористых и сернокислых солей натрия и магния (NaCl , MgCl_2 , MgSO_4) больше, чем остальных, поэтому они определяют основные свойства рассолов, а также возможность выделения из них различных солей (галита, эпсомита, бишофита, мирабилита и др.) при испарении и охлаждении. Равновесие между этими солями описывается четвертной водной системой $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$, детально изученной для различных температур. Сернокислый кальций, кислый углекислый кальций, соли калия и бромистоводородной кислоты в составе сивашских рассолов играют второстепенную роль, так как их количество не превышает 3,5—4% общего содержания солей.

Образцы изготавливали на низкоалюминатном портландцементе Себряковского завода марки М 500. За исходный приняли состав бетона с расходом цемента 525 кг/м^3 при $B/C=0,45$. Бетонные смеси подбирали равноподвижными ($\text{ОК}=2 \dots 4 \text{ см}$). При введении добавок водоцементное отношение снижалось до 0,325—0,435. В качестве добавок использовали кремнийорганические олигомеры ГКЖ-94 (0,1%), ГКЖ-10 (0,1%), а также СНВ (0,015%).

Часть образцов-кубов с ребром 10 см после распадавки в течение 2 мес. держали под постоянно увлажненными со-

Таблица 1

Условия твердения	Вид добавки и ее количество, %	Предел прочности при сжатии 0,85, МПа				
		перед установкой	после 1 года испытания	после 12 лет испытаний	$K_{ст} = 1$	$K_{ст} = 12$
Нормальные	Без добавки ГЖЖ-94—0,1	68,8 44,5	62,8 42,5	15,2 37	0,92 0,96	0,22 0,83
При пропаривании	Без добавки СНВ—0,015 ГЖЖ-10—0,1	83 57,8 56,3	47,7 50,9 54,5	24,4 23,2 31	0,58 0,88 0,97	0,28 0,4 0,55

доменными матами. Другую часть подвергали термообработке под колпаками в полигонных условиях по режиму: подъем температуры со скоростью 12—15° С/ч до 75—80°С, выдерживание при этой температуре 8 ч, прекращение подачи пара в камеру и охлаждение до температуры 20—22°С со скоростью 20°С/ч. Пропаренные бетоны затем твердели в тех же условиях, что и бетоны нормального твердения. В возрасте 10 мес все образцы установили на испытательный стенд в зону переменного горизонта, где их подвергли периодическому увлажнению рассолом и высушиванию (летний и осенне-весенний периоды), а также замораживанию-оттаиванию (зимний период).

Стойкость бетонов оценивали по коэффициенту стойкости $K_{ст}$, который представляет собой отношение прочности бетона после испытания R_n к прочности перед испытанием $R_{пл}$. Результаты 12-летних испытаний бетонов (табл. 1) показали высокую агрессивность рассолов. Максимальное снижение коэффициентов стойкости отмечается у бетонов без добавок. Разрушение по

внешним признакам характерно для процессов коррозии III вида — распирание ребер и углов, образование трещин вследствие развития локальных напряжений и, как следствие этого, отколы кусков. Введение добавок СНВ и ГЖЖ-10 позволило повысить коэффициент стойкости соответственно до 0,4 и 0,55 вместо 0,28. Наиболее эффективно модифицирование бетонов кремнийорганическим олигомером ГЖЖ-94, введение которого позволило повысить коэффициент стойкости до 0,83 по сравнению с 0,22 у бетона без добавок.

Для установления глубины проникновения в бетон основных составляющих рассола образцы-призмы размером 10×10×40 см подвергли химическому анализу. Пробы отбирали послойно путем распиловки образцов. Толщина первого наружного слоя составляла 5 мм, затем шли 3 слоя по 10 мм и последний, пятый слой имел толщину 15 мм. Поскольку соседние слои отличаются по содержанию в них агрессивных ионов незначительно, анализировали только нечетные слои по содержанию магния, сульфатов и хлоридов обычными методами химического анализа [1] (табл. 2).

Как видно из экспериментальных данных, содержание агрессивных ионов, проникших в толщу бетона, по мере удаления от наружной поверхности снижается. Сульфат-ионы проникают на всю глубину образцов, тогда как ионы магния практически не далее 25 мм. Введение абетата натрия, особенно кремнийорганических соединений в бетон, позволяет снизить его проницаемость. Однако при использовании одной и той же добавки скорость миграции различных ионов в толщу бетона снижается не одинаково. Для предотвращения развития сульфатно-магnezияльной коррозии наиболее эффективна добавка ГЖЖ-94 в количестве 0,1% [2]. При этом формируется мелкопористая структура с системой прерывистых разоб-

щенных капилляров; кроме того, в результате взаимодействия добавки с гидроролитической известью возникают соединения типа полиорганосилоксана, мозаично гидрофобизирующие внутреннюю поверхность пор и капилляров. Указанные причины повышают стойкость бетонов, модифицированных ГЖЖ-94, в сульфатных средах. Следует отметить и высокую плотность бетонов, глубина карбонизации которых после 12 лет испытаний составила всего 6—8 мм.

Выводы

Проведенные длительные натурные испытания показали, что модифицирование бетонов кремнийорганическими соединениями позволяет существенно повысить их коррозионную стойкость при воздействии солей хлоридно-сульфатного типа высоких концентраций. Наиболее эффективно модифицирование бетонов полиэтилгидросилоксановой жидкостью ГЖЖ-94.

Особо плотные бетоны нормального твердения с добавкой ГЖЖ-94 сохранили прочность после 12 лет действия концентрированного хлоридо-натриево-магниевого рассола с общим содержанием солей около 300 г/л.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатова И. И. Современные методы химического анализа строительных материалов. М., Стройиздат, 1972.
2. Батраков В. Г. Повышение долговечности бетона добавками кремнийорганических полимеров. М., Стройиздат, 1968.

Таблица 2

Условия твердения бетона	Вид добавки и ее количест- во, %	Толщина слоя бетона, мм								
		0—5			15—25			35—50		
		Содержание, %								
		Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Нормаль- ные	Без добавки ГКЖ-94—0,1	2,61 0,93	9,16 5,17	1,58 1,14	0,3 0,21	4,97 1,31	0,87 0,73	0,19 0,15	1,8 1,14	0,63 0,56
При про- паривании	Без добавки СНВ—0,015 ГКЖ-10—0,1	4,31 4,01 1,21	7,85 7,34 6,41	2,7 2,55 1,45	2,14 1,16 0,71	4,73 4,18 3,61	1,97 1,85 1,28	1,82 0,93 0,48	3,12 1,76 1,64	1,87 1,75 0,62

Примечание. Глубина карбонизации при твердении бетона в нормальных условиях составляет 6—7 мм, пропаренного — 7—8 мм.

Вышли в свет:

Воробьев В. А., Кивран В. К. и Корякин В. П. Применение физико-математических методов в исследовании свойств бетона. М., «Высшая школа», 1977. 271 с., 4000 экз., 76 к.

Топчий В. Д. Бетонирование в термоактивной опалубке. М., Стройиздат, 1977. 112 с., 7000 экз., 40 к.

Инж. А. А. ШЕЙКИН (МИИТ)

УДК 691.327:539.376

Метод прогнозирования предельной деформации ползучести бетона

Известно, что ползучесть бетона обусловлена ползучестью цементного камня, прочность и деформативность которого определяется прочностью и жесткостью связей, возникающих между отдельными кристаллогидратами — продуктами гидратации цемента. По характеру этих связей можно выделить две характерные структурные составляющие цементного камня: кристаллический сросток, в котором кристаллогидраты соединены химическими связями, и тоберморитовый гель с дисперсной фазой в виде субмикроструктур гидросиликатов кальция, между которыми через тонкие водные пленки действуют межмолекулярные (ван-дер-ваальсовы) силы сцепления.

Строение цементного камня можно представить в виде модели из двух параллельно расположенных стержней, первый из которых моделирует кристаллический сросток цементного камня, а второй — его гелевую структурную составляющую. Второй элемент модели способен уменьшать жесткость во времени под действием постоянной статической нагрузки, что и обуславливает рост деформаций ползучести цементного камня.

Согласно модифицированной гипотезе о физической природе ползучести бетона [1], уменьшение жесткости геля вызвано постепенным «разрушением» несущих коагуляционных контактов под совместным действием тепловых флуктуаций и напряжений. Рост деформаций ползучести бетона носит затухающий характер, так как вероятность «разрушения» коагуляционных контактов в цементном камне при $T = \text{const}$ и при постоянном начальном напряжении уменьшается во времени с сокращением числа несущих неразрушенных коагуляционных контактов в единице объема цементного камня.

Для бетона зрелого возраста, гидратация цемента в котором в основном прошла до приложения нагрузки, предельная мера ползучести цементного камня, согласно принятой модели, описывается уравнением

$$C_{к(ц.к)} = \frac{1}{q_c E_c} - \frac{1}{E_0(ц.к)}, \quad (1)$$

где E_c — модуль упругости кристаллического сростка;
 $E_0(ц.к)$ — мгновенный модуль цементного камня.

Объем, занимаемый кристаллическим сростком в единице объема цементного камня q_c , определяется так:

$$q_c = \frac{m_c}{\rho_c} \frac{1}{V_{ц.к}} = \frac{\alpha A \rho_{ц}}{\rho_c (1 + \rho_{ц} B/C)}, \quad (2)$$

где m_c — масса кристаллического сростка, при известном минералогическом составе цемента вычисляемая по уравнению

$$m_c = \frac{(0,32 C_3 S + 1,4 C_3 A + 1,3 C_4 A F + 1,66 \Gamma) \alpha C}{100} \rightarrow$$

A — параметр, равный многочлену, заключенному в скобки, для одного и того же цемента (постоянная величина);

α — степень гидратации цемента к моменту загрузки бетона;

C — расход цемента, соответствующий объему цементного камня, равному $V_{ц.к}$;

$C_3 S, C_3 A, C_4 A F$ — процентное содержание клинкерных минералов в цементе;

$\rho_{ц}$ — плотность цемента;

ρ_c — плотность кристаллического сростка.

Подставив в формулу (1) значение q_c из формулы (2), получаем выражение для предельной меры ползучести цементного камня:

$$C_{к(ц.к)} = \frac{\rho_c}{E_c} \frac{(1 + \rho_{ц} B/C)}{\alpha A \rho_{ц}} - \frac{1}{E_0(ц.к)}. \quad (3)$$

Все параметры имеют конкретное физическое содержание.

Так как ползучесть бетона уменьшается с уменьшением объема цементного камня в единице объема уплотненной бетонной смеси, то предельную меру ползучести бетона $C_{к(б)}$ можно определить следующим уравнением:

$$C_{к(б)} = \left[\frac{\rho_c}{E_c} \frac{(1 + \rho_{ц} B/C)}{\alpha A \rho_{ц}} - \frac{1}{E_0(ц.к)} \right] (1 - q_{зап}), \quad (4)$$

где $q_{зап}$ — объем, занимаемый заполнителями в единице объема бетона.

По этому уравнению можно достаточно точно спрогнозировать $C_{к(б)}$. Переменными параметрами в формуле (4) являются B/C , степень гидратации цемента, объемная концентрация цементного теста и мгновенный модуль цементного камня. Они определяют предельную меру ползучести бетона и могут быть найдены на стадии проектирования при предварительном задании марке бетона по прочности на осевое сжатие, требуемой подвижности бетонной смеси и условиях твердения бетона.

При заданной марке бетона $R_{б28}$, используя закон водоцементного отношения и рекомендации СНиП по оптимальному соотношению $R_{ц}/R_{б28}$ можно вычислить B/C .

В зависимости от вида конструкции и технологии ее изготовления по соответствующим рекомендациям СНиП выбирается удобоукладываемость бетонной смеси, по которой устанавливается водопотребность бетонной смеси, позволяющая вычислить объемную концентрацию цементного теста при известном B/C .

Степень гидратации цемента принимается в зависимости от условий твердения бетона. Мгновенный модуль цементного камня можно определить из уравнения:

$$E_0(б) = \left[\frac{q_{ц.к}}{E_0(ц.к)} + \frac{(1 - q_{ц.к})}{E_{зап}} \right]^{-1},$$

где $E_0(б)$ — модуль упругости тяжелого бетона (при заданной марке бетона может быть принят по СНиП).

Плотность цемента и кристаллического сродка, а также модуль упругости последнего в формуле (4) являются постоянными величинами. Плотность цемента принимаем равной 3, а значение ρ_c/E_c можно вычислить по соответствующим экспериментальным данным по формуле (4).

Отношение ρ_c/E_c , вычисленное экспериментальным путем по данным работы [2], составило примерно $1,2 \cdot 10^{-5}$. Предельные меры ползучести, вычисленные по формуле (4), сравнивали с результатами других экспериментальных работ, например [3]. Эти данные свидетельствуют о хорошем соответствии расчетных предельных деформаций ползучести — экспериментальным. Расчетное значение предельной меры ползучести составило $10,2 \cdot 10^{-5}$ 1/МПа; экспериментальное — $10,55 \cdot 10^{-5}$ 1/МПа. При вычислении предельных мер ползучести по формуле (4) степень гидратации цемента в бетоне принимали 0,8 для бетона из работы [2] и 0,64 для бетона из работы [3]. Основанием к этому послужили данные о кинетике роста прочности бетонов (см. таблицу). В работе [2] применяли портландцемент Здолбуновского завода, средний расчетный минералогический со-

Вид бетона	Расчетный минералогический состав цемента, %				Прочность бетона (в кгс/см ²) в возрасте (в сут) и соответствующая степень гидратации цемента в бетоне		Расчетный параметр А
	C ₃ S	C ₂ A	C ₄ AF	Гипс	28	360	
Высокопрочный бетон [2]	61	8	15	5	532 (0,8)	564 (0,85)	0,56
Бетон по работе [3]	32	11	9,4	5	313 (0,64)	417 (0,85)	0,39

став которого был принят по данным [4]. По химическому составу у использованного портландцемента вычисляли расчетный минералогический состав, а затем и параметр А.

Деформации ползучести за некоторое время действия постоянной статической нагрузки, особенно в начальный период, нелинейно зависят от напряжений при любом их уровне, начиная с самых низких, что доказано ранее и, в частности, работами НИИЖБ [5].

Нелинейность деформаций ползучести обусловлена тем, что число «разрушенных» коагуляционных контактов в геле

цементного камня за одно и то же время действия нагрузки увеличивается с повышением начальных напряжений. При $t = \infty$ деформации ползучести бетона должны быть связаны с начальными напряжениями линейной зависимостью. Нелинейность предельных деформаций ползучести может вызываться микроразрушениями в кристаллическом сродке при больших уровнях начальных напряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шейкин А. А. Причины нелинейной зависимости деформаций ползучести бетона от начальных напряжений. Труды МИИТ. Вып. 493, 1977.
2. Киреева С. В., Русинов И. А. Влияние некоторых факторов на зависимость ползучести бетона от его возраста в момент загрузки. — В кн.: Ползучесть и усадка бетона. Киев, Будівельник, 1969.
3. Cordina Experiments on the influence the mineralogical character of aggregates on the creep of concrete. RILEM Bulletins, № 6, 1960.
4. Кравченко И. В. Высокопрочные и быстротвердеющие портландцементы. М., Стройиздат, 1971.
5. Александровский С. В., Попкова О. М. Исследование нелинейных деформаций ползучести бетона молодого возраста при ступенчато изменяющихся напряжениях сжатия. — В кн.: Ползучесть и усадка бетона. Материалы совещания НИИЖБ Госстроя СССР. М., НИИЖБ, 1969.

Нам пишут

Инж. В. Е. ХАЙТМАН (трест Стальмонтаж)

УДК 624.012.35:69.05:658.562

Контроль качества

сборных железобетонных изделий потребителем

Долгое время СМУ-121 треста Кривокожстальконструкция монтировало конструкции крупных промышленных объектов без надлежащего контроля качества сборных железобетонных изделий, в результате чего заводы ЖБИ сдавали свою продукцию, не заботясь о повышении ее качества. При этом производственные потери, вызванные низким качеством продукции, отражались на деятельности строителей. В связи с этим СМУ решило тщательно проверять качество конструкций перед монтажом путем специально организованного входного контроля на складе управления.

Для этого назначили двух инженеров — контролера и претензиониста, работаю-

щих под руководством начальника производственно-технического отдела. Учитывая значительный объем работы, разработали формы бланков различных документов и размножили их типографским способом. Это не только способствовало ускорению работ, но и исключило большое число ошибок.

Контролер ведет учет поступления изделий, проверяет их транспортирование, складирование и хранение, в случае необходимости требует от работников железной дороги составления коммерческих актов. Направляет через управление уведомления о вызове представителя завода ЖБИ для приемки продукции по качеству, а при неявке этого представите-

ля приглашает других участников инспекционного контроля из состава лиц, предусмотренных инструкцией по качеству. Участвует в инспекционном контроле качества продукции, а также составляет акты по качеству. Отмечает исправимые дефекты и согласовывает с представителем завода ЖБИ сроки их устранения, передает претензионисту оформленные документы и составляет справки о фактических сроках и объемах исправления дефектов заводами-изготовителями.

Претензионист, ознакомившись с заказами на сборные железобетонные изделия, составляет договоры поставок с внесением в них условий, регламентирующих качество продукции и его контроль на стройке, проверяет оплату платежных требований заводов, передает в бухгалтерию документы для отказа от оплаты или для безакцептного списания излишне уплаченных сумм, вносит предложения о переводе отдельных поставщиков на форму оплаты стоимости изделий после проверки их качества, участвует в расчете штрафных санкций и убытков, вызванных поставкой изделий

низкого качества, составляет и своевременно направляет претензии поставщикам и исковые материалы в органы арбитража, представляет потребителя продукции при рассмотрении дел в этих органах; ведет учет предъявления претензий и исков, а также результатов их рассмотрения. Претензионисту поручены также определение объема, заказ и комплектация крепежных деталей для сборных железобетонных изделий.

Приступив к контролю качества сборных конструкций с предъявлением штрафных санкций, управление не было уверено, что это даст положительный эффект, а качество конструкций улучшится. Приходилось также учитывать, что по разным причинам приходится обращаться к заводам ЖБИ с просьбами о внеплановом изготовлении изделий, так что предъявление исков могло испортить отношения с поставщиками. И действительно, вначале некоторые заводы пытались прекратить отгрузку продукции туда, где контролируют ее качество и предъявляют штрафные санкции. В таких случаях управление привлекало поставщиков к ответственности не только за низкое качество, но и за несвоевременную и некомплектную поставку изделий. Со временем проверять качество изделий стали все СМУ треста.

Как показала практика претензионной работы, отношения между управлением и поставщиками не ухудшились, а даже улучшились — представители заводов стали чаще бывать на объектах управления, что способствовало своевременному монтажу конструкций. СМУ взыскивало за поставку продукции низкого качества в среднем по 55 тыс. р. в год, что покрывало затраты, понесенные управлением. Для повышения качества поставщики приняли меры: стали затирать раковины на поверхности изделий, с большей точностью устанавливать закладные детали, заделывать сколы, смазывать нарезку анкерных болтов, значительно улучшилась маркировка конструкций — на них начали наносить риски геометрических осей, указывать массу. Благодаря этому в девятой пятилетке качество сборных железобетонных изделий намного улучшилось, и предприятия объединения Криворожжелезобетон почти 90% продукции выдавали с первого предъявления. Учитывая высокую эффективность описанных мер, следует организовать обязательный контроль качества сборных железобетонных изделий перед монтажом всеми строительно-монтажными организациями. Эту работу необходимо рассматривать как часть основной деятельности организаций, она должна им планироваться с установлением строгой отчетности.

В помощь проектировщику

Канд. техн. наук Н. А. УШАКОВ (ЦНИИПромзданий)

УДК 69.021.15

Оптимизация ступенчатых фундаментов

Железобетонные фундаменты ступенчатого типа — широко распространенные конструкции, которые, как правило, индивидуально разрабатывают в каждом проекте и далеко не всегда рационально, поэтому вопрос оптимизации фундаментов является весьма актуальным и решение его может дать существенную экономию.

Размер подошвы определяют по СНиП II-15-74 исходя из допустимой осадки фундамента или по нормативному давлению на грунт основания. Соотношение сторон в плане находят из условия получения минимального объема фундамента. При действии одной нормальной силы подошва должна быть квадратной исходя из симметрии приложения нагрузки относительно двух осей координат:

$$\frac{N^H}{b_H^2} \leq R^H - \gamma_{cp} h. \quad (1)$$

Сторона квадратного фундамента

$$b_H = \sqrt{\frac{N^H}{R^H - \gamma_{cp} h}} = \sqrt{\frac{N^H}{R^H (1 - t)}}, \quad (2)$$

где N^H — нормативная нормальная сила от колонны;

R^H — нормативное сопротивление грунта, определяемое по СНиП II-15-74;

γ_{cp} — усредненная объемная масса фундамента и грунта на его обрезах (обычно $\gamma_{cp} = 2 \text{ тс/м}^3$);

h — глубина заложения подошвы фундамента;

$$t = \frac{\gamma_{cp} h}{R^H}.$$

При действии нормальной силы и момента ширину фундамента сохраним постоянной по формуле (2), а повышение несущей способности фундамента будем производить, увеличивая размер в плоскости действия момента. При малом эксцентриситете приложения нормальной

силы фундамент может быть так же квадратным за счет введения повышающего коэффициента 1,2 для краевого давления (рис. 1):

$$p_2 = \frac{N^H}{l_H b_H} \left(1 + \frac{6e}{l_H} \right) \leq \leq 1,2 R^H - \gamma_{cp} h. \quad (3)$$

При больших эксцентриситетах необходимую длину фундамента определяем в зависимости от e и l . Из формул (1) и (3):

$$R^H = \frac{N^H}{b_H^2} + \gamma_{cp} h = = \left[\frac{N^H}{l_H b_H} \left(1 + \frac{6e}{l_H} \right) + \gamma_{cp} h \right] \frac{1}{1,2}.$$

Сделав необходимые преобразования и обозначив

$$k_H = \frac{1}{2,4 + 0,4 \frac{t}{1+t}},$$

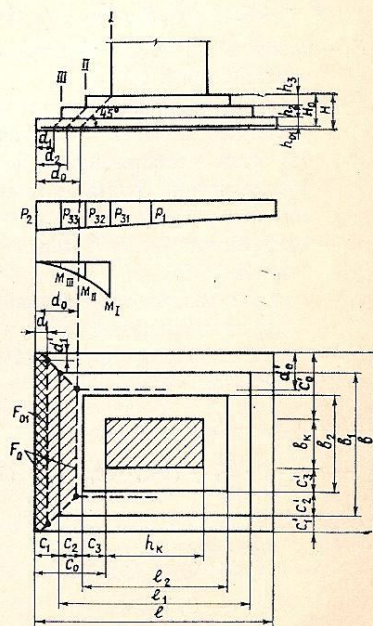


Рис. 1. Пирамиды продавливания для ступенчатых фундаментов

М 75. Поризация керамзитобетона на кварцевом песке осуществлялась воздухововлекающей добавкой ЦНИПС-1, вводимой из расчета 0,4 кг на 1 м³ бетона М 50 и 75. В качестве газообразователя для поризации керамзитобетон с песком и беспесчаных использовалась алюминиевая пудра в количестве, соответственно равно 0,6 и 0,8 кг для бетона М 50 и 0,5 и 0,7 кг для бетона М 75.

Для приготовления поризованного технической пеной беспесчаного керамзитобетона М 50 и 75 применялся алкиларилсульфонатный пенообразователь (20%-ной концентрации) в количестве, соответственно равно на 1 м³ бетона 2,5 и 2 л.

Подсчет эффективности 1 м² панелей произведен для условий Москвы.

Стоимости исходных материалов по соответствующим прейскурантам приняты следующие: портландцемент — 17 р. 70 к. за 1 т; керамзитовый гравий — 8 р. 20 к. за 1 м³; керамзитовый дробленый песок — 14 р. за 1 м³; кварцевый песок — 2 р. 80 к. за 1 м³; ЦНИПС-1 — 40 к. за 1 кг; алюминиевая пудра — 98 к. за 1 кг; пенообразователь — 20 к. за 1 л.

По СНиП II-A.7-71 подсчитано сопротивление теплопередаче наружной стены R_0^{TP} , которое для ограждающих конструкций средней категории массивности, применяемых в Москве, равно 1,03 м²·ч·°С/ккал. Была также определена толщина керамзитобетона в панели между наружными и внутренними фактурными слоями (общей толщиной 2+2=4 см) из цементно-песчаного раствора, при различных значениях объемной массы керамзитобетона и значениях коэффициента теплопроводности. Данный показатель также принят с учетом дополнений к главе СНиП II-A.2-71.

Тепловая инерция конструкций, изготовленных из керамзитобетон, находится в пределах от 4,27 до 5,39.

Сравнение объемных масс керамзитобетон в сухом состоянии, стоимости материалов на 1 м³ бетона, толщин панелей, расходов цемента на 1 м² стены и стоимостей 1 м² ограждения (без учета фактурных слоев) представлено в таблице.

Для большей наглядности вышеуказанные характеристики поризованных бетонов были подсчитаны в процентах от аналогичных показателей для керамзитобетона плотной структуры на дробленном керамзитовом песке, принятого за эталон (см. таблицу).

Расчеты позволяют сделать вывод, что керамзитобетон марок М 50—75 плотной структуры на дробленном керамзитовом песке, принятый за эталон, имеет наибольшую объемную массу. Соответственно на 66—45 кг/м³ снижается масса бетона на кварцевом песке, поризованного воздухововлекающими добавками.

Применение дробленного керамзитового песка при поризации бетона газом снижает объемную массу керамзитобетона на 127—95 кг/м³, а поризация беспесчаного керамзитобетона пеной или газом уменьшает объемную массу на 229—197 кг/м³.

Наиболее высока стоимость материалов для приготовления 1 м³ плотного керамзитобетона марок М 50—75 на керамзитовом песке, принятого в качестве эталона. При использовании дробленного керамзитового песка и поризации бетона газом стоимость материалов снижается на 1 р. 45 к.—1 р. 05 к., а при полном отказе от применения такого песка на 2 р. 68 к.—2 р. 49 к. При поризации беспесчаного керамзитобетона

технической пеной стоимость 1 м³ бетона марок М 50—75 по сравнению с эталоном будет уменьшена соответственно на 3 р. 16 к.—2 р. 77 к.

Применение кварцевого песка и поризация керамзитобетона воздухововлекающими добавками позволяет снизить стоимость материалов для приготовления 1 м³ керамзитобетона на 5 р. 11 к.—4 р. 80 к., в данном случае можно получить наиболее дешевый керамзитобетон.

Снижение объемной массы керамзитобетона марок М 50—75 до 928—962 кг/м³ за счет поризации уменьшает общую толщину однослойной керамзитобетонной панели наружных стен жилых зданий. На кварцевом песке с поризацией воздухововлекающей добавкой можно получить панели, толщина которых меньше эталона соответственно на 2,6—1,8 см. Изделия из керамзитобетона, изготовленного на дробленном керамзитовом песке и поризованного газом, имеют толщину на 5—3,8 см меньше, чем толщина эталона. Толщина панелей из беспесчаного керамзитобетона, поризованного газом или пеной, снижается на 8,5—7,6 см.

Наименьшее количество цемента на 1 м³ бетона расходуется при приготовлении эталонного керамзитобетона плотной структуры на дробленном керамзитовом песке, а наибольшее — при приготовлении беспесчаного поризованного керамзитобетона. Разница составляет соответственно 80 и 100 кг цемента марки 400 на 1 м³ керамзитобетона марок М 50 и 75. При изготовлении бетонов на кварцевом песке и поризации воздухововлекающей добавкой превышение расхода цемента по сравнению с эталонным бетоном составляет 10 кг/м³ (только для бетона М 75), а на дробленном керамзитовом песке с поризацией газом оно увеличивается на 60—80 кг/м³.

Однако за счет уменьшения толщины изделия расход цемента на 1 м² панели, изготовленной из различных керамзитобетон, практически выравнивается и составляет 68—75 кг при использовании бетона марки М 50 и 71—88 кг бетона марки М 75.

Стоимость всех материалов, применяемых для приготовления 1 м² панели из керамзитобетона, будет наибольшей при использовании эталонного плотного бетона марок М 50—75 на дробленном керамзитовом песке (6 р. 01 к.—6 р. 04 к.).

Для поризованного воздухововлекающей добавкой керамзитобетона на кварцевом песке тех же марок этот показатель снижается на 2 р. 08 к.—1 р. 87 к. Использование поризованного газом бе-

Вид керамзитобетона	Показатели керамзитобетона					
	марка по прочности при сжатии	объемная масса в сухом состоянии, кг/м ³	стоимость материалов на 1 м ³ , р/%	толщина панели, см/%	расход цемента на 1 м ² стены, кг/%	стоимость материалов на 1 м ² стены, р/%
1	50	$\frac{1157}{100}$	$\frac{17,63}{100}$	$\frac{34,1}{100}$	$\frac{68}{100}$	$\frac{6,01}{100}$
	75	$\frac{1159}{100}$	$\frac{17,67}{100}$	$\frac{34,2}{100}$	$\frac{72}{100}$	$\frac{6,04}{100}$
2	50	$\frac{1091}{94,3}$	$\frac{12,52}{71}$	$\frac{31,5}{93,2}$	$\frac{63}{92,6}$	$\frac{3,94}{65,6}$
	75	$\frac{1114}{96,1}$	$\frac{12,87}{72,8}$	$\frac{32,4}{95,3}$	$\frac{71}{98,6}$	$\frac{4,17}{69}$
3	50	$\frac{1030}{89}$	$\frac{16,18}{91,7}$	$\frac{29,1}{86,9}$	$\frac{75}{110,2}$	$\frac{4,7}{78,2}$
	75	$\frac{1064}{91,8}$	$\frac{16,62}{94}$	$\frac{30,4}{90,1}$	$\frac{88}{122,2}$	$\frac{5,05}{83,6}$
4	50	$\frac{928}{80,2}$	$\frac{14,75}{83,7}$	$\frac{25,6}{77,7}$	$\frac{71}{104,4}$	$\frac{3,77}{62,7}$
	75	$\frac{962}{83}$	$\frac{15,18}{85,9}$	$\frac{26,6}{80,1}$	$\frac{82}{113,9}$	$\frac{4,03}{66,7}$
5	50	$\frac{928}{80,2}$	$\frac{14,47}{82,1}$	$\frac{25,6}{77,7}$	$\frac{71}{104,4}$	$\frac{3,7}{61,6}$
	75	$\frac{962}{83}$	$\frac{14,9}{84,3}$	$\frac{26,6}{80,1}$	$\frac{82}{113,9}$	$\frac{3,96}{65,6}$

тона марок М 50—75 на дробленом керамзитовом песке уменьшает стоимость на 1 р. 31 к.—99 к. по сравнению с эталоном.

Применение беспесчаного бетона марок М 50—75, поризованного газом, снижает стоимость материалов на 1 м² панели соответственно в пределах

2 р. 24 к.—2 р. 01 к., а поризованного пеной—от 2 р. 31 к. до 2 р. 08 к. Таким образом, беспесчаные поризованные бетоны марок М 50—75 являются наиболее экономичными. Стоимость на 1 м² стены уменьшается соответственно на 37,3—34,4%.

Учитывая, что из всех видов керамзи-

тобетонов принятых составов можно получить изделия, отвечающие требованиям ГОСТа, выбор вида керамзитобетона для приготовления однослойных ограждающих конструкций необходимо производить с учетом их экономических показателей для конкретных условий и характеристик имеющихся материалов.

Наши юбиляры

К 75-летию В. М. Москвина

В августе 1977 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научной, инженерной, педагогической и общественной деятельности крупнейшего ученого в области защиты от коррозии бетона и железобетона, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора, доктора технических наук Владимира Михайловича Москвина.

Начав в 1927 г. трудовой путь в качестве прораба, дальнейшую трудовую деятельность В. М. Москвин посвящает развитию науки о бетоне. В 1935 г. разрабатывает нормы агрессивности воды—среды; исследует кислотоупорные и жаростойкие бетоны, изучает действие на бетон различных органических сред. В 1938 г. за книгу по добавкам—ускорителям твердения бетона ему присуждается ученая степень кандидата технических наук.

В. М. Москвин активный участник Отечественной войны, военную службу он закончил в звании инженера-майора. В 1950—1951 гг. он работал на восстановлении Севастополя. Вернувшись к исследовательской работе, В. М. Москвин создал научно обоснованную классификацию действия агрессивных сред на бетон, позволившую раскрыть механизм действия коррозионных сред на раство-

ры и бетоны и разработать методы их защиты. В 1951 г. В. М. Москвину присуждается ученая степень доктора технических наук и присваивается звание профессора. С 1953 г. он возглавляет Центральную лабораторию коррозии НИИЖБ.

В ЦЛК при непосредственном творческом участии В. М. Москвина разрабатываются новые методы исследования коррозии железобетона при воздействии различных агрессивных сред. Созданы цементы и бетоны высокой коррозионной стойкости. Изучается коррозия арматуры, разработаны стойкие защитные покрытия и др.

Под руководством и при участии В. М. Москвина созданы практически все основные нормативные документы в области коррозии, разработана глава СНиП II-28-73 «Защита строительных конструкций от коррозии», включающая весь комплекс антикоррозионных мероприятий.

Уже более 20 лет проф. В. М. Москвин возглавляет работу по координации исследований процессов коррозии и защиты строительных конструкций в нашей стране. Он является, в частности, председателем секции коррозии научно-технического Совета Госстроя СССР,

членом редколлегий журналов «Бетон и железобетон», «Защита металлов», «Техника защиты от коррозии», членом Комитета по коррозии ВСНТО и др.

Исследования в области коррозии бетона принесли В. М. Москвину известность за рубежом. Его работы переведены и изданы в различных странах.

В. М. Москвин опубликовал около 200 научных трудов, посвященных различным вопросам коррозии и защиты бетона, железобетона и других материалов и конструкций. Его монография «Коррозия бетона» является наиболее фундаментальной работой в этой области науки и техники.

В. М. Москвиным создана отечественная школа в области науки о коррозии и защите бетона и железобетона. Им подготовлено около 30 кандидатов и докторов технических наук.

За многолетнюю трудовую, научно-исследовательскую и общественную деятельность проф. В. М. Москвину присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, он награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями и грамотами.

Желаем Владимиру Михайловичу крепкого здоровья, новых успехов в работе и осуществления творческих замыслов.

найдем

$$\frac{l_n}{b_n} = k_n + \sqrt{k_n^2 + 12 k_n \frac{e}{b_n}} \quad (4)$$

При изменении t от 0 до 0,4 величина k_n принимает значения 0,417—0,375; $t_{ср.н}=0,2$ соответствует $k_n=0,4$. Тогда

$$\frac{l_n}{b_n} = 0,4 + \sqrt{0,16 + 4,8 \frac{e}{b_n}} \quad (5)$$

При изменении t от 0 до 0,4 отношение $\frac{l_n}{b_n}$ отклоняется от значения, определенного по формуле (5), не более чем на 4%. Вычисленные значения b_n и l_n следует округлять до размеров, кратных 0,3 м. Рекомендуется принимать $\frac{l}{b} \leq 1,6$. Окончательные размеры подошвы назначают так, чтобы вылеты ступеней в продольном и поперечном направлении были примерно одинаковыми.

Расчет фундаментов на прочность необходимо вести по расчетным нагрузкам, которые берут из статического расчета рамы цеха или принимают по нормативным нагрузкам с введением усредненного коэффициента перегрузки — для обычных цехов $n=1,2$.

Общую высоту фундамента определяют из расчета на продавливание усеченной пирамиды, верхнее основание которой равно площади колонны или подколоники, а боковые грани наклонены под углом 45° (см. рис. 1). Предельная сила, приходящаяся на наиболее нагруженную сторону пирамиды продавливания, определяется по формуле

$$P = F_0 p_2 \leq k R_p b_{ср} H_0, \quad (6)$$

где F_0 — площадь трапеции, заштрихованная на рис. 1;

p_2 — реактивное давление грунта от расчетной внешней нагрузки без учета собственного веса фундамента и грунта на его обрезах;

k — коэффициент — для тяжелых бетонов $k=1$;

$b_{ср}$ — средний размер стороны пирамиды продавливания;

H_0 — полезная высота фундамента. Из рис. 1 находим

$$F_0 = b(c_0 - H_0) - (c'_0 - H_0)^2 = -H_0^2 - b_k H_0 + (b c_0 - c_0'^2). \quad (7)$$

Обозначая $\frac{R_p}{p_2} = r$ и подставляя выражение (7) в формулу (6), определим

$$H_0 = -0,5 b_k + \sqrt{0,25 b_k^2 + \frac{b c_0 - c_0'^2}{1+r}} \quad (8)$$

По аналогии для нижней ступени

$$P = F_{01} p_2 \leq k R_p b_{ср} h_{01}, \quad (9)$$

где h_{01} — полезная высота нижней ступени.

По формуле (9) подсчитываем максимальный вылет нижней ступени

$$c_{1 \text{ макс}} = h_{01} + A - \sqrt{A^2 - B}, \quad (10)$$

$$A = 0,5(b + 2r h_{01});$$

$$B = r h_{01}(b - h_{01}).$$

Максимальный вылет второй ступени $c_{2 \text{ макс}}$ также определяем по формуле (10), заменив h_{01} на $h_{02} = h_{01} + h_2$, а вылет второй ступени по рис. 1:

$$c_2 = c_{2 \text{ макс}} - c_1. \quad (11)$$

Вылет верхней ступени

$$c_3 = c_0 - (c_1 + c_2). \quad (12)$$

Вылеты и высоты ступеней должны иметь модульные размеры, кратные 0,15 м, поэтому для каждой пары значений c_0 и h_0 можно заранее подсчитать по формуле (10) предельные значения расчетного давления грунта на ступени фундамента:

$$p_2 = \frac{R_p h_0 [b - (2c - h_0)]}{(c - h_0) [b - (c - h_0)]}. \quad (13)$$

Эти значения приведены в таблице, пользуясь которой сразу подбирают предельные (оптимальные) размеры ступеней для фундаментов из бетона марки М 200. Для бетонов других марок допустимые давления повышают, умножая на отношение R_p/R_{p200} .

Вогнутая форма эпюры изгибающих моментов консольной части фундамента показывает, что нижняя и средняя ступени должны иметь меньшую высоту

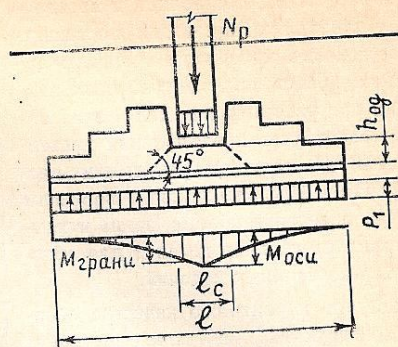


Рис. 2. Схема продавливания дна фундамента

по сравнению с верхней и наибольший вылет. Вылеты ступеней в поперечном направлении следует принимать $c'_1 = c_1$ (см. рис. 1), что и было принято при выводе формулы (10).

Порядок пользования таблицей пояснен в числовом примере.

Площадь нижней арматуры определяют по изгибающим моментам по граням ступеней и подколоники в соответствии с РМ-53-01/75 по расчетным нагрузкам. Фундаменты армируют унифицированными сетками серии I.410-2. В фундаментах без подколоники, в которых колонны заделаны прямо в нижние ступени, количество арматуры следует определять по оси фундамента, так как в средней части он имеет постоянную высоту, — а момент по оси больше, чем по грани колонны (рис. 2):

$$\frac{M_{ос}}{M_{гр}} = \frac{l}{l - l_k} \quad (14)$$

и разница может достигать 15—20%.

h, м	h ₀ , м	c, м	b, м							
			1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
0,3	0,26	0,75	16	23	27	29	31	32	33	33
		0,6	32	39	43	45	47	48	49	50
		0,45	70	78	82	85	87	89	90	90
0,45	0,4	1,05	—	—	26	30	33	35	37	38
		0,9	—	34	40	45	47	49	51	52
		0,75	42	56	63	68	71	73	75	76
0,6	0,56	1,5	—	—	—	19	23	27	29	30
		1,2	—	—	32	38	43	46	48	50
		1,05	—	38	49	56	60	64	66	68
0,75	0,71	0,9	46	68	80	87	92	96	99	100
		1,8	—	—	—	14	20	25	28	30
		1,5	—	—	21	31	37	42	45	47
0,9	0,86	1,2	—	—	—	56	72	77	81	83
		1,8	—	—	—	—	22	30	36	40
		1,5	—	—	36	49	57	63	68	72
1,05	1,01	1,8	—	—	—	—	45	52	58	62
		1,5	—	—	—	79	91	99	106	110
1,2	1,16	1,8	—	—	—	—	—	66	76	83
		1,8	—	—	—	—	—	—	—	89

Дно стакана необходимо проверить на продавливание от нормальной силы колонны (см. рис. 2). Полезную толщину дна стакана подсчитывают по формуле (15):

$$h_{\text{од}} = -0,25(l_c + b_c) + 0,5 \times \sqrt{\frac{(l_c + b_c)^2}{4} + \frac{p_1(l_c + b_c)}{R_p + p_1}}, \quad (15)$$

где l_c и b_c — длина и ширина стакана по дну;

$$p_1 = \frac{N^p}{lb}$$

При необходимости фундаменты должны быть проверены на раскалывание в соответствии с РМ-53-01/75.

Пример расчета

Нормативные усилия от колонны представлены на рис. 3.

$N_k = 900$ тс; $M_k = 400$ тс·м; $Q_k = 25$ тс.

Нормативные усилия в уровне подошвы фундамента

$N^n = 900$ тс; $M^n = 400 + 25 \cdot 3,9 = 500$ тс·м;

$$e = \frac{M^n}{N^n} = 0,56 \text{ м.}$$

Собственный вес фундамента и грунта на его обрезах

$$\gamma_{\text{ср}} h = 2,5 = 10 \text{ тс/м}^2;$$

$$t = \frac{10}{50} = 0,2.$$

Нормативное сопротивление грунта принимаем $R^n = 50$ тс/м², а краевое со-

противление $R_{\text{кр}}^n = 1,2 \cdot 50 = 60$ тс/м². Ширину подошвы определяем по формуле (2):

$$b_n = \sqrt{\frac{900}{50 - 10}} = 4,74 \text{ м;}$$

$$\frac{e}{b_n} = \frac{0,56}{4,74} = 0,117.$$

Длину фундамента подсчитываем из выражения (5):

$$l_n = (0,4 + \sqrt{0,16 + 4 \cdot 8 \cdot 0,117}) \times 4,74 = 5,92 \text{ м.}$$

Принимаем модульные размеры: $b = 4,8$ м; $l = 6$ м. Расчет фундамента на прочность производим по расчетным усилиям, но без учета собственного веса фундамента и грунта на его обрезах.

Усилия от колонны из статического расчета рамы цеха: $N_K^p = 1050$ тс; $M_K^p = 500$ тс·м; $Q_K^p = 30$ тс.

В уровне подошвы: $M^p = 500 + 30 \cdot 4 = 620$ тс·м; $e^p = \frac{620}{1050} = 0,59$ м.

Давление грунта

$$p_2^p = \frac{1050}{6 \cdot 4,8} \left(1 + \frac{6 \cdot 0,59}{6}\right) = 58 \text{ тс/м}^2.$$

Фундамент выполняется из бетона марки М 200: $R^p = 75$ тс/м²; $r = 1,29$. По рис. 3 находим выступы фундамента: $c_0 = 1,5$ м; $c_0' = 1,65$ м.

Полезная высота фундамента по формуле (9):

$$H_0 = -0,5 \cdot 1,5 + \sqrt{0,25 \cdot 1,5^2 + \frac{4 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 1,65^2}{1 + 1,292}} = 0,84 \text{ м.}$$

Полную высоту фундамента принимаем кратной модулю 0,3 м: $H = 0,9$ м; $H_0 = 0,86$ м и разбиваем на три ступени высотой по 0,3 м.

Вылет нижней ступени находим по таблице для $h_1 = 0,3$ м и $b = 4,8$ м. Принимаем $c_1 = 0,45$ м при $p_2 = 89 > 58$ тс/м² ($c_1 = 0,6$ м при $p_2 = 48 < 58$ тс/м² не проходит). Вылет двух ступеней при $h_1 + h_2 = 0,6$ м и $b = 4,8$ м по таблице равен 1,05 м при $p_2 = 64 > 58$ тс/м²; $c_2 = 1,05 - 0,45 = 0,6$ м; $c_3 = 1,5 - (0,45 + 0,6) = 0,45$ м. Вылеты ступеней в поперечном направлении при $p_{\text{гр}} = 36,5$ тс/м² принимаем 0,6; 0,6 и 0,45 м (см. рис. 3).

Предлагаемые принципы оптимизации фундаментов позволяют сократить их объем на 10–20% и значительно упрощают проектирование.

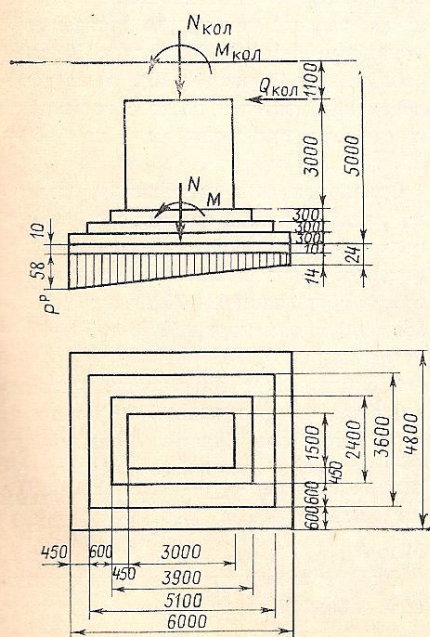


Рис. 3. Расчетная схема фундамента

Вопросы экономики

Канд. техн. наук Г. А. БУЖЕВИЧ,
инж. И. С. ХАЙМОВ (НИИЖБ)

УДК 69.022.326:691.327:666.973.2:666.64—492.3

Эффективность панелей из поризованного и плотного керамзитобетонa

В настоящее время для изготовления ограждающих конструкций широко применяют различные виды легких бетонов. Ниже приводятся технико-экономические показатели 1 м² однослойных панелей сплошных наружных стен жилых зданий, изготовленных из плотного или поризованного различными способами керамзитобетона (по ГОСТ 11024—72 и ГОСТ 13578—68). Для сравнения были приняты 5 видов керамзитобетона: плотной структуры на дробленом керамзитовом песке 1, а также поризованные — воздухововлекающей добавкой, изготовленные на кварцевом песке 2; газом на дробленом керамзитовом песке 3; газом без песка 4 и пеной без песка 5.

Расходы портландцемента М 400 на 1 м³ данных керамзитобетонa М 50 соответственно были приняты: 200, 200, 260, 280 и 280 кг, а марки 75—210, 220, 290, 310 и 310 кг.

На приготовление 1 м³ керамзитобетонa марок М 50 и М 75 пошло керамзитового гравия с $\gamma_n = 550$ кг/м³: при плотной структуре на керамзитовом песке — 0,95 м³; при поризации воздухововлекающей добавкой на кварцевом песке и поризации газом на керамзитовом песке — 1 м³, а при поризации пеной или газом без песка — 1,1 м³. Керамзитовый дробленый песок с $\gamma_n = 900$ кг/м³ на 1 м³ керамзитобетона плотной структуры марок М 50 и М 75 расходовался соответственно в количестве 0,45 и 0,44 м³, а на 1 м³ керамзитобетона этих же марок, поризованного газом, — по 0,2 м³. Для приготовления керамзитобетона, поризованного воздухововлекающей добавкой, использовался кварцевый песок с $\gamma_n = 1550$ кг/м³ в количестве по 0,2 м³ на 1 м³ бетона марок М 50 и



Ударная технология формирования железобетонных изделий

Основным технологическим агрегатом ударной технологии формирования сборных железобетонных изделий является ударный стол. Он состоит из двух рам: верхней (подвижной) и нижней, жестко закрепленной на фундаменте. Механизм подъема стола состоит из продольного вала, соединенного коническими зубчатыми колесами с поперечными валами, на которых находятся кулачки, укрепленные на верхней раме. При вращении кулачков верхняя рама стола поднимается до верхнего положения и под действием собственной массы и массы формы с бетоном свободно падает вниз, соударяясь опорными балками, закрепленными на нижней и верхней рамах. Характер импульсов стола (час-

тота ударов и размах) определяется профилем кулачков и параметрами электромеханического привода.

Основные характеристики ударного стола

Грузоподъемность, т	10
Размеры рабочей поверхности верхней рамы, мм	2500—6000
Частота ударов в 1 мин	240
Высота падения верхней рамы, мм	3—4
Масса ударной установки, т	7,3
Мощность электродвигателя, кВт	7,5

Конструкция ударного стола обеспечивает хорошее уплотнение бетонной смеси и получение гладкой поверхности изделия, что исключает дополнительную отделку его после твердения бетона.

По данным треста Оргтехстрой Минстроя ЛатССР и НИИЖБ внедрение

ударной технологии по сравнению с вибротехнологией позволяет снизить расход цемента до 10%, трудозатраты на 6—8%, расход электроэнергии на 18—20%, себестоимость изделий на 2,5 р/м³.

Метод формирования железобетонных элементов с помощью ударного стола применяют с 1971 г. на заводах КПД, сборного железобетона и ДСК.

Техническую документацию на ударные установки можно получить в тресте Оргтехстрой Минстроя ЛатССР по адресу: г. Рига, ул. Ганибу Дамбис, д. 17а.

По вопросам внедрения обращаться по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6. Бюро внедрения НИИЖБ.

УДК 69.024.4

Многоволновые оболочки положительной кривизны для промзданий

НИИЖБ совместно с ПИ № 1, на нулевой отметке в секции размером 3×18 или 3×24 м соответственно из 3 или 4 панелей с установкой временной инвентарной затяжки. Секции устанавливаются по диафрагмам без поддерживающих лесов. Диафрагмы запроектированы в виде железобетонных раскосных или безраскосных ферм или стальных раскосных ферм.

Железобетонные многоволновые оболочки применяют для покрытий одноэтажных зданий различного назначения с сеткой колонн 18×24, 18×30 и 24×24 м без фонарей, с зенитными и светоаэрационными фонарями; в зданиях без кранового оборудования, с подвесными тельферами и кранами грузоподъемностью до 5 тс и опорными кранами общего назначения грузоподъемностью до 50 тс.

Оболочки монтируют из железобетонных панелей размером 3×6 м, очерченных по цилиндрической поверхности со стрелой подъема 20 см.

Перед монтажом панели укрупняют

Панели в оболочках жестко соединены с диафрагмами только в угловых зонах на длине 3 м от углов оболочки. В остальной части панели свободно опираются на диафрагмы, поэтому каждая оболочка в многоволновом покрытии работает самостоятельно, что уменьшает расход материалов и упрощает конструкцию.

Панели изготавливают из бетона марки М 300 по поточно-агрегатной технологии, а фермы — из бетона марки М 400 по стендовой технологии.

Технико-экономические показатели железобетонных многоволновых оболочек (на 1 м² покрытия) представлены в таблице.

Конструктивные элементы и виды работ	Расход материалов		Стоимость «в де-ле», р.	Затраты труда чел.-ч	
	бетон, см	сталь, кг		на заводе	на стройплощадке
Контурные фермы	2,09	6,92	5,27	0,26	0,09
Плиты-оболочки	5,34	5,64	5,76	0,28	0,13
Монтаж плит-оболочек, замоноличивание швов, соединительные элементы	0,81	0,63	1,05	—	0,33

По сравнению с плоскостными конструкциями с теми же сетками колонн многоволновые оболочки требуют на 20—30% меньше бетона и стали и дешевле на 5—15%.

Железобетонные многоволновые оболочки применены на объектах Главзапстроя и Новгородского территориального управления строительством Минстроя СССР.

Библиография

Своевременное издание

Вышел в свет учебник* по дисциплине «Железобетонные конструкции» для студентов строительных вузов и строительных факультетов.

Со времени первого издания (1962 г.) произошли значительные изменения как в организации подготовки инженерных кадров, так и в строительстве.

Производство железобетонных конструкций по объему увеличилось более чем в 2,5 раза; расширились области применения железобетона, в частности, для гражданских зданий большой этажности, объектов химической промышленности, инженерных сооружений (атомных реакторов, сборных силосов, емкостей для сухих, жидких и газообразных продуктов и т. д.); вырос технический уровень конструктивных решений в связи с массовым использованием бетонов более высоких марок, стали более высокого качества, освоением почти на всех заводах ЖБИ технологии преднапряжения конструкций.

Существенный прогресс наблюдался в теории железобетона, главные положения которой вошли в основу новых СНиП II-21-75, а также в практике проектирования, что нашло отражение в возведении новых типовых конструкций зданий и инженерных сооружений, в новом каталоге железобетонных изделий для их массового производства на заводах стройиндустрии.

В связи с этим авторы учебника существенно переработали и дополнили первое издание. В книге освещены прогрессивные железобетонные конструкции, даны важнейшие обобщения в области теории железобетона, результаты научных исследований конструкций и многообразных конструктивных систем.

Разработаны новые главы: «Основы проектирования железобетонных элементов минимальной расчетной стоимости», «Конструкции инженерных соору-

жений», «Железобетонные конструкции, эксплуатируемые и возводимые в особых условиях». Дополнена глава «Конструкции многоэтажных каркасных и панельных зданий». Эти главы включены в учебник в соответствии с новой программой курса. Будущие инженеры-строители должны владеть методами проектирования оптимальных конструкций. Им необходимо изучение конструктивных решений и элементов инженерных сооружений (резервуаров, водонапорных башен, бункеров, силосов, подпорных стен, подземных каналов, туннелей и сооружений глубокого заложения), входящих в комплексы промышленного и гражданского строительства.

Особое значение для молодых специалистов имеет изучение железобетонных конструкций, возводимых в особых условиях (в сейсмических районах, на территориях с вечномёрзлым грунтом) и эксплуатируемых в условиях особых воздействий (технологического нагрева, сезонного значительного охлаждения, агрессивной среды).

Материал учебника изложен на высоком теоретическом уровне и охватывает железобетонные конструкции от одноэтажных и многоэтажных промышленных и гражданских зданий до разнообразных инженерных сооружений.

В книге обобщен преимущественно опыт строительства в СССР, массового применения сборного железобетона, эффективных конструкций из высокопрочных материалов. Учтена практика проектирования последних лет ведущих проектных организаций. Показан зарубежный опыт строительства.

Ведущее место отводится наиболее индустриальному по своей сущности сборному железобетону; преднапряженные конструкции не выделяются в самостоятельный раздел, а освещаются на протяжении всего курса.

Изложенные теоретические основы и принципы расчета железобетонных конструкций соответствуют новым нормам по проектированию СНиП II-21-75, введенным в действие с января 1977 г.

В методическом отношении в учебнике реализуется многолетний коллективный опыт преподавания данной дисциплины в МИСИ им. Куйбышева: строгая логическая последовательность в изложении материала; глубокое раскрытие физической сущности явлений; описание напряженно-деформированного состояния конструкций с помощью наиболее существенных математических зависимостей.

Учебнику присуща простота трактовки сложных вопросов, которыми изобилует современная теория расчета железобетона. Полнота содержания учебника и большой объем информации сочетаются с краткостью изложения. Этим он выгодно отличается от аналогичных отечественных и зарубежных публикаций.

В учебнике использована Международная система единиц СИ. В переходный период, когда нормативная документация Госстроя СССР еще не переведена на эту систему, использование ее в учебнике весьма целесообразно.

К недочетам книги можно отнести наличие отдельных опечаток, что в учебной литературе крайне нежелательно, некоторых неточностей в формулировках (по сравнению с текстом СНиП), конспективность главы, посвященной конструкциям, возводимым и эксплуатируемым в особых условиях. Отмеченные недочеты легко устранимы в последующих изданиях.

Издание учебника по железобетонным конструкциям одновременно с вводом в действие нового СНиП II-21-75 весьма своевременно.

Наряду с другими мероприятиями, проводимыми в системе высшей школы, учебник, безусловно, будет способствовать повышению эффективности обучения и улучшению качества подготовки инженерных кадров строительного профиля.

Д-р техн. наук, проф. Л. П. ПОЛЯКОВ

* Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1976, 783 с.

CONTENTS

Ishchenko I. I. Raising the effectiveness of concrete and reinforced concrete
Rodin Yu. M. Concrete and reinforced concrete structures in house and civil building
Deminov A. A., Kovalenko V. A. Experience of application the new indices for planning and assessing the enterprises work
Khromets Yu. N. Reinforced concrete structures of buildings and constructions
Bazhenov Yu. M. Means for perfection the technology and properties of concretes
Topchy V. D. The principal trends of technical progress in technology of reinforced concrete works in building site
Krylov B. A., Folomeev A. A., Gorchkov A. M. Modern problems in factory technology for manufacturing the reinforced concrete products
Niphontov V. S., Aisenberg J. M. New equipment for automatization and mechanization of production
Gvozdev A. A., Baikov V. N. Behaviour of reinforced concrete structures in the stage close to destruction
Gorchakov G. I., Moskvina V. M., Shestoperov S. V. Complex elaboration of concrete durability problem
Michailov K. V., Mulin N. M. Problems or reinforcing steels and reinforcement products development
Ganzha L. N. Production and application of structures made from concrete on porous aggregates
Vasiliev A. I., Matkov N. G., Mirmuminov M. M. Local compression in column joints for frame of multistory buildings
Malinina L. A., Rudoy A. F. Heat treatment of products in packets under surplus pressure
Medvedev V. M., Pyasetsky V. F., Afanasiev A. E., Gamayunov N. I., Laptev L. M. Assessment of sand concrete impermeability from its porosity
Sheikin A. A. Method of prediction the limiting deformation of concrete creep

CONTENU

Y. Y. Istchenko. Sur l'augmentation d'efficacité du béton et du béton armé.
Y. M. Rodine. Structures en béton armé pour les bâtiments et les ouvrages.
A. A. Deminov, V. A. Kovalenko. La pratique d'utilisation de nouveaux indices pour la planification et l'estimation de l'activité des entreprises auprès des «Glavmospromstroimaterialy».
Y. M. Bajenov. Les possibilités du perfectionnement de la technologie et des propriétés du béton.
V. D. Toptchy. Directions générales du progrès technique dans la technologie des travaux en béton armé en usine.
B. A. Krylov, Folomeev A. A., Gorchkov A. M. Technologie en usine des pièces en béton armé.
V. S. Nyphontov, J. M. Aisenberg. Nouvelle technique pour l'automatisation et pour la mécanisation en usine.
A. A. Gvozdev, V. N. Baykov. Sur question de comportement des structures en béton armé à l'état ultime proche à la rupture.
G. I. Gorchakov, V. M. Moskvine, S. V. Chéstoperov. La résolution en complexe du problème de durabilité du béton.
K. V. Mikchailov, N. M. Mouline. Problèmes de perfectionnement des armatures en acier et des pièces d'armaturages.
L. N. Ganja. Production et utilisation des structures en béton aux agrégats poreux.
A. Y. Vassiliev, N. G. Matkov, M. M. Mirmouminov. Compression locale dans les joints des ossatures de bâtiments à multiples étages.
L. A. Malinina, A. F. Rondoi. Le traitement par la chaleur sous pression excédente des pièces en béton dans les paquets.
V. M. Medvedev, V. F. Piassetsky, A. E. Afanassiev, N. Y. Gamaïounov, L. M. Laptev. Estimation d'imperméabilité du béton sableux selon sa porosité.
A. E. Cheikine. Méthode à prévoir les déformations limites de fluage du béton.

INHALTSVERZEICHNIS

Istchenko I. I. Steigerung der Wirksamkeit von Beton und Stahlbeton
Rodin J. M. Beton- und Stahlbetonkonstruktionen im Wohnungsbau
Djominow A. A., Kovalenko V. A. Anwendungserfahrung von neuen Kennzahlen der Planung und Arbeitsbewertung von Betrieben im Moskauer Hauptbauamt für Produktion von Industriebaustoffen
Chrometz J. N. Stahlbetonkonstruktionen von Gebäuden und Errichtungen
Bashenow J. M. Methode über Verbesserung von Technologie und Betoneigenschaften
Toptschij W. D. Hauptrichtungen des technischen Fortschrittes in der Technologie von Stahlbetonarbeiten auf der Baustelle
Krylow B. A., Folomeev A. A., Gorschkov A. M. Moderne Probleme in der Werkstechnologie der Produktion von Stahlbetonbauelementen
Nifontow W. S., Aisenberg J. M. Neue Einrichtung für Automatisierung und Mechanisierung der Produktion
Gwosdew A. A., Bajkow W. N. Zur Frage über das Verhalten von Stahlbetonkonstruktionen nah zum Bruchzustand.
Gortschakow G. I., Moskwina V. M., Shestoperow S. W. Komplexe Ausarbeitung des Problems über Betonbeständigkeit
Michailow K. W., Mulin N. M. Probleme der Entwicklung von Bewehrungsstählen und Bewehrungsteilen
Ganzha L. N. Produktion und Anwendung Betonkonstruktionen mit porösen Zuschlagstoffen
Vassiliev A. I., Matkov N. G., Mirmuminov M. M. Örtliches Zusammenpressen in Stützenfügen des Skelettes von mehrgeschossigen Gebäuden
Malinina L. A., Rudoi A. F. Warmbehandlung von Erzeugnissen in Kassetten unter Überdruck
Medwedew W. M., Pjassezhij W. F., Afanassjew A. E., Gamaïounov N. I., Laptev L. M. Beurteilung der Wasserundurchlässigkeit den Sandbetons nach seiner Porigkeit
Schejkin A. A. Prognosenmethode über Grehzverformung des Betonkriechens

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Бойков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, Г. С. Иванов, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, А. А. Лейрих, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), А. П. Морозов, В. М. Москвин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, С. И. Сименко, Д. М. Чудновский, А. В. Шерстнев, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Адрес редакции:

103006,
Москва, К-6,
Каляевская, 23а

Телефоны:
250-18-54, 250-24-35

Технический редактор
ИНОЗЕМЦЕВА Н. Е.

Корректор
СТИГНЕЕВА О. В.

Сдано в набор 14/VI 1977 г.
Подписано к печати 10/VII 1977 г.
Т-14333 УИД 8,14 Бумага 60×90^{1/2}
Объем 6 печ. л.+1/4 п. л. накидка
Тираж 22 370 экз. Заказ 376
Цена 40 коп.

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

УДК 624.012:691.327:666.973.2.45

Гавриш Л. Н. Производство и применение конструкций из бетона из пористых заполнителях. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 28—30.

Изложен опыт работы Минпромстроя СССР по развитию различного рода легких заполнителей и производству на их основе легкобетонных конструкций.

Показаны пути совершенствования технологии изготовления заполнителей, снижения массы, повышения прочности и эффективности, а также улучшения качественных показателей легкобетонных конструкций.

УДК 624.075.23:69.057.43:620.137

Басильев А. П., Матков Н. Г., Мирмунинов М. М. Местное сжатие в стыках колонн каркаса многоэтажных зданий. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 30—32, ил. 4, табл. 1, список лит.: 3 назв.

Содержатся экспериментально-теоретические исследования местного сжатия (смятия) применительно к стыкам сборных железобетонных колонн с поперечным армированием сварными сетками. Приведены рекомендации по расчету на местное сжатие (смятие) по прочности и трещиностойкости, а также данные о деформативности таких элементов.

УДК 691.327:666.97.035.51

Малинина Л. А., Рудой А. Ф. Тепловая обработка изделий в пакетах при избыточном давлении. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 33—35, ил. 3.

Описан способ тепловой обработки железобетонных изделий в специальных термоформах, укладываемых в пакеты и перемещающихся в процессе прогрева в вертикальном направлении.

Установлена возможность получения избыточного давления и возрастающей относительной влажности паровоздушной среды в пакете и определено оптимальное значение и время действия избыточного давления. Показано влияние этих параметров среды на прочность и плотность бетонов, подвергаемых тепловой обработке.

УДК 621.327:539.4:556.332.4

Оценка водонепроницаемости песчаного бетона по его пористости. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 25—37, ил. 4, список лит.: 5 назв. Авт.: В. М. Медведев, В. Ф. Пясецкий, А. Е. Афанасьев и др.

Изучена взаимосвязь водонепроницаемости песчаного бетона с его пористостью. Отмечено, что система пор, по которой при конкретных внешних условиях происходит фильтрация, отличается от общей пористости и получила название активной пористости.

Изложена методика, основанная на фильтрации радиоактивной жидкости: проведено исследование и дан конкретный расчет активной пористости составов песчаного бетона с параллельным определением их водонепроницаемости по стандартной методике. Получено уравнение, описывающее связь водонепроницаемости песчаного бетона со средним размером диаметра фильтрующих пор.

УДК 691.327:620.193.2

Беловицкий В. А. Коррозионные испытания бетонов, модифицированных кремнийорганическими соединениями. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 37—38, табл. 2, список лит.: 2 назв.

Показано, что модифицирование бетонов кремнийорганическими соединениями позволяет существенно повысить их коррозионную стойкость при воздействии солей хлоридно-сульфатного типа высоких концентраций.

УДК 691.327:539.376

Шейкин А. Н. Метод прогнозирования предельной деформации ползучести бетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 39—40, табл. 1, список лит.: 5 назв.

Приводится вывод формулы для предельной меры ползучести бетона $C_{к,0}$ с использованием физической модели бетона. Формулу можно использовать для прогнозирования $C_{к(6)}$ на стадии проектирования, что доказывается при сопоставлении экспериментальных и расчетных данных.

УДК 624.012.35:69.05:658.562

Хайтман В. Е. Контроль качества сборных железобетонных изделий потребителем. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 46—47.

Описан опыт контроля качества сборных железобетонных изделий до их монтажа потребителем. Приведена эффективность такого контроля и показана необходимость его осуществления всеми СМУ.

УДК 69.021.15

Ушаков Н. А. Оптимизация ступенчатых фундаментов. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 41—43, ил. 3, табл. 1.

Приведен способ определения оптимальных размеров подошвы фундаментов при различных соотношениях нормальных сил и моментов, действующих на фундамент.

Даны формулы и таблица для определения минимальных высот и максимальных вылетов ступеней фундаментов в зависимости от давления грунта на подошву и даны указания по их выбору.

УДК 69.022.326:691.327:666.973.2:666.64—492.3

Бужевич Г. А., Хаймов И. С. Эффективность панелей из поризованного и плотного керамзитобетонов. — «Бетон и железобетон», 1977, № 9, с. 43—45, табл. 1.

Приведены расчеты экономической эффективности применения в ограждающих конструкциях пяти видов керамзитобетонов (плотной структуры и поризованных различными способами). На основании сравнения толщины панелей, расходов вяжущего и стоимости материалов на 1 м² стены обосновывается целесообразность использования беспесчаных поризованных керамзитобетонов.

ий путем хности

ЖБ и отдел защиты от корро-
едрения НИИЖБ разработали
железобетонных конструкций
йорганическими соединениями,
иобрекает гидрофобные свой-

ом бетона является полиэтилен-
которая применяется в виде
те или толуоле. Концентрация
тным путем с учетом плотно-

истую сухую поверхность при
ри этом раствор проникает в
ействие с продуктами гидрата-
ушке хемсорбированную плен-
сапилляров. Время сушки зави-
ий окружающей среды, при
авно 5—10 мин.

бетона не представляет особых
ат. Рабочие растворы жидкости
водства работ.

о приемов, нанося через опре-
тыре слоя рабочего раствора.
занного слоя—до 3 мм.

пает через 48 ч после нанесе-
(в виде 100% масла по ГОСТ
м².

по данным отечественного и

азопроницаемость, цвет и фак-
его для защиты выполненных
но-песчаным раствором памя-
действий. Гидрофобизирующая
ена для защиты от атмосфер-
ать-Родина памятника-ансамбля
аде (4750 м²), а также желез-
елевизионной башни в Москве

г существенно повысить атмо-
сфери из бетона и железобетона
Стоимость ГЖ-94 составляет

по адресу:

ом 6, бюро внедрения НИИЖБ.

Повышение долговечности железобетонных конструкций путем гидрофобизации их поверхности

Центральная лаборатория коррозии НИИЖБ и отдел защиты от коррозии строительных конструкций бюро внедрения НИИЖБ разработали технологию повышения долговечности железобетонных конструкций путем обработки их поверхности кремнийорганическими соединениями, в результате чего поверхность бетона приобретает гидрофобные свойства.

Наиболее эффективным гидрофобизатором бетона является полиэтил-гидросилоксановая жидкость (ГКЖ-94), которая применяется в виде 5—10-процентного раствора в уайт-спирите или толуоле. Концентрация рабочего раствора устанавливается опытным путем с учетом плотности бетона.

Гидрофобный раствор распыляют на чистую сухую поверхность при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. При этом раствор проникает в бетон и вступает в химическое взаимодействие с продуктами гидратации цементного клинкера, образуя при сушке хемсорбированную пленку, которая обволакивает стенки пор и капилляров. Время сушки зависит от летучести растворителя и условий окружающей среды, при температуре воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$ оно равно 5—10 мин.

Работа по гидрофобизации поверхности бетона не представляет особых трудностей и не вызывает больших затрат. Рабочие растворы жидкости ГКЖ-94 готовят на месте производства работ.

Гидрофобизацию производят в несколько приемов, нанося через определенные промежутки времени три-четыре слоя рабочего раствора. Максимальная глубина гидрофобизированного слоя — до 3 мм.

Устойчивый гидрофобный эффект наступает через 48 ч после нанесения покрытия. Расход жидкости ГКЖ-94 (в виде 100% масла по ГОСТ 10834—64*) составляет 25—45 г на 1 м^2 .

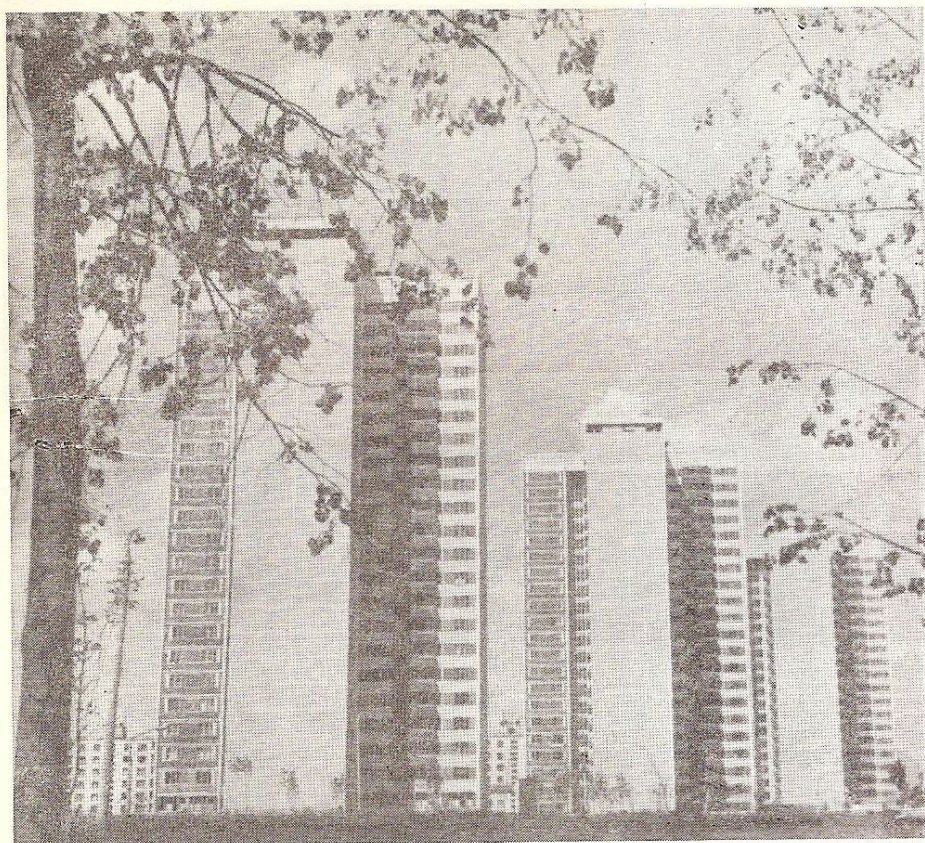
Долговечность гидрофобного покрытия по данным отечественного и зарубежного опыта равна 5—6 годам.

Раствор ГКЖ-94 не изменяет паро- и газопроницаемость, цвет и фактуру бетона, что позволяет использовать его для защиты выполненных из бетона или оштукатуренных цементно-песчаным раствором памятников архитектуры от атмосферных воздействий. Гидрофобизирующая жидкость ГКЖ-94 была впервые применена для защиты от атмосферных воздействий главного монумента Мать-Родина памятника-ансамбля героям Сталинградской битвы в Волгограде (4750 м^2), а также железобетонной части ствола Останкинской телевизионной башни в Москве (6250 м^2).

Гидрофобизация поверхности позволяет существенно повысить атмосферостойкость и долговечность сооружений из бетона и железобетона при незначительных денежных затратах. Стоимость ГКЖ-94 составляет 4,8 р. за 1 кг .

По вопросам внедрения обращаться по адресу:

109389, Москва, 2-я Институтская ул., дом 6, бюро внедрения НИИЖБ.



22-этажные крупнопанельные жилые дома из изделий единого каталога в Тропареве (Москва)

8-этажные полносборные жилые дома в Алма-Ате

(К статье Ю. М. Родина «Бетонные и железобетонные конструкции в жилищно - гражданском строительстве»)

